

**ВЕСТНИК
САРАТОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

2010

**№ 3 (46)
Выпуск 1**

Научно-технический журнал

Издается с 2003 г.
Выходит один раз в квартал
Июль 2010 г.

*Журнал включен в перечень ведущих
рецензируемых журналов и научных изданий,
утвержденный президиумом ВАК
Министерства образования и науки РФ,
в которых публикуются основные научные
результаты диссертаций на соискание
ученых степеней доктора и кандидата наук*

Главный редактор
Зам. главного редактора
Ответственный секретарь

д.и.н., профессор И.Р. Плеве
д.т.н., профессор А.А. Сытник
д.т.н., профессор А.А. Игнатъев

Редакционный совет: д.э.н. В.Р. Атоян, д.т.н. В.И. Волчихин, д.т.н. В.А. Голенков, д.и.н. В.А. Динес, д.х.н. В. Зеленский (Польша), д.т.н. В.А. Игнатъев, д.т.н. В.В. Калашников, д.т.н. И.А. Новаков, д.и.н. И.Р. Плеве (председатель), д.т.н. А.Ф. Резчиков, д.социол.н. С.Б. Суоров, д.т.н. А.А. Сытник (заместитель председателя), д.ф.-м.н. Ян Аврейцевич (Польша), д.э.н. Улли Арнольд (Германия), д.ф.-м.н. Энтони Мерсер (Великобритания), д.э.н. Эде Соузе Феррейра (Португалия), д.т.н. Т. Чермак (Чехия), д.э.н. Ю.В. Шленов.

Редакционная коллегия: д.т.н. К.П. Андрейченко, д.т.н. Ю.С. Архангельский, д.ф.н. А.С. Борщов, д.т.н. А.С. Денисов, д.т.н. Ю.Г. Иващенко, д.т.н. Ю.Н. Климочкин, д.т.н. В.А. Коломейцев, д.т.н. А.В. Королев, д.т.н. В.А. Крысько, д.и.н. Г.В. Лобачева, д.т.н. В.И. Лысак, д.т.н. В.Н. Лясников, д.т.н. А.И. Финаенов, д.т.н. М.А. Щербаков.

Редактор О.А. Панина
Компьютерная верстка Ю.Л. Жупиловой
Перевод на английский язык Ю.С. Ольховцевой

Адрес редакции:
Саратов, 410054, ул. Политехническая, 77
Телефон: (845 2) 99-86-38
E-mail: vestnik @ sstu. ru
<http://dni.sstu.ru/vestnik.nsf>
Факс: (845 2) 52-53-02

Подписано в печать 30.07.10
Формат 60×84 1/8 Бум. офсет.
Усл. печ. л. 41,5 Уч.-изд. л. 40,0
Тираж 500 экз. Заказ 292
Отпечатано в Издательстве СГТУ,
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Полная электронная версия журнала размещена в системе РИНЦ
в открытом доступе на платформе eLIBRARY.RU

Подписной индекс 18378
(каталог «Газеты. Журналы» на 2-е полугодие 2010 г.)

ISSN 1999-8341

© Саратовский государственный
технический университет, 2010



Scientific Journal

Since 2003
Once in a quarter
July 2010

This journal is included into the list of leading reviewed journals and scientific publications approved by the presidium of Ministry of Education and Sciences of Russian Federation where major scientific thesis's results for academic degree competition for a doctor and a candidate of sciences

Editor-in-chief	Doctor of Historical Sciences, Pr. I.R. Pleve
Editor-in-chief assistant	Doctor of Technical Sciences, Pr. A.A. Sytnik
Executive secretary	Doctor of Technical Sciences, Pr. A.A. Ignatyev

Drafting committee: Pr. V.R. Atoyan, Pr. V.I. Volchihin, Pr. V.A. Golenkov, Pr. V.A. Dines, Pr. V. Zelensky (Poland), Pr. V.A. Ignatyev, Pr. V.V. Kalashnikov, Pr. I.A. Novakov, Pr. I.R. Pleve (Chairman), Pr. A.F. Rezchikov, Pr. A.A. Sytnik (Vice of the Chairman), Pr. S.B. Surovov, Pr. Yan Avreytsevich (Poland), Pr. Ulli Arnold (Germany), Pr. Anthony Merser (UK), Pr. E. D'Sousa Ferreira (Portugal), Pr. T. Chermak (Chezh Republic), Pr. Y.V. Shlenov.

Editorial board: Pr. K.P. Andreychenko, Pr. Y.S. Arkhangelsky, Pr. A.S. Borshov, Pr. A.S. Denisov, Pr. Y.G. Ivashenko, Pr. Y.N. Klimochkin, Pr. V.A. Kolomeitsev, Pr. A.V. Korolyov, Pr. V.A. Krysko, Pr. G.V. Lobatcheva, Pr. V.I. Lysak, Pr. V.N. Lyasnikov, Pr. A.I. Finaenov, Pr. M.A. Sherbakov.

Editor O.A. Panina
Computer-based page-proof J.L. Zhupilova
Rendering Yu.S. Olkhovtseva

Editorial office: 77, Politechnicheskaya Street
Saratov, 410054
Russia
Telephone: +8452/99-86-38
E-mail: vestnik @ sstu. ru
http://dni. sstu. ru/vestnik.nsf
Fax: +8452/52-53-02

Signed for publishing: 30.07.10
Format 60×84 1/8 Paper offset.
Apr. tp. l. 41,5 Acc.-pbl. l. 40,0
Edition 500 psc. Order 292
Printed in EPC of SSTU,
77, Politechnicheskaya St., Saratov, 410054, Russia

ISSN 1999-8341

© Saratov State Technical University, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Кадыров А.И., Вачагина Е.К. Метод Галеркина для решения задачи теплопереноса при исследовании условий возникновения критических тепловых режимов при ламинарном движении химически реагирующей среды	9
Пластун И.Л. Математическая модель распространения лазерного излучения в двухуровневой среде с насыщением поглощения и дисперсии	19

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Болдырев А.И. Достижение заданного качества материала управлением технологическими условиями комбинированной обработки	27
Денисов А.С., Тугушев Б.Ф., Горшенина Е.Ю. Оценка напряженно-деформированного состояния колленчатого вала автотракторного двигателя	31
Земсков В.М., Краснолудский Н.В., Михельсон И.С. Определение мощности на вибропрокол горизонтальной грунтовой скважины при бестраншейной прокладке коммуникаций	39
Крюков С.А., Славин А.В., Байдакова Н.В. Прогнозирование и определение механической прочности абразивных композиционных материалов	43
Мартыненко К.Ф., Тихонов Д.А. Геометрия режущей кромки спирального сверла с обратным углом при вершине	46
Петров В.М., Сойту Н.Ю., Петров Ю.В. Результаты испытаний наноструктурированных СОТС, содержащих активные фуллероидные наномодификаторы, на операциях сверления конструкционных материалов, применяемых в энергомашиностроении	49
Селиванов А.Н., Насад Т.Г. Обеспечение качества обработки валов из титановых сплавов методом высокоскоростного фрезерования и фрезоточения	55

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Кокорин В.Н., Скворцов А.А., Груздев Д.П., Митюшкин А.А., Сизов Н.А. Структурообразование в процессе консолидации порошковых материалов в присутствии жидкой фазы	62
Мельникова И.П., Лясникова А.В., Лясников В.Н. Исследование возможности повышения функциональных характеристик биосовместимых покрытий медицинских имплантатов за счет изменения морфологии частиц порошков перед электроплазменным напылением	68
Щербинина О.Н., Слепухин Д.А. Катодное поведение медного электрода в апротонном растворе бария	76

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

Белов Ю.Ф., Иващенко В.А. Автоматизация контроля и учета нефтепродуктов на автозаправочных станциях на основе SCADA-системы	82
Буц В.В. Система управления подачей ингибитора гидратообразования для газотранспортной системы	90

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Элькин П.М., Степанович Е.Ю., Пулин В.Ф., Можалева Н.А. Компьютерное моделирование динамики и структуры спиназарина	98
--	----

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Дрогайцева О.В., Коломейцев В.А., Семенов А.Э. Оптимизация многощелевой системы возбуждения электромагнитного поля в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа	106
Коломейцев В.А., Езопов А.В. Корректировка параметров эквивалентной схемы СВЧ-полевого транзистора с затвором Шоттки для разработки усилителя мощности в X-диапазоне	112
Сивяков Б.К., Слаповская Ю.П. Математическое моделирование сверхвысокочастотных кольцевых резонаторов электротехнологических установок	116

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Васильев Д.А. Алгоритм выбора схемы электроснабжения потребителей в аварийных и предаварийных ситуациях	123
Завалишин В.В. Экономия топлива при генерации электроэнергии дизель-генераторной установкой с переменной частотой вращения дизеля	128
Кулешов О.Ю., Седёлкин В.М. Зональная математическая модель и методика расчёта сложного теплообмена в промышленных хлебопекарных печах	136

Пашенко Д.И. Определение максимальной степени конверсии метана продуктами полного сгорания природного газа.....	143
Разуваев А.В., Соколова Е.А., Разуваева Е.А. Повышение эффективности энергетических установок	150

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Бурханов Р.Р. Исследование характера деформации бетонной смеси сферически движущимся штампом	160
Коннов В.Ю. Теоретические модели функционально-планировочной организации исторических центров уездных городов	163
Мосин В.О. Модернизация сети учреждений для особых детей.....	168
Пипуныров П.В. Предпосылки возникновения биоклиматической архитектуры	175
Ращепкина С.А. Установление закономерностей влияния конструктивных параметров поллой мини-оболочки на показатели ее формы	181

ЭКОЛОГИЯ

Плешакова Е.В. Разработка нового метода определения токсичности нефтезагрязнённой почвы	188
--	-----

ЭКОНОМИКА

Атоян В.Р., Еремина Е.В. Государственная инновационная политика: структура и взаимосвязь элементов	194
Авдеева Е.С. Развитие промышленного предприятия и оценка влияющих на него факторов	203
Барашов Н.Г. Новые факторы и условия цикличного развития современной экономики	207
Бондарева М.А., Фёдоров А.В. Использование управленческого учета при оценке инвестиционной привлекательности проектов	217
Егорова Е.М. Проблемы и перспективы применения профессионального суждения современным бухгалтером.....	222
Завьялова Е.М. Экспертные методы оценки конкурентоспособности управления промышленным предприятием	227
Захарова И.В. Территориальная система образования как элемент межотраслевой мезоэкономической структуры	236
Иванов Э.Б. Процессный подход в организационном проектировании.....	242
Иванов Т.А. К проблеме учета неопределенности и риска при оценке эффективности инвестиционного проекта.....	246
Казакова Н.В., Дубровина Ю.А. Инновационный реинжиниринг в условиях нестабильности российской экономики	252
Куницын А.В. Изменение эффективности инвестиционных проектов в Российской Федерации под воздействием антикризисных мер.....	259
Неучева М.Ю. Особые экономические зоны как инструмент инновационной политики	265
Орлова Н.В. Воздействие экономической власти на структуру национальной экономики.....	269
Пчелинцева И.Н., Алексеева Н.В. Опыт социального инвестирования отечественных и зарубежных бизнес-структур.....	273
Татьянина Ю.С. Формулирование задач и принципов антикризисной инвестиционной стратегии	277
Шальнин В.Д. Подход к моделированию задач процесса трансфера инноваций на основе формализованной неопределённости и аппарата нечётких множеств.....	280
Шаталин Д.П. Проблемы развития банковской системы Российской Федерации	288

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

Едигарева Ю.Г. Использование метода фокус-групп в социологическом исследовании организационной / корпоративной культуры	295
Елютина М.Э., Филиппова С.В. Традиции и инновации в сфере похоронного дела	298
Муханова С.А. Дистанционное образование в структуре информационного пространства российских университетов	308
Саркулова А.Т. Трудовая жизнь работников Саратовской области: сравнительный анализ	314
Яковлева В.В. Региональные аспекты влияния финансово-экономического кризиса на социальную политику предприятий	319

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Полозов С.П. Семантика многократного повторения высоты звука в творчестве П.И. Чайковского	327
---	-----

CONTENTS

PROBLEMS OF NATURAL SCIENCES

- Kadiyrov A.I., Vachagina E.K.** Galerkin method for solving the problem of heat transfer conditions in the study of critical thermal rates in the laminar flow of chemically reacting liquid9
- Plastun I.L.** Numerical simulation of CW laser emission transmission in two-level ambience saturable absorber and dispersion19

MACHINE-BUILDING

- Boldyrev A.I.** Achieving the required material quality by control of mixed cultivation technological conditions27
- Denisov A.S., Tugushev B.F., Gorshenina E.Yu.** Stress-deformed state evaluation of automobile and tractor engine crankshaft.....31
- Zemskov V.M., Krasnoludskiy N.V., Mikhelson I.S.** Definition of vibro-puncture horizontal soil drill hole capacity at untrenched communications layout40
- Kryukov S.A., Slavin A.V., Baidakova N.V.** Planning and definition of mechanical strength of abrasive composition materials44
- Martynenko K.F., Tikhonov D.A.** Geometry of spiral drill cutting edge with return corner at the top46
- Petrov V.M., Soitu N.Yu., Petrov Yu.V.** Test results of nanostructured sots containing active fulleroid nanomodifiers based on drilling operations of structural materials used in power-plant engineering.....50
- Selivanov A.N., Nasad T.G.** The quality maintenance of processing shafts from titanium alloys by high speed milling and turn-milling methods56

NEW MATERIALS AND TECHNOLOGIES

- Kokorin V.N., Skvortsov A.A., Gruzdev D.P., Mityushkin A.A., Sizov N.A.** Cross-linking in the process of powder materials with liquid phase consolidation.....62
- Melnikova I.P., Lyanikova A.V., Lyanikov V.N.** Possibility research of increasing the functional characteristics of biocompatible coatings on medical implants due to morphology changes of powder particles before electroplasma spraying69
- Scherbinina O.N., Slepukhin D.A.** Cathode behavior of copper electrode in aprotic barium solution77

AUTOMATION AND MANAGEMENT

- Belov Yu.F., Ivaschenko V.A.** Automatic performance control and account of oil products at gasoline stations on the basis of SCADA-system.....82
- Buts V.V.** The control system of protection against hydrates in gas-transportation90

INFORMATION TECHNOLOGIES

- Elkin P.M., Stepanovich E.Yu., Pulin V.F., Mozhayeva N.A.** Computer modeling of dynamics and design structure of spinasarine98

ELECTRONICS, RADIOENGINEERING AND INSTRUMENT MARKING

- Drogaitseva O.V., Kolomeitsev V.A., Semenov A.E.** Optimizing of the multi-slotted system of electromagnetic field excitation in UHF radiator cavity type systems106
- Kolomeitsev V.A., Ezopov A.V.** The adjustment of equivalent circuit parameters of the field-effect transistor with Shottky gate for the development of X-band power amplifier112
- Siviyakov B.K., Slapovskaya J.P.** Mathematical modeling of super-high-frequency ring resonators of electro-technological systems116

POWER ENGINEERING AND ELECTRICAL ENGINEERING

- Vasiliyev D.A.** Selection algorithm schemes for electricity consumers in emergency and prior emergency situations123

Zavalishin V.V. Fuel economy in the process of electricity generating by diesel-generator set with variable frequency of diesel engine rotation.....	128
Kuleshov O.Yu., Sedelkin V.M. Regional mathematical model and calculation technique of radiative-convective heat transfer in industrial bread-baking furnaces.....	137
Paschenko D.I. Determining the maximum methane conversion rate by the products of natural gaz full combustion	143
Razuvayev A.V., Sokolova E.A., Razuvayeva E.A. Efficiency increase of power plants	150

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

Burkhanov R.R. Deforming a concrete mixture analysis by spherical operative stamp	160
Konnov V.Yu. Theoretical models of functional-planning arrangement of historical centre of districts.....	164
Mosin V.O. Modernization of the institution network for special children.....	168
Pipunyrov P.V. Uprising background of bioclimatic architecture	175
Raschepkina S.A. Regularity determination of design data influence of the round mini-shell on its form indexes	181

ECOLOGY

Pleshakova E.V. Creation of a new method for oil-contaminated soil toxicity determination	188
--	-----

ECONOMICS

Atoyan V.R., Eremina E.V. National innovative policy: structure and interrelation of its elements.....	194
Avdeyeva E.S. Industrial enterprises development and estimation of the factors influencing it.....	203
Barashov N.G. New factors and conditions of the modern economy cycle development	208
Bondareva M.A., Fedorov A.V. Managerial accounting use at the estimation of projects investment attraction	217
Egorova E.M. The problems and perspectives of the modern accountant professional opinion use	222
Zaviyalova E.M. Expert methods for competitiveness assessment of plant facility management.....	228
Zakharova I.V. Territorial educational system as an element of cross-sectoral meso-economic structure	237
Ivanilov E.B. Process approach to organizational designing.....	243
Ivanova T.A. To the problem of account uncertainty and risk at estimation of investment project efficiency....	246
Kazakova N.V., Dubrovina Yu.A. Innovative reengineering in the conditions of Russian economy instability....	252
Kunitsyn A.V. The change of investment projects efficiency under the influence of anti-recessionary measures in the Russian Federation.....	259
Neucheva M.Yu. Special economic regions as innovation politics instrument.....	265
Orlova N.V. Economic power impact on the national economy structure	269
Pchelintseva I.N., Alekseyeva N.V. Social investment experience of domestic and foreign business.....	273
Tatyanina Yu.S. The formulation of problems and principles of anti-crisis investment strategy.....	278
Shalynin V.D. Approach to modeling the tasks of innovation transfer process on the basis of formalized ambiguity and fuzzy sets mechanism	281
Shatalin D.P. The problems of banking system development of the Russian Federation.....	289

SOCIAL PROBLEMS OF THE PRESENT

Edigareva Yu.G. The use of focus-group method in sociological research of organizational/corporate culture	295
Elyutina M.E., Filippova S.V. Traditions and innovations in the field of funeral business.....	299
Mukhanova S.A. Distance education in structure of Russian universities information space	308
Sarkulova A.T. Labour life of Saratov region workers: the comparative analysis	314
Yakovleva V.V. Regional aspects influencing the financial-economical crisis and social policy of enterprises.....	319

HUMANITIES

Polozov S.P. Semantics of multiple repetition pitch of a tone in P.I. Tchaikovsky's art.....	327
---	-----

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ! ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Наука и высшее образование – один из важнейших факторов развития современного общества. Саратовский государственный технический университет, являясь одним из крупнейших в регионе учебно-научных комплексов, на протяжении многих десятилетий обеспечивает эффективность фундаментальных и прикладных исследований, успешно развивает инновационную деятельность в Саратовском регионе.

На сегодняшний день наш вуз четко следует задачам, поставленным руководством страны по развитию инновационной экономики. В СГТУ для этого созданы все необходимые условия: наличие современной материально-технической базы, открытие востребованных современной экономикой специальностей, налаживание партнерских отношений с крупнейшими предприятиями региона и страны.

Одним из первых в области СГТУ начал реализацию 217-ФЗ по созданию малых инновационных предприятий на базе вузов. Особенно приятно, что к этой работе активно подключились студенты и молодые ученые технического университета. Их знания, здоровые амбиции, перспективные проекты играют решающую роль в инновационном развитии губернии. Именно молодые активно утверждают новые подходы в социально-экономическом и общественно-политическом развитии губернии, всей России. Ученые СГТУ, в том числе аспиранты и студенты, каждый год выигрывают престижные международные и всероссийские гранты, фестивали и конкурсы.

Научным достижениям наших ученых журнал «Вестник Саратовского государственного технического университета» уделяет пристальное внимание. Авторитетность этого издания подтверждена тем, что на протяжении нескольких лет журнал входит в перечень ведущих рецензируемых журналов и научных изданий, утвержденный президиумом ВАК Министерства образования и науки РФ.

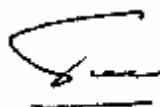


В этом году СГТУ отмечает свой 80-летний юбилей. Пройдя долгий путь развития от Саратовского автодорожного института до государственного технического университета, вуз стал крупнейшей кузницей научных и инженерных кадров не только для Саратовского региона, но и для всей страны.

Убежден, мы не остановимся на достигнутом. Опираясь на традиции и учитывая накопленный опыт, университет продолжит свое поступательное и динамическое движение вперед, ориентированное на развитие СГТУ как крупного исследовательского и бизнес-центра.

Желаю всему профессорско-преподавательскому составу Саратовского государственного технического университета новых успешных проектов, творческой активности, крепкого здоровья и благополучия!

Ректор, профессор



И.Р. Плев

УДК 532.135

А.И. Кадыйров, Е.К. Вачагина

**МЕТОД ГАЛЕРКИНА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
КРИТИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ
ПРИ ЛАМИНАРНОМ ДВИЖЕНИИ ХИМИЧЕСКИ РЕАГИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Представлен метод Галеркина для решения задачи теплопереноса при исследовании условий возникновения критических тепловых режимов при ламинарном движении химически реагирующей среды. Численные расчеты показывают, что переход от медленного режима к взрывному происходит в чрезвычайно узком промежутке изменения параметра, характеризующего начальное состояние системы. Представлены границы интервалов безопасных тепловых режимов теплопереноса.

Метод Галеркина, ламинарное течение, химическая реакция, критический режим.

A.I. Kadiyrov, E.K. Vachagina

**GALERKIN METHOD FOR SOLVING THE PROBLEM OF HEAT TRANSFER
CONDITIONS IN THE STUDY OF CRITICAL THERMAL RATES
IN THE LAMINAR FLOW OF CHEMICALLY REACTING LIQUID**

This paper presents Galerkin method for solving the problem of finding critical conditions of thermal rates in the laminar flow of chemically reacting non-Newtonian liquid. Numerical calculations show that the transition goes in a very narrow interval of changing the parameter characterizing the initial state of the system from slow mode to explosive. The boundary intervals of safe thermal modes of heat transfer are presented in the article.

Galerkin method, laminar flow, chemical reaction, a critical mode.

Введение

Прикладное значение математической теории «теплого взрыва» чрезвычайно велико для безопасной эксплуатации теплотехнологического оборудования, использующего в качестве рабочих сред химически реагирующие среды. Основы этой теории были заложены в трудах Н.Н. Семенова, Д.А. Франк-Каменецкого, Я.Б. Зельдовича, Г.И. Баренблатта, О.М. Тодеса [1-3].

Исследования процессов теплового взрыва имеют важное значение для решения как научных, так и практических задач. Эти исследования получили широкое развитие и отражены в монографиях и обзорных статьях, например, [4]. Одной из задач о тепловом взрыве в классической теории является определение при заданных начальных и граничных условиях основных характеристик явления; критических условий и периода индукции (время, в течение которого развивается автоускорение реакции до начала возгорания горючей смеси).

По настоящее время явление теплового взрыва вызывает интерес в научной сфере, подтверждением служат публикуемые в научных журналах статьи по данной тематике [5-10].

Опыт эксплуатации показал, что в ряде случаев режимы работы рассматриваемых аппаратов таковы, что линейный размер начального теплового участка, на котором происходит формирование профиля температуры, сопоставим, а иногда и превышает длину рабочего канала. Проведенный аналитический обзор показывает, что изучению явления «теплового взрыва» на начальном тепловом участке теплотехнологического оборудования, использующего в качестве рабочих сред высоковязкие среды, уделено недостаточно внимания. Сложное реологическое поведение рабочей среды и наличие внутренних источников тепловыделения создают дополнительные трудности для теоретического исследования тепловых, гидродинамических и химических процессов. Применение численных методов должно учитывать особенности происходящих процессов.

Постановка задачи

Особенностью постановочной части задач о тепловом взрыве является то, что математические модели описываемых процессов, представляются в безразмерном виде [2-10]. Рассмотрим математическую модель стационарного теплопереноса при ламинарном движении химически реагирующей вязкой неньютоновской среды в круглой трубе для следующих допущений: течение реагирующей системы ламинарное, стационарное, со сформировавшимся профилем вектора скорости на входе в реактор; силы тяжести незначительны; перенос тепла и массы вдоль линий тока за счет теплопроводности мал по сравнению с вынужденным переносом; плотность, удельная теплоемкость, теплопроводность в ходе реакции меняются незначительно; выполняется условие постоянства расхода через поперечное сечение канала. В качестве такой модели могут выступать следующая система уравнений и соответствующие краевые условия, представленные в безразмерном виде

$$\xi W_x \frac{\partial W_x}{\partial x} + \xi W_* \frac{\partial W_x}{\partial \xi} = 2 \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_x}{\partial x} \right) - \frac{\partial \mu}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_x}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_*}{\partial x} \right) + \frac{2}{x} \mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_x}{\partial x} - \frac{2}{x^2} \mu(\xi, \theta) W_x, \quad (1)$$

$$\xi W_x \frac{\partial W_*}{\partial x} + \xi W_* \frac{\partial W_*}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_x}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_*}{\partial x} \right) + 2 \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_*}{\partial \xi} \right) - \frac{\partial \mu}{\partial \xi} + \frac{1}{x} \mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_x}{\partial x} + \frac{1}{x} \mu(\xi, \theta) \frac{\partial W_*}{\partial x}, \quad (2)$$

$$\gamma \left(W_x \frac{\partial \theta}{\partial x} + W_* \frac{\partial \theta}{\partial \xi} \right) = \frac{1}{x} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \theta}{\partial x} \right) + \delta \exp \frac{\theta}{1 + \beta \theta} + \chi \cdot \mu(\xi, \theta) \cdot I_2, \quad (3)$$

$$\frac{1}{x} \frac{\partial}{\partial x} (x \cdot W_x) + \frac{\partial W_*}{\partial \xi} = 0. \quad (4)$$

Краевые условия:

Условие прилипания жидкости при $x = 1$:

$$W_* = 0, \quad W_x = 0. \quad (5)$$

Условие на оси трубы при $x = 0$:

$$W_x = 0, \quad \frac{\partial W_{\xi}}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \theta}{\partial x} = 0. \quad (6)$$

Условие на входе в трубу при $\xi = 0$:

$$\theta = \theta_0, \quad W_{\xi} = W_{\xi 0}(x), \quad (7)$$

где θ_0 – безразмерная температура на входе, $W_{\xi 0}(x)$ является решением задачи (2), (5), (6) с $W_x = 0$.

Условие для температуры при $x = 1$:

$$\frac{\partial \theta}{\partial x} = -\text{Bi} \cdot (\theta - \theta^*). \quad (8)$$

Здесь x, ξ – координаты; W_x, W_{ξ} – радиальная и осевая составляющие вектора скорости; μ – безразмерная динамическая вязкость жидкости; \mathcal{L}_2 – безразмерный второй инвариант тензора скоростей деформации; $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x}$ – безразмерный перепад давления; δ – безразмерный параметр, характеризующий тепловыделение от химической реакции; χ – параметр, характеризующий диссипативный источник тепловыделения; α – параметр, характеризующий отношение энергии активации вязкого течения к энергии активации химической реакции; β – параметр, характеризующий чувствительность системы к окружающей среде; γ – параметр, характеризующий отношение расхода жидкости к длине дуги канала, помноженный на коэффициент температуропроводности; ξ – безразмерный параметр; Bi – число Био; c_0, c_1 – реологические параметры, характеризующие свойство жидкости, θ^* – температура окружающей среды.

Метод решения

Рассмотрим метод решения системы уравнений (1)-(4) с краевыми условиями (5)-(8) для высоковязких сред, для которых числа $\text{Pr} \gg 1$. Для выбранных сред время гидродинамической релаксации много меньше тепловой, поэтому процесс можно считать квазистационарным, соответственно профиль скорости почти мгновенно подстраивается под профиль температуры. Кроме того, изменение соответствующих составляющих вектора скорости в поперечных направлениях много больше их изменений в направлении основного движения.

В силу того, что рассматриваемая система уравнений (1)-(4) с краевыми условиями (5)-(8) носит нелинейный характер, то аналитически найти решение не представляется возможным. В качестве численного метода решения предлагается рассмотреть применение метода Галеркина. Численная реализация решения поставленной задачи будет носить итерационный характер, смысл которого заключается в разбиении оси ξ на слои с заданным шагом.

$$\omega_{\xi} = \left\{ \xi^k \mid \xi^k = \xi^{k-1} + h_{\xi}^k, k = \overline{1, N_{\xi}} \right\}, \quad (9)$$

где $\xi^0 = 0$; $h_{\xi}^k = 0,01$ – шаг сетки разбиения оси ξ ; N_{ξ} – выбирается в зависимости от длины рассматриваемого участка.

Таким образом, на каждом слое сетки поочередно решались уравнение переноса энергии (3) и упрощенное уравнение движения вида

$$\frac{1}{x} \frac{\partial}{\partial x} \left(x \mu \mathcal{L}(I_2, \theta) \frac{\partial W_{\xi}}{\partial x} \right) = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial z} = - \int_0^1 \mu \mathcal{L}(I_2, \theta) \cdot \left(\frac{\partial W_{\xi}}{\partial x} \right)^2 x dx. \quad (10)$$

Уравнение неразрывности (4) используется для определения радиальной составляющей W_x , а уравнение (1) – для определения $\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial x}$ на каждом слое по ξ .

В качестве реологического уравнения состояния среды принято уравнение Кутателадзе – Хабахпашевой [11], которое в безразмерном виде имеет вид

$$\mu(I_2, \theta) = \exp\left(-\frac{\alpha\theta}{1+\beta\theta}\right) \cdot \frac{1}{c_0 - (c_0 - 1) \cdot \exp\left(-c_1 \cdot \mu(I_2, \theta) \sqrt{\frac{I_2}{2}}\right)}, \quad (11)$$

где c_0, c_1 – реологические параметры, характеризующие свойства жидкостей.

В силу того, что соотношение для вязкости носит нелинейный характер, то для решения уравнения движения (10) необходимо дополнительно уточнять значение вязкости итерационным способом.

Общий алгоритм. Решение поставленной задачи состоит в следующем. На каждом слое сетки ищется поле температуры из уравнения энергии с помощью значений гидродинамических характеристик, полученных из решения гидродинамической части задачи на предыдущем слое при условии $\mu = \text{const}$. На нулевом слое гидродинамические характеристики и распределение вязкости находятся с помощью начального распределения поля температуры.

Далее производится расчет гидродинамических характеристик потока на этом же слое на основании найденного поля температур θ , принимая в первом приближении значение $\partial \mu / \partial z$ равным значению $\partial \mu / \partial z$ на предыдущем слое. После расчета гидродинамических полей определяется уточненное значение $\partial \mu / \partial z$ и распределение вязкости.

Затем вновь производится расчет матрицы температур на основании рассчитанных характеристик гидродинамического поля и т.д. По достижении необходимой точности совершается переход на новый слой. Описанная процедура расчетов повторяется на каждом слое. На слое $k = 0$ гидродинамические характеристики находятся с помощью заданного значения температуры на входе в трубу. Описанная процедура представляет собой общий алгоритм решения задач, удовлетворяющий уравнениям гладкости и сходимости.

Для решения уравнения (10) применяется итерационный метод решения. При этом на нулевом шаге итерации ($j = 0$) считаются заданными значение температуры, а профиль скорости является решением стационарной задачи (10), (5), (6) с $W_x = 0$. Смысл итерационного метода заключается в следующем. Вначале определяется интервал изменения $A \leq \partial \mu / \partial z \leq B$. Затем применяем метод, аналогичный итерационному методу «деления отрезка пополам», а именно, уравнение (10) решается с $\partial \mu / \partial z = (A + B) / 2$. Полученное решение W_{ξ}^j используем для пересчета $\partial \mu / \partial z$. Решение повторяется и т.д. Процесс продолжается до тех пор, пока:

$$1) W_{\xi}^j \rightarrow 0; 2) W_{\xi}^j \rightarrow +\infty; 3) \left| \frac{W_{\xi}^j - W_{\xi}^{j-1}}{W_{\xi}^j} \right| < \varepsilon \text{ процесс сошелся, получено искомого решение.}$$

Если процесс завершается на этапах 1) или 2), то необходимо изменить значения концов интервала (A, B), применяя метод, аналогичный итерационному методу «деления отрезка пополам». Пересчитываем значения концов интервала $C = (A + B) / 2$. Если при $\partial \mu / \partial z = C$ выполняется первое условие 1), то $A = C$; если условие 2), то $B = C$; и т.д.

Решение уравнения движения. Рассмотрим подробнее решение уравнения (10) с $\partial \mu / \partial z = \text{const}$. Вследствие того, что уравнение (10) является нелинейным, для его решения используется численный итерационный алгоритм, который заключается в применении метода Галеркина к уравнению (10) и решению получившейся системы алгебраических уравнений методом Гаусса.

Уравнение (10) в операторной форме представимо как

$$L(U) = 0, \quad (12)$$

где

$$L(U) \equiv \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial U}{\partial x} \right) + F(x, U). \quad (13)$$

В частном случае имеем

$$U \equiv W_{\xi}, \quad K(x) \equiv x^{\frac{1}{2}}, \quad F(x, U) \equiv x \cdot \int_0^1 \left(\frac{\partial U}{\partial x} \right)^2 x dx. \quad (14)$$

Для решения уравнения типа (11), (12) на сетке (15)

$$\omega_x = \left\{ x_i \mid x_i = x_{i-1} + h_x, i = \overline{1, N_x}, h_x = \frac{1}{N_x} \right\} \quad (15)$$

непрерывную функцию аппроксимируем дискретной: $U \sim u$, при этом $x \sim x_i$. В дальнейшем вместо h_x будем писать просто h .

Решение ищется методом конечных элементов, где в качестве базисных функций используются кубические сплайны [12]

$$\varphi_i(x) = \varphi\left(\frac{x-x_i}{h}\right), \quad \psi_i(x) = h\psi\left(\frac{x-x_i}{h}\right), \quad i = 1, \dots, N-1, \quad (16)$$

$$\varphi_0(x) = \max\left\{0, h\varphi\left(\frac{x-a}{h}\right)\right\}, \quad \psi_N(x) = \max\left\{0, h\varphi\left(\frac{b-x}{h}\right)\right\}; \quad (17)$$

$$\psi_0(x) = \max\left\{0, h\psi\left(\frac{x-a}{h}\right)\right\}, \quad \varphi_N(x) = \max\left\{0, h\psi\left(\frac{b-x}{h}\right)\right\}; \quad (18)$$

$$\varphi(t) = \begin{cases} -2(t+1)^3 + 3(t+1)^2, & t \in [-1, 0], \\ 2(t-1)^3 + 3(t-1)^2, & t \in [0, 1], \\ 0, & t \notin [-1, 1] \end{cases}, \quad \psi(t) = \begin{cases} (t+1)^3 - (t+1)^2, & t \in [-1, 0], \\ (t-1)^3 + (t-1)^2, & t \in [0, 1], \\ 0, & t \notin [-1, 1] \end{cases} \quad (19)$$

Как следствие, всякая функция $U^h(x) \in V_{2N} \subset \mathbb{W}_2^1[a, b]$ может быть единственным образом записана в виде

$$U \approx U^h(x) = \sum_{i=0}^N (c_i \varphi_i(x) + c'_i \psi_i(x)), \quad (20)$$

где коэффициенты c_i суть значения функции $U^h(x)$ в узлах сетки (15), а c'_i – значения ее первой производной на сетке (15).

Подставив вместо искомой функции ее разложение вида (20), получим дискретный оператор

$$L(U^h) \equiv \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial \left(\sum_{i=0}^N (c_i \varphi_i(x) + c'_i \psi_i(x)) \right)}{\partial x} \right) + F(x, U^h). \quad (21)$$

Воспользуемся условием ортогональности невязки базисным функциям

$$(L(U^h), \varphi_j(x)) = 0, \quad (L(U^h), \psi_j(x)) = 0 \quad j = 0, 1, \dots, N. \quad (22)$$

В силу финитности функций φ_i, ψ_i нетрудно вычислить соответствующие скалярные произведения, которые определены следующим образом

$$(L(U^h), \psi_j(x)) = \int_0^1 L(U^h) \cdot \psi_j(x) dx, \quad j = 0, 1, \dots, N. \quad (23)$$

Таким образом, учитывая (21), (19), решение операторного уравнения вида (12), (13) состоит в решении следующей системы уравнений

$$\begin{aligned} & \sum_{i=0}^N c_i \left(\int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \cdot \varphi_j(x) dx \right) + \sum_{i=0}^N c'_i \left(\int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial \psi_i(x)}{\partial x} \right) \cdot \varphi_j(x) dx \right) = \\ & = - \int_0^1 F(x, U^h) \cdot \varphi_j(x) dx, \quad j = 1, \dots, N-1; \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{i=0}^N c_i \left(\int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \cdot \psi_j(x) dx \right) + \sum_{i=0}^N c'_i \left(\int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K(x) \frac{\partial \psi_i(x)}{\partial x} \right) \cdot \psi_j(x) dx \right) = \\ & = - \int_0^1 F(x, U^h) \cdot \psi_j(x) dx. \end{aligned} \quad (25)$$

Рассмотрим численную реализацию решения уравнения (10) с краевыми условиями (5), (6) на фиксированном слое $\mathfrak{f}^k, k > 0, k \in N$. После упрощения системы уравнений (24), (25) с учетом (13) получим следующую систему алгебраических уравнений относительно неизвестных c_j, c'_j

$$a_{j-1}c_{j-1} + a_jc_j + a_{j+1}c_{j+1} + b_{j-1}c'_{j-1} + b_jc'_j + b_{j+1}c'_{j+1} = -f_j, \quad (26)$$

$$q_{j-1}c_{j-1} + q_jc_j + q_{j+1}c_{j+1} + s_{j-1}c'_{j-1} + s_jc'_j + s_{j+1}c'_{j+1} = -g_j, \quad (27)$$

$$(j = 1, 2, \dots, N-1).$$

$$-\frac{c_0}{2} + \frac{c_1}{2} + \frac{h}{10}c'_0 + 4c'_1 = 0, \quad (28)$$

$$-\frac{11h^2}{210}c_0 + \frac{h}{10}c_1 - \frac{h^2}{60}c'_1 = 0, \quad (29)$$

$$\frac{9h}{70}c_{N-1} + \frac{13h}{35}c_N + \frac{h^2}{420}c'_{N-1} - \frac{11h^2}{210}c'_N = 0, \quad (30)$$

$$-\frac{13h^2}{420}c_{N-1} - \frac{11h^2}{210}c_N - \frac{h^3}{140}c'_{N-1} + \frac{h^3}{105}c'_N = 0. \quad (31)$$

Получившуюся систему алгебраических уравнений решаем методом Гаусса. Для вычисления интегральных выражений коэффициентов системы (26)-(27) используется квадратурная формула Симпсона.

Решение уравнения неразрывности. Рассмотрим теперь решение уравнения неразрывности (4) на фиксированном слое $\mathfrak{f}^k, k > 0, k \in N$. В качестве метода решения выбран метод Галеркина. Сначала непрерывные функции аппроксимируем дискретными на сетке (14): $W_x \sim (W_x)_i, W_{\mathfrak{f}} \sim (W_{\mathfrak{f}})_i$, при этом $x \sim x_i$. При численной реализации решения данного уравнения значение второго слагаемого ($W_{\mathfrak{f}}$) берется из предыдущих двух слоев, поэтому на фиксированном слое $\frac{\partial W_{\mathfrak{f}}}{\partial \mathfrak{f}} = \text{const}$. Отсюда можно записать $\frac{\partial W_{\mathfrak{f}}}{\partial \mathfrak{f}} = M, |M| < +\infty$. С учетом этого уравнение (4) возможно записать в операторном виде (12) для $U \equiv W_x$.

$$L(U) \equiv \frac{\partial}{\partial x}(xU) + xM. \quad (32)$$

Применив метод Галеркина и учитывая краевые условия (5), (6), получим следующую систему алгебраических уравнений относительно неизвестных c_j, c'_j

$$\frac{1}{h_x}((-27+91j)c_{j-1}+26c_j-(27+91j)c_{j+1})+(-59+91j)c'_{j-1}+14jc'_j+(59+91j)c'_{j+1}=-70jM, \quad (33)$$

$$-\frac{3}{h_x}((-10+21j)c_{j-1}+14jc_j+(10+21j)c_{j+1})+(43-56j)c'_{j-1}+2c'_j+(43+56j)c'_{j+1}=-14M, \quad (34)$$

$$\frac{13h}{35}c_0+\frac{9h}{70}c_1+\frac{11h^2}{210}c'_0-\frac{13h^2}{420}c'_1=0, \quad (35)$$

$$\frac{11h^2}{210}c_0+\frac{13h^2}{420}c_1+\frac{h^3}{105}c'_0-\frac{h^3}{140}c'_1=0, \quad (36)$$

$$\frac{9h}{70}c_{N-1}+\frac{13h}{35}c_N+\frac{h^2}{420}c'_{N-1}-\frac{11h^2}{210}c'_N=0, \quad (37)$$

$$-\frac{13h^2}{420}c_{N-1}-\frac{11h^2}{210}c_N-\frac{h^3}{140}c'_{N-1}+\frac{h^3}{105}c'_N=0, \quad (j=1, 2, \dots, N-1), \quad (38)$$

где $M = \left(\frac{\partial W_{\mathfrak{g}}}{\partial \mathfrak{g}_j} \right)_l = \left((W_{\mathfrak{g}})_{j-2} - (W_{\mathfrak{g}})_{j-1} \right)$, $(j = 1, 2, \dots, N-1)$, $(l = 2, 3, \dots, N)$.

Систему (32)-(38) решаем методом Гаусса.

Решение уравнения переноса энергии. Уравнение переноса энергии решается методом Фаэдо – Галеркина, с помощью которого решение задачи сводится уже к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений в частных производных первого порядка. Данный метод построен на замене решений $U(x, \mathfrak{g})$ приближенными $U^h(x, \mathfrak{g}) \in V_{2N}$ с помощью рядов вида

$$U \approx U^h(x, \mathfrak{g}) = \sum_{i=0}^N c_i(\mathfrak{g}) \varphi_i(x) + c'_i(\mathfrak{g}) \psi_i(x), \quad (39)$$

здесь коэффициенты $c_i(\mathfrak{g})$ суть значения функции $U^h(x, \mathfrak{g})$ в узлах сетки (15), а $c'_i(\mathfrak{g})$ – значения ее первой производной по x на сетке (15). Здесь в качестве базисных функций взяты кубические сплайны (19).

В операторной форме уравнение переноса энергии можно записать в виде (11), где

$$L(U) \equiv K_0(x) \frac{\partial U}{\partial \mathfrak{g}} - \frac{\partial}{\partial x} \left(K_1(x) \frac{\partial U}{\partial x} \right) - F(x, U, W_x), \quad (40)$$

$$K_0(x) = \gamma W_{\mathfrak{g}} \cdot x; \quad K_1(x) = x; \quad U = \theta; \quad (41)$$

$$F(x, U, W_x) = -\gamma x W_x \frac{\partial U}{\partial x} + \delta \exp \frac{U}{1+\beta U} + \chi \cdot \mathfrak{g} \cdot I_2. \quad (42)$$

Подставляя в (12), (13) вместо искомой функции приближенное значение в виде ряда (40) и воспользовавшись условием ортогональности невязки базисным функциям, получим следующую систему уравнений

$$\sum_{i=0}^N \left(\frac{\partial c_i(\mathfrak{g})}{\partial \mathfrak{g}} \int_0^1 K_0(x) \varphi_i(x) \varphi_j(x) dx + \frac{\partial c'_i(\mathfrak{g})}{\partial \mathfrak{g}} \int_0^1 K_0(x) \psi_i(x) \varphi_j(x) dx \right) -$$

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{i=0}^N \left(c_i(\xi) \int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K_1(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \varphi_j(x) dx + \int_0^1 c'_i(\xi) \frac{\partial}{\partial x} \left(K_1(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \right) \varphi_j(x) dx = \\
 & = \int_0^1 F(x, U^h, W_x) \varphi_j(x) dx,
 \end{aligned} \tag{43}$$

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i=0}^N \left(\frac{\partial c_i(\xi)}{\partial \xi} \int_0^1 K_0(x) \varphi_i(x) \psi_j(x) dx + \frac{\partial c'_i(\xi)}{\partial \xi} \int_0^1 K_0(x) \psi_i(x) \psi_j(x) dx \right) - \\
 & - \sum_{i=0}^N \left(c_i(\xi) \int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K_1(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \psi_j(x) dx + c'_i(\xi) \int_0^1 \frac{\partial}{\partial x} \left(K_1(x) \frac{\partial \varphi_i(x)}{\partial x} \right) \right) \psi_j(x) dx = \\
 & = \int_0^1 F(x, U^h, W_x) \varphi_j(x) dx,
 \end{aligned} \tag{44}$$

где $j=0, \dots, N$.

С учетом краевых условий (8), (6), получаем следующую систему обыкновенных дифференциальных уравнений относительно неизвестных c_j

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial c_{j-1}(\xi)}{\partial z} a_{j-1} + \frac{\partial c_j(\xi)}{\partial z} a_j + \frac{\partial c_{j+1}(\xi)}{\partial z} a_{j+1} + \frac{\partial c_{j-1}(\xi)}{\partial z} b_{j-1} + \frac{\partial c_j(\xi)}{\partial z} b_j + \frac{\partial c_{j+1}(\xi)}{\partial z} b_{j+1} + \\
 & + \left(3 - \frac{24}{5} j \right) c_{j-1} + \left(-\frac{12}{5} j \right) c_j - \frac{3}{5} (5+8j) c_{j+1} + \\
 & + \frac{1}{10} h (23-29j) c'_{j-1} - \frac{h}{5} c'_j + \frac{1}{10} h (23+29j) c'_{j+1} = -f_j,
 \end{aligned} \tag{45}$$

$$\begin{aligned}
 & \frac{\partial c_{j-1}(\xi)}{\partial z} q_{j-1} + \frac{\partial c_j(\xi)}{\partial z} q_j + \frac{\partial c_{j+1}(\xi)}{\partial z} q_{j+1} + \frac{\partial c_{j-1}(\xi)}{\partial z} s_{j-1} + \frac{\partial c_j(\xi)}{\partial z} s_j + \frac{\partial c_{j+1}(\xi)}{\partial z} s_{j+1} + \\
 & + \frac{1}{10} h (-7+9j) c_{j-1} - \frac{h}{5} c_j - \frac{1}{10} h (7+9j) c_{j+1} + \\
 & + \frac{1}{30} h^2 (-15+16j) c'_{j-1} - \frac{4}{15} h^2 j c'_j - \frac{1}{30} h^2 (15+16j) c'_{j+1} = -g_j,
 \end{aligned} \tag{46}$$

$(j=1, \dots, N-1),$

$$-\frac{c_0(\xi)}{2} + \frac{c_1}{2} + \frac{h(\xi)}{10} c'_0(\xi) + 4c'_1(\xi) = 0, \tag{47}$$

$$-\frac{11h^2}{210} c_0(\xi) + \frac{h}{10} c_1(\xi) - \frac{h^2}{60} c'_1(\xi) = 0, \tag{48}$$

$$\begin{aligned}
 & \left(-\frac{1}{2} + \frac{9Bi^*h}{70} \right) c_{N-1}(\xi) + \left(\frac{1}{2} + \frac{13Bi^*h}{35} \right) c_N(\xi) - \\
 & - \frac{h}{420} (-42+13Bi^*h) c'_{N-1}(\xi) + \frac{h}{210} (21-11Bi^*h) c'_N(\xi) = \frac{h}{2} \theta^*,
 \end{aligned} \tag{49}$$

$$\begin{aligned}
 & -\frac{13}{420} (1+Bi^*) h^2 c_{N-1}(\xi) - \frac{11}{210} (1+Bi^*) h^2 c_N(\xi) - \\
 & - \frac{1}{140} (1+Bi^*) h^3 c'_{N-1}(\xi) + \frac{1}{105} (1+Bi^*) h^3 c'_N(\xi) = -\frac{h^2}{12} \theta^*.
 \end{aligned} \tag{50}$$

Полученная система обыкновенных дифференциальных уравнений (45)-(50) решена с помощью метода Рунге – Кутты с условием (7).

Проверка адекватности метода решения. Произведена апробация метода решения сравнением с результатами аналитического решения известной задачи о самовоспламенении для плоскопараллельного сосуда, имеющей аналитическое решение и предложенной Франк-Каменецким в работе [1]. На рис. 1 представлены графики аналитического и численного решения задачи о самовоспламенении.

Из рисунка видно, что кривые почти совпадают, а погрешность составляет порядка 5%. Данный рисунок свидетельствует о хорошей сходимости результатов численного и аналитического решения, что свидетельствует о корректности выбранного метода решения.

Для численной реализации разработанного алгоритма решения был создан свой программный комплекс.

Результаты численных исследований

Основная задача математической теории теплового взрыва заключается в исследовании динамики исследуемого процесса при заданных значениях управляющих параметров. Для классической модели теплового взрыва эти характеристики отражает некоторый параметр (например, δ – параметр Франк-Каменецкого), значение которого определяется начальным состоянием химической системы. В зависимости от значения этого параметра либо происходит переход реакции к медленному режиму, что ведет к затуханию реакции, либо реакция переходит в режим самоускорения, что приводит к взрыву.

Численные расчеты по исследованию теплопереноса при ламинарном движении химической реагирующей высоковязкой среды по модели (1)-(8) показывают, что переход от медленного режима к взрывному происходит в чрезвычайно узком промежутке изменения параметра, характеризующего начальное состояние системы. При некотором значении этого параметра, которое называется критическим, реакция срывается в режим прогрессивного нарастания температуры. Соответствующий режим называется критическим. На рис. 2 изображен один такой случай.

На основе разработанного алгоритма решения поставленной задачи были проведены расчеты по выявлению границ интервалов безопасных тепловых режимов. Результаты расчетов сведены в таблицу.

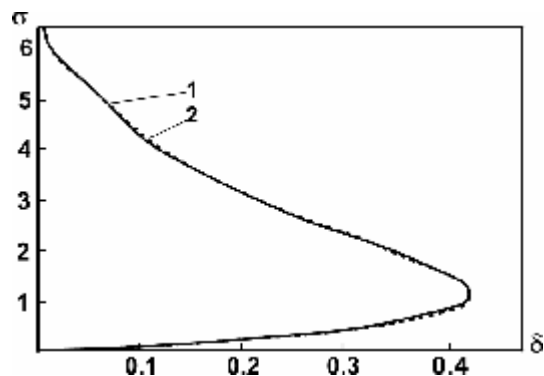


Рис. 1. Зависимость безразмерной температуры от параметра Франк-Каменецкого; аналитический метод – 1; метод Галеркина – 2

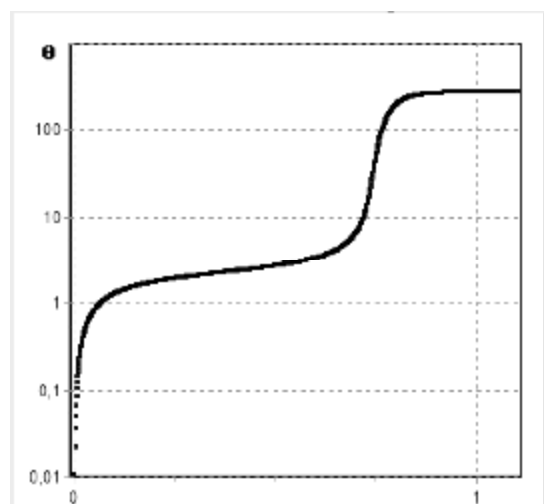


Рис. 2. Распределение безразмерной температуры по длине канала на начальном тепловом участке

Границы интервалов безопасных тепловых режимов теплопереноса

	I - VIII режимы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
$\delta \leq$	1,1	0,98	1,08	1	1,1	0,67	1,09	1,07
$\chi \leq$	0,01	0,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$\alpha \geq$	1,27	1,27	0,63	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
$\beta \geq$	0,156	0,156	0,156	0,1	0,156	0,156	0,156	0,156
$\gamma \geq$	0,03	0,03	0,03	0,03	0,1	0,03	0,03	0,03
$Bi^* \geq$	2	2	2	2	2	1	2	2
c_0	3	3	3	3	3	3	1	0,4
c_1	0,04	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04	1	3

Выводы

1. Представлен алгоритм решения задачи теплопереноса при исследовании условий возникновения критических тепловых режимов при ламинарном движении химически реагирующей среды на основе метода Галеркина.

2. На основе разработанного алгоритма решения поставленной задачи получены границы интервалов безопасных тепловых режимов.

Работа выполнена при проведении госконтракта № 1115 от 26.08.2009 в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, а также при финансовой поддержке РФФИ (№ 08-08-12109 оф).

ЛИТЕРАТУРА

1. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д.А. Франк-Каменецкий. М.: АН СССР, 1947. 492 с.
2. Конторова Т.А. К теории теплового взрыва / Т.А. Конторова, О.М. Тодес // Журнал физической химии. 1933. Т. 4. С. 81.
3. Тодес О.М. Теория теплового взрыва / О.М. Тодес // Журнал физической химии. 1939. Т. 13. С. 75.
4. Мержанов А.Г. Современное состояние теории теплового взрыва / А.Г. Мержанов, Ф.И. Дубовицкий // Успехи химии. 1966. Т. 36. Вып. 4. С. 656-683.
5. Новожилов Б.В. Тепловой взрыв при ламинарном движении реагирующей среды / Б.В. Новожилов, Н.Г. Самойленко, Г.Б. Манелис // Химическая физика. 2004. Т. 23. № 3. С. 62-66.
6. Штейнберг А.С. Тепловой взрыв при наличии колебаний температуры среды, окружающей реакцию смесь / А.С. Штейнберг, С.И. Худяев // Доклады РАН. 2005. Т. 403. № 2. С. 212-215.
7. Новожилов Б.В. Тепловой взрыв в перемешиваемой среде / Б.В. Новожилов, Н.Г. Самойленко, Г.Б. Манелис // Доклады РАН. 2002. Т. 385. № 2. С. 217-219.
8. Шкадинский К.Г. Анализ теплового взрыва в системах «пористый реагент – активный газ – твердый продукт» / К.Г. Шкадинский, Н.И. Озерковская, С.В. Костин // Физика горения и взрыва. 2004. Т. 40. № 3. С. 40-50.
9. Кравченко В.Ф. Асимптотики Пуанкаре решений задач нерегулярного тепло- и массопереноса / В.Ф. Кравченко, Г.А. Несененко, В.И. Пустовойт. М.: Физматлит, 2006. 216 с.
10. Котович А.В. Решение многомерной нелинейной задачи об очаговом тепловом взрыве асимптотическим методом / А.В. Котович, Г.А. Несененко // Материалы VI Минского Международного форума по теплообмену. Минск, 2008. С. 268-269.

11. Кутателадзе С.С. К гидродинамике жидкостей с переменной вязкостью / С.С. Кутателадзе, В.И. Попов, Е.М. Хабахпашева // Прикладная математика и техническая физика. 1966. № 1. С. 45-49.

12. Бахвалов Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. М.: Наука, 1975. 632 с.

Кадыров Айдар Ильдусович – кандидат технических наук, научный сотрудник Исследовательского центра проблем энергетики Учреждения РАН Казанского научного центра РАН

Kadiyrov Aydar Ildusovich – Candidate of Technical Sciences, Member of the Research Center of Power Engineering Problems of Russian Academy Institution of Kazan Scientific Centre RSA

Вачагина Екатерина Константиновна – доктор технических наук, заведующая лабораторией теплофизических исследований Исследовательского центра проблем энергетики Учреждения РАН Казанского научного центра РАН

Vachagina Ekaterina Konstantinovna – Doctor of Technical Sciences, Head of Heat-transfer research Laboratory of the Research Center of Power Engineering Problems of Russian Sciences Academy of Kazan Scientific Centre RSA

Статья поступила в редакцию 03.12.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 535.345.1

И.Л. Пластун

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ДВУХУРОВНЕВОЙ СРЕДЕ С НАСЫЩЕНИЕМ ПОГЛОЩЕНИЯ И ДИСПЕРСИИ

Предложена пространственно-временная численная модель для расчета распространения лазерного излучения, модулированного по частоте, в двухуровневой нелинейно-оптической среде с насыщением поглощения и дисперсии. Используемый численный метод основан на разложении поля по поперечной координате по модам Гаусса – Лагерра. В качестве исследуемых параметров рассмотрены зависимости выходной интенсивности пучка от времени и частоты при условиях, когда период модуляции сравним с атомными временами релаксации.

Численный метод, резонансное самовоздействие, распространение лазерного сигнала, частотная зависимость, модуляция, нестационарная оптическая нутация.

I.L. Plastun

NUMERICAL SIMULATION OF CW LASER EMISSION TRANSMISSION IN TWO-LEVEL AMBIENCE SATURABLE ABSORBER AND DISPERSION

The numerical model of the periodical modulated CW laser emission transmission through a two-level ambience saturable absorber and dispersion is presented in the article. Within the framework of the scalar paraxial optics the

investigated system is described by the set of normalized Maxwell-Bloch equations. To solve the equations we use second-order scheme based on the decomposition of the transverse field pattern in terms of Gauss – Laguerre modes described in this paper.

Numerical method, resonance self-action, laser transmission, frequency dependence, modulation, transitional optical nutation.

При распространении лазерного излучения в двухуровневых средах (например, в парах щелочных металлов) в условиях резонанса под действием мощного лазерного излучения среда начинает изменять свои оптические характеристики, что проявляется как насыщение поглощения и дисперсии (насыщение показателя преломления, или нелинейная рефракция). Эти эффекты вызывают наведенную дифракцию лазерного пучка, которая, в свою очередь, приводит к появлению резонансной самофокусировки при нулевой отстройке частоты поля от частоты перехода. В этом случае оптическая сила линзы, наведенной насыщением, равна нулю (см., например, [1, 2]). Было показано, что резонансное самовоздействие пучка вызывает асимметрию спектра пропускания интенсивности и полной мощности пучка. Все эти эффекты рассматривались в протяженных лазерных пучках. С точки зрения теории, вполне естественно описывать отклик среды на основе нелинейной восприимчивости. Очевидно, что тот же самый подход можно использовать для описания временных зависимостей поля, так как они достаточно медленны и сравнимы с атомными временами релаксации. Более быстрые изменения поля вызывают случайный кратковременный отклик среды и, таким образом, случайную самофокусировку и эффекты наведенной апертуры. Пространственно-временные численные модели достаточно удовлетворительно описывают проявления самофокусировки при распространении коротких импульсов (см., например, [3]). Экспериментальные проявления нестационарной резонансной самофокусировки частотно-модулированных лазерных пучков наблюдались в спектроскопии насыщения [4].

В наших предыдущих работах [5, 6] были представлены результаты численного моделирования резонансного самовоздействия периодически модулированных лазерных пучков в средах с насыщением поглощения и дисперсии. В настоящей работе более детально описываются численная модель и метод решения основной системы уравнений.

Модель в рамках скалярной параксиальной оптики основывается на прямом численном решении уравнений Блоха (2), (3), описывающих отклик среды, совместно с уравнением Максвелла (1), включающим собственный поперечный лапласиан, описывающим пространственно-временную эволюцию распространяющегося поля:

$$2i \left(\frac{\partial E}{\partial z} + \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} \right) + \nabla_{\perp}^2 E - v^2 \rho^2 E = gP, \quad (1)$$

$$\frac{\partial D}{\partial t} = -\gamma [D - 1 + i(E^* P - E P^*)], \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial t} = -(\Gamma + i\Delta)P - \frac{i}{2} \Gamma D E, \quad (3)$$

где g – единичная длина поглощения; $\nabla_{\perp}^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r}$ – поперечный лапласиан; γ, Γ – скорости релаксации заселенности и поляризации, соответственно; $D(z, \rho, \varphi, t)$ – разность заселенностей, нормированная на её величину в отсутствие насыщения; $E(z, \rho, \varphi, t), P(z, \rho, \varphi, t)$ – медленно меняющиеся амплитуды электрического поля и поляризации, соответственно; Δ – отстройка несущей частоты от частоты атомного перехода; v – параметр, учитывающий волновые свойства среды (если это необходимо). Единица амплитуды поля соответствует

уровню насыщения $D = 0,5$. Продольная координата z измеряется в единицах дифракционной длины, поперечная координата r нормирована на характерный радиус пучка a .

Уравнения (1)-(3) решались при начальных условиях:

$$E(z=0, \rho, \varphi, t) = E^0(\rho, \varphi, t); \quad E(z, \rho, \varphi, t=0) = 0; \quad D(z, \rho, \varphi, t=0) = 1; \quad P(z, \rho, \varphi, t=0) = 0.$$

В рассматриваемых примерах лазерный пучок на входе модулировался по частоте и анализировались локальный отклик среды и выходное поле. Изучение проявлений самовоздействия в этом случае усложнялось тем, что изменения выходной интенсивности из-за эффектов самовоздействия были слишком малы на фоне задаваемой модуляции.

Из-за особенностей представления поперечного профиля пучка в виде суперпозиции гауссовых мод модель недостаточно точно описывает поведение аксиально-несимметричных пучков, поэтому для упрощения рассматривались пучки, симметричные относительно оси распространения, что соответствует большинству физических экспериментальных задач по распространению лазерных сигналов. Для решения уравнений (1)-(3) нами была использована неявная разностная схема второго порядка, основанная на разложении поля по поперечной координате по модам Гаусса – Лагерра [3]. Эти моды были взяты как собственные моды пустого линейного волновода при $v \neq 0$, в противном случае модовый параметр связывался с параметром исходного пучка. Координаты дискретной четырёхмерной решётки ($z_k, \rho_i, \varphi_j, t_n$) представлены следующим образом: $t_n = nh/c$, $z_k = kh$ – координаты по времени и по продольной координате, соответственно; ρ_i – i -й радиальный узел, принятый равным нулю у моды Гаусса – Лагерра высшего порядка, $i = 0, \dots, L$, $\varphi_j = \frac{2\pi j}{2M+1}$ – j -й азимутальный узел, $j = 0,$

$\dots, 2M$. Каждая мода Гаусса – Лагерра определяется двумя числами – номером радиального узла $l = 0, \dots, L$ и топологическим зарядом вихря (или номером азимутального узла) $m = -M, \dots, M$. Обозначим дискретные расчётные функции, описывающие распространяющееся поле, поляризацию и разность заселённости среды как $E_{n,k,i,j} = E(z_k, \rho_i, \varphi_j, t_n)$, $P_{n,k,i,j} = P(z_k, \rho_i, \varphi_j, t_n)$, $D_{n,k,i,j} = D(z_k, \rho_i, \varphi_j, t_n)$, а $C_{n,k,l,m}$, $F_{n,k,l,m}$ – зависящие от z и t коэффициенты моды Гаусса – Лагерра для поля и поляризации, соответственно.

Таким образом, численный алгоритм может быть представлен в следующем виде:

$$E_{n,k,i,j} \rightarrow C_{n,k,l,m}; \quad (4)$$

$$P_{n,k,i,j} \rightarrow F_{n,k,l,m}; \quad (5)$$

$$i \frac{C_{n+1,k+1,l,m} - C_{n,k,l,m}}{h} = b_{l,m} \frac{C_{n+1,k+1,l,m} + C_{n,k,l,m}}{2} + g \frac{F_{n,k+1,l,m} + F_{n,k,l,m}}{4}; \quad (6)$$

$$C_{n+1,k,l,m} \rightarrow E_{n+1,k,i,j}; \quad (7)$$

$$c \frac{D_{n+2,k,i,j} - D_{n,k,i,j}}{2h} = -\gamma \left[\frac{D_{n+2,k,i,j} + D_{n,k,i,j}}{2} - 1 - 2 \operatorname{Im} \left(E_{n+1,k,i,j}^* \frac{P_{n+2,k,i,j} + P_{n,k,i,j}}{4} \right) \right]; \quad (8)$$

$$c \frac{P_{n+2,k,i,j} - P_{n,k,i,j}}{2h} = -(\Gamma + i\Delta) \frac{P_{n+2,k,i,j} + P_{n,k,i,j}}{2} - i \frac{\Gamma}{2} E_{n+1,k,i,j} \frac{D_{n+2,k,i,j} + D_{n,k,i,j}}{2}; \quad (9)$$

$$P_{n+2,k,i,j} \rightarrow F_{n+2,k,l,m};$$

$$i \frac{C_{n+2,k+1,l,m} - C_{n+1,k,l,m}}{h} = b_{l,m} \frac{C_{n+2,k+1,l,m} + C_{n+1,k,l,m}}{2} + g \frac{F_{n+2,k+1,l,m} + F_{n+2,k,l,m}}{4}; \quad (10)$$

$$C_{n+2,k,l,m} \rightarrow E_{n+2,k,i,j}. \quad (11)$$

Шаги (4) и (5) представляют собой прямое преобразование Гаусса – Лагерра, в результате которого получаем модовое представление для поля и поляризации, соответственно. Шаги (7), (9) и (11) – обратное преобразование Гаусса – Лагерра, после которого мы получаем истинные значения E и P .

Шаг (8) представляет собой решение системы двух линейных дифференциальных уравнений для действительной величины $D_{n+2,k,i,j}$ и комплексной величины $P_{n+2,k,i,j}$. Длина распространения берётся конечной $z_{\max} = Kh$. Таким образом, в памяти одновременно сохраняются четыре массива, каждый из которых имеет размерность $(L+1)(2M+1)K$. Данная расчётная схема имеет второй порядок по h . Устойчивость схемы в режиме распространения непрерывного лазерного излучения проверялась на основе примеров, решаемых аналитически, и путём сравнения с результатами, полученными на основе других численных методов. Отметим, что равенства (6) и (10) являются подобными, что очень важно для устойчивости метода. Выбор в пользу данной расчётной схемы был обусловлен тем фактом, что в методе расщепления, традиционно используемом в подобных задачах, достаточно часто проявляются высокочастотные осцилляции нефизической природы, что свидетельствует о неустойчивости этого метода для подобных задач.

В настоящей работе мы рассматриваем пучки, изначально модулированные по частоте. Распространяясь в резонансной поглощающей среде, пучок постепенно приобретает модуляцию интенсивности, которая вызывается обычной разницей поглощения на различных частотах. Этот эффект является не нелинейным, а спонтанным, он может возникать даже при низких интенсивностях и низких частотах модуляции. Необходимо отметить, что в этом случае не учитываются линзовые свойства среды, поскольку они возникают благодаря насыщению, а не частотно-зависимой рефракции. Нами исследовалось влияние насыщения поглощения и рефракции на процесс преобразования фазовой модуляции на входе в среду в амплитудную модуляцию на выходе. Частота модуляции была взята достаточно низкой для того, чтобы рассматривать насыщение как адиабатическое следование временным изменениям частоты. Более яркие проявления наведенной линзы наблюдались в режиме среднего насыщения. В этом режиме частота модуляции изменялась до тех пор, пока не станут проявляться спонтанные эффекты самовоздействия. При этом наблюдались сдвиг фазы модуляции и уменьшение амплитуды, вызванные инертностью отклика среды. В приводимых примерах продемонстрированы эффективность и устойчивость выбранной численной модели.

В данных исследованиях мы ограничились случаем изначально гауссова пучка. Частота пучка на входе в среду гармонически модулируется по времени, $\omega = \omega_0 + \omega_1 \sin \Omega t$, где ω_0 – несущая лазерная частота; ω_1 – амплитуда модуляции частоты; Ω – частота модуляции.

Принимая во внимание то, что мгновенная частота поля является производной по времени от фазы, можно записать комплексную амплитуду входного поля в виде:

$$E(0, \rho, \varphi, t) = E_0 \exp\left(-\frac{\rho^2}{2a^2}\right) \exp\left[i \frac{\omega_1}{\Omega} \cos(\Omega t)\right]. \quad (12)$$

Начальный радиус пучка a во всех рассматриваемых случаях был взят равным 1. Мы предполагаем, что центральная несущая частота ω_0 равна частоте атомного перехода, таким образом, $\Delta = 0$ в (3). В этом случае частота модулированного поля осциллирует симметрично по отношению к точной величине резонанса. Время и частота нормированы на времена релаксации. Для упрощения были взяты $\gamma = \Gamma = 1$. Амплитуда частотной модуляции $\omega_1 = 1$, т.е. отстройка частоты поля от резонанса составляет одну полуширину линии. В этом случае можно предположить наличие существенной амплитудной модуляции выходной интенсивности из-за постоянного изменения поглощения.

Исследуемыми параметрами являются интенсивность пучка на выходе из среды $I(z, r, t, \omega)$ и размер пятна $w(t)$, определяемый как второй момент поперечного распределения нормированной интенсивности:

$$w^2(t) = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\infty} \rho^3 d\rho |E(Z, \rho, \varphi, t)|^2 \left\{ \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\infty} \rho d\rho |E(Z, \rho, \varphi, t)|^2 \right\}^{-1}. \quad (13)$$

Рассматривались различные типы модуляции: слабый (низкочастотный: $\Omega = 0,25\pi$) и средний ($\Omega = 0,5\pi$). В режиме слабой модуляции спонтанные эффекты отклика среды пренебрежимо малы.

Длина распространения составляла шесть дифракционных длин пучка: $Z = z_{\max} = 6$, что является достаточным для наблюдения изменений в поведении лазерного сигнала. Линейное поглощение во всех рассматриваемых случаях принималось равным $g = 1$, и, таким образом, интенсивность на выходе из среды оказывалась небольшой из-за поглощения и дифракционного расплывания.

Рассматривались режимы слабого насыщения (вызываемого полем невысокой интенсивности ($E_0 = 0,1$)), когда эффекты резонансного самовоздействия пучка не возникают, среднего насыщения ($E_0 = 3$), когда начинается проявление эффектов резонансного самовоздействия, и сильного насыщения ($E_0 = 10$), когда эффекты резонансного самовоздействия весьма значительны.

Для удобства величина интенсивности в каждой точке графика на рис. 1 умножалась на специальный нормировочный множитель таким образом, чтобы разместить её на одном графике с размером пятна. В линейном режиме (рис. 1 а, $E_0 = 0,1$) модуляция выходной интенсивности близка к гармонической, её частота равна удвоенной частоте модуляции. Это следует из того факта, что симметричные сдвиги лазерной частоты в обе стороны от резонанса вызывают одинаковые изменения линейного поглощения. Размер пятна в этом случае не зависит от частотной модуляции, так как отсутствует наведенная линза.

В режиме насыщения (рис. 1 б, $E_0 = 5$) полупериоды модуляции становятся неравными, так как наведенная линза является положительной при частоте выше атомного перехода и отрицательной при частоте ниже перехода. Таким образом, увеличение интенсивности из-за слабого поглощения на частоте ниже резонанса сглаживается дефокусировкой. Прослеживается явная зависимость изменений интенсивности и поведения размера пятна.

В фокусирующей области пики интенсивности становятся больше. Размер пятна демонстрирует увеличение после спада в центре каждой фокусирующей области.

Поскольку при анализе отклика среды одной из основных характеристик является спектр пропускания, то возникает необходимость более подробного анализа частотных зависимостей интенсивности прошедшего лазерного сигнала.

Моделирование распространения частотно-модулированного пучка через двухуровневую среду с насыщением поглощения и дисперсии продемонстрировало ряд особенностей нестационарного самовоздействия пучка, зависящих от частоты модуляции и, в частности, приводящих к заметной асимметрии спектра насыщенного поглощения. С другой стороны, известно, что при быстром прохождении частоты лазера через резонанс с атомным переходом даже в линейном случае возникают переходные оптические процессы, подобные осцилляции свободной поляризации, или оптической нутации [7].

Проанализируем одновременное проявление и взаимное влияние резонансного самовоздействия лазерного пучка и нестационарных когерентных эффектов при периодическом сканировании частоты пучка вблизи атомного резонанса, для чего будем исследовать зависимость выходной интенсивности пучка от частоты лазера, модулируемой по гармоническому закону.

В случае слабого поля, когда изменения заселённостей пренебрежимо малы (рис. 2 а), демонстрируется зависимость выходной интенсивности от частоты лазера при $E_0 = 0,1$, $\Omega = 0,5$, $\omega_1 = 2$ с коррекцией времени распространения от входа до выхода из среды. Был рассмотрен один период стационарных осцилляций, возникающих после исходного переходного процесса, таким образом, частота лазера сканировалась вдоль атомного резонанса вперёд и назад. Было замечено, что провал интенсивности симметрично сдвигается в зависимости от направления сканирования частоты таким образом, что кривая зависимости за полный период напоминает петлю гистерезиса. Этот эффект представляет собой проявление нестационарного отклика среды, который постепенно исчезает по мере приближения частоты модуляции Ω к нулю.

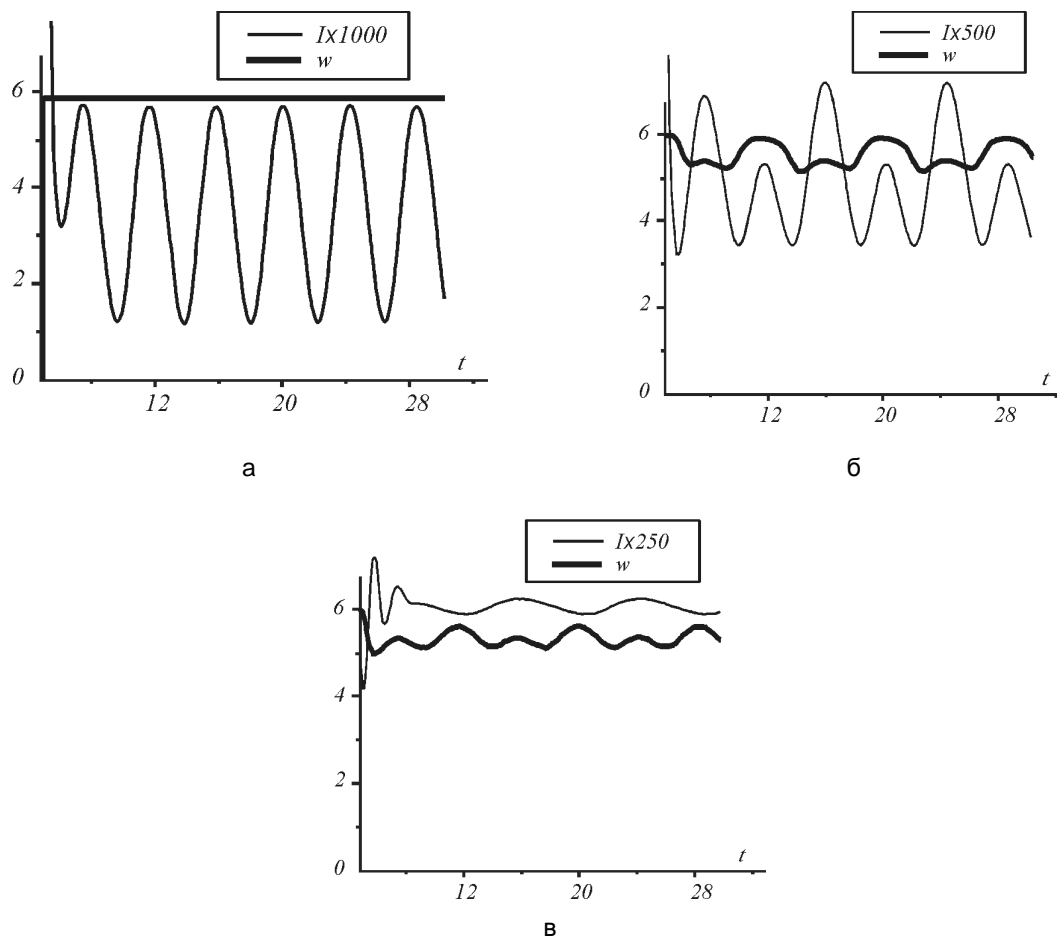


Рис. 1. Временные зависимости выходной интенсивности и размера пятна при низкой частоте модуляции $\Omega = 0,25$: а – отсутствие насыщения: $E_0 = 0,1$; б – среднее насыщение: $E_0 = 5$; в – сильное насыщение: $E_0 = 20$

Влияние насыщения проиллюстрировано на рис. 2 б, г, где $E_0 = 3$, $\Omega = 0,5$. Причиной асимметрии является резонансная самофокусировка, вызванная наведенной линзой, меняющей свой знак в момент прохождения резонанса. Асимметрия усиливается с увеличением частоты лазера, кроме того, присутствует эффект гистерезиса. Проявления запаздывающего отклика среды достаточно хорошо можно отследить также по зависимости выходной интенсивности от времени (рис. 1), но частотные зависимости дают более ясное представление об эффекте.

Дальнейшее увеличение частоты модуляции приводит, в основном, к уменьшению выходной амплитуды модуляции, которая является проявлением инерционного поведения среды. На высоких частотах амплитуда осцилляций выходной интенсивности становится пренебрежимо мала и среда, таким образом, играет роль инерционного сглаживающего элемента, поведение которого определяется некоторым не зависящим от времени эффективным полем.

При увеличении амплитуды частотной модуляции характер взаимодействия пучка со средой меняется: большую часть времени частота света далека от резонанса, и лишь на короткое время при прохождении резонанса взаимодействие велико. В таких условиях начинает проявляться процесс, подобный нестационарной оптической нутации [7], когда быстрое изменение частоты лазерного излучения приводит к тому, что коэффициент пропускания

возбужденной среды начинает приближаться к стационарному значению, проходя этап затухающих колебаний, а эти колебания, в свою очередь, вызывают затухающие осцилляции интенсивности выходного сигнала (рис. 3).

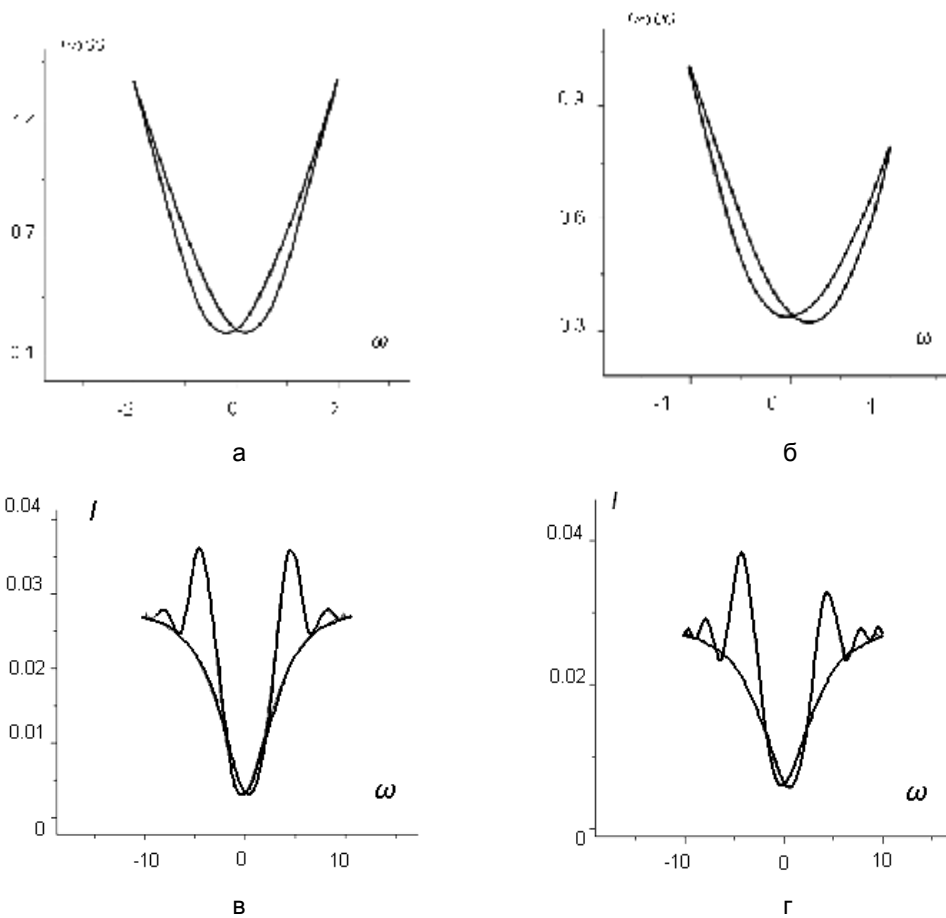


Рис. 2. Зависимость интенсивности на выходе из среды I от частоты лазера ω при отсутствии насыщения $E_0 = 0,1$, $\Omega = 0,5$ (слабое поле) (а, в); при умеренном насыщении $E_0 = 3$, $\Omega = 0,5$ (среднее поле) (б, г) в условиях проявления нестационарных когерентных эффектов при $\omega_1 = 10$ (в, г) и при их отсутствии: $\omega_1 = 2$ (а, б)

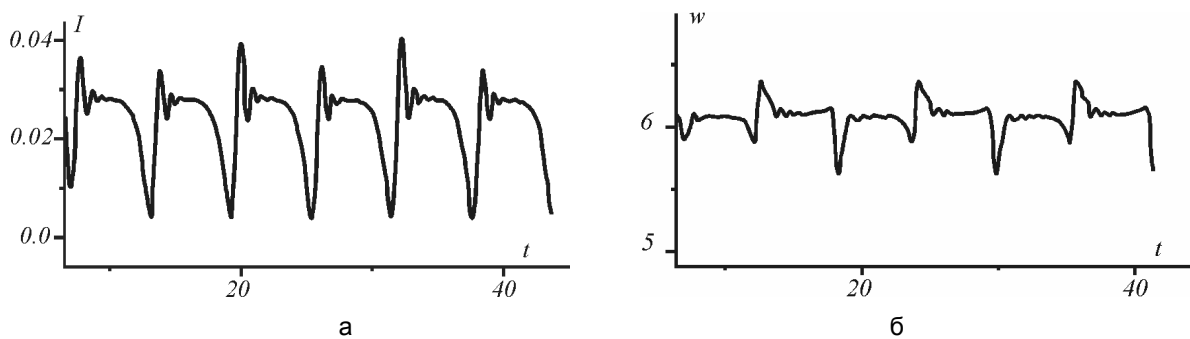


Рис. 3. Интенсивность на оси пучка I (а) и размер пятна w (б) в условиях проявления нестационарной оптической нутации: $E_0 = 3$, $\Omega = 0,5$, амплитуда модуляции $\omega_1 = 10$

Причина возникновения осцилляций заключается в том, что при быстром изменении частоты воздействующего на среду лазерного поля область резонанса, соответствующая максимальному воздействию, проходит очень быстро, и в силу инертности среды, энергия, запасенная в системе, начинает излучаться, вызывая затухающие колебания поляризации, и, как следствие – колебания интенсивности самого лазерного пучка. При следующем проходе через резонанс ситуация повторяется.

Необходимо отметить, что данный эффект одинаково сильно проявляется как в случае протяжённой среды, так и в случае оптически тонкого слоя, что закономерно объясняется природой этого явления, в основе которого лежит нестационарный отклик среды на воздействующее поле.

Таким образом, была разработана численная модель, адекватно описывающая распространение лазерного излучения с частотной или фазовой модуляцией в нелинейно-оптической двухуровневой среде с насыщением поглощения и дисперсии в условиях резонансного самовоздействия, когда проявляются эффекты наведенной линзы и диафрагмы.

Изменения модуляционных параметров распространяющегося сигнала приводят к проявлению нестационарной оптической нутации, являющейся следствием инерционности среды.

С учётом этих эффектов можно корректировать распространение лазерного сигнала при оптическом зондировании различных сред, увеличивать длину проникновения излучения при распространении сигнала в оптической связи и получать дополнительную информацию о свойствах среды на основе спектров пропускания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Observation of continuous-wave on-resonance «self-focusing» / K. Tai, H.M. Gibbs, M.C. Rushford, N. Peyghambaryan // Optics Letters. 1984. Vol. 9. № 6. P. 243-245.
2. Self-focused light propagation in fully saturable medium: experiment / M.L. Dowell, R.C. Hart, A. Gallagher, J. Cooper // Physics Review Application. 1996. Vol. 53. № 3. P. 1775-1781.
3. Numerical studies of beam and pulse propagation in lasers and nonlinear media: transverse pattern dynamics and nonparaxial effects / L.A. Melnikov, V.L. Derbov, I.V. Veshneva, A.I. Konukhov // Computers Mathematics Application. 1997. Vol. 34. № 7/8. P. 881-909.
4. Динамическая самофокусировка гауссова светового пучка при насыщении неоднородно-уширенной линии поглощения / Е.Н. Базаров, Г.А. Герасимов, В.П. Губин и др. // Квантовая электроника. 1990. Т. 17. № 2. С. 207-210.
5. Пластун И.Л. Численное моделирование резонансного самовоздействия лазерного сигнала, модулированного по частоте / И.Л. Пластун, В.Л. Дербов, А.В. Трофимов // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2008. № 3(35). Вып. 2. С. 11-18.
6. Transient Phenomena and Time-Dependent Resonance Self-Action in Phase-Modulated Laser Beams / V.L. Derbov, I.L. Plastun, V.V. Serov, A.V. Trofimov // Proceedings of 9th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON 2007). Rome, Italy, 2007. Vol. 1. P. 212-216.
7. Шен И.Р. Принципы нелинейной оптики / И.Р. Шен. М.: Наука, 1989. 560 с.

Пластун Инна Львовна –
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Программное
обеспечение вычислительной техники
и автоматизированных систем»
Саратовского государственного
технического университета

Plastun Inna Lvovna –
Associate Professor of the Department
of «Software and Automated Systems»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 11.12.09, принята к опубликованию 30.06.10

МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.9.047

А.И. Болдырев

ДОСТИЖЕНИЕ ЗАДАННОГО КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА УПРАВЛЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ

Рассмотрен метод комбинированной обработки, включающий анодное растворение и механическое упрочнение. Сочетание этих воздействий дает возможность получать высокую точность и требуемое качество внутренних поверхностей деталей машин. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Комбинированная обработка, технологические параметры, поверхностный слой.

A.I. Boldyrev

ACHIEVING THE REQUIRED MATERIAL QUALITY BY CONTROL OF MIXED CULTIVATION TECHNOLOGICAL CONDITIONS

The article is devoted to the method of mixed cultivation including anodic dissolution and mechanical hardening. Combination of these influences gives an opportunity to achieve high accuracy and required quality for the inner surfaces of machine components. The author presents the results of theoretical and experimental investigations.

Mixed cultivation, technological parameters, surface layer.

Введение. В Воронежском государственном техническом университете создана теория технологии комбинированной обработки, позволяющей гарантированно обеспечивать заданные точностные и эксплуатационные показатели изделий. В результате разработаны неизвестные ранее процессы, получившие название электрохимико-механической обработки. Эти процессы успешно использованы в оборонной, авиационной и ракетно-космической отраслях промышленности и в настоящее время применяются в производстве компрессоров, насосов, транспортных средств, изделий специального назначения. Электрохимико-механический метод позволяет производить обработку сложных деталей без дополнительных чистовых и упрочняющих операций и достичь значительной экономии.

Комбинированная электрохимико-механическая обработка внутренних поверхностей. Известно, что каждый вид обработки вносит изменения в поверхностный слой материала и оказывает влияние на его механические и эксплуатационные характеристики, осо-

бенно на усталостную прочность сплавов [1]. Если последней технологической операцией является пластическое деформирование, то ее влияние на качество поверхностного слоя существенно зависит от метода и условий предшествующей обработки (режимов обработки, геометрии упрочняющего инструмента, физико-механических свойств обрабатываемого и инструментального материала) [2]. Одним из способов удаления наследственных факторов от предыдущих технологических операций без внесения новых изменений поверхностного слоя является электрохимическая обработка, где в качестве электролитов используются водные растворы нейтральных солей.

Однако, для повышения долговечности деталей машин поверхностный слой должен обладать заданными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками. В этом случае припуск на упрочнение должен иметь строго рассчитанное значение с минимальными отклонениями. Отдельное формообразование внутренних поверхностей электрохимической размерной обработкой и последующим поверхностным пластическим деформированием может гарантировать стабильные результаты только при глубоком деформировании материала с высокой степенью наклепа, поскольку точность электрохимической обработки не превышает значений 9-10-го квалитетов ISO.

Анализ экспериментальных зависимостей влияния наклепа U_n на предел выносливости σ_{-1} показал, что усталостная прочность растет до некоторого предельного для данного материала значения. Дальнейшее упрочнение ведет уже к ее снижению. Так, усталостная прочность стали 40ХНМА достигает максимального значения при степени наклепа $U_n = 16\%$ (рис. 1 а), последующее наклепывание поверхности до $U_n = 30\%$ приводит уже к снижению предела выносливости на 4,6%. Еще более интенсивное изменение предела выносливости установлено для титанового сплава ВТ3-1 (рис. 1 б): изменение степени наклепа всего на 1% (с 11 до 12%) позволяет повысить предел выносливости на 39 МПа (на 13,7%), а увеличение степени наклепа еще на 4% приводит уже к снижению на 27,2%. На практике же гарантированно обеспечить требуемую степень наклепа, позволяющую достичь наибольшей прочности и долговечности детали, зачастую не удается, т.к. упрочнение наклепом даже на отдельных операциях чаще всего осуществляется по уже упрочненному предшествующими технологическими операциями поверхностному слою.

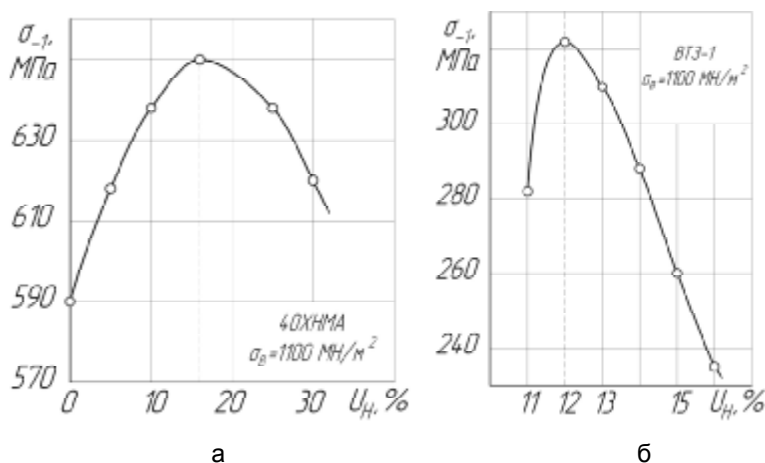


Рис. 1. Влияние наклепа поверхностного слоя на предел выносливости:
а – сталь 40ХНМА; б – сплав ВТ3-1

Формообразование внутренних поверхностей высокой точности с заданным упрочнением комбинированной обработкой возможно при взаимном регулировании процесса анодного растворения постоянной силой деформирования и достижения стабильной исходной

поверхности под наклеп за счет анодного растворения на глубину, превышающую глубину залегания остаточных напряжений. Для реализации идеи предложен способ электрохимико-механической обработки внутренних поверхностей [3], по которому обработку ведут с использованием комбинированного электрода-инструмента, выполненного из изолированных один от другого инструмента для электрохимической обработки и инструмента для калибрующего протягивания (рис. 2).

Электрод-инструмент содержит рабочую часть 1, калибрующий элемент (дорн) 2, передний 3 и задний 4 направляющие элементы, выполненные по форме контура обрабатываемой поверхности из диэлектрика. В элементе 2 для прохода электролита выполнены отверстия 5, а в элементах 3 и 4 – пазы 6 и 7, соответственно. Рабочая часть 1 и калибрующий элемент 2 соединены между собой посредством тяги 8 с диафрагмой 9 и упругого элемента 10. На внутренней поверхности рабочей части 1 установлен прерыватель тока к механизму для протягивания со штоком 11, а на внутреннем торце ее – тонкая диэлектрическая прокладка 12. Рабочий ток от источника питания подводится токоподводом 13.

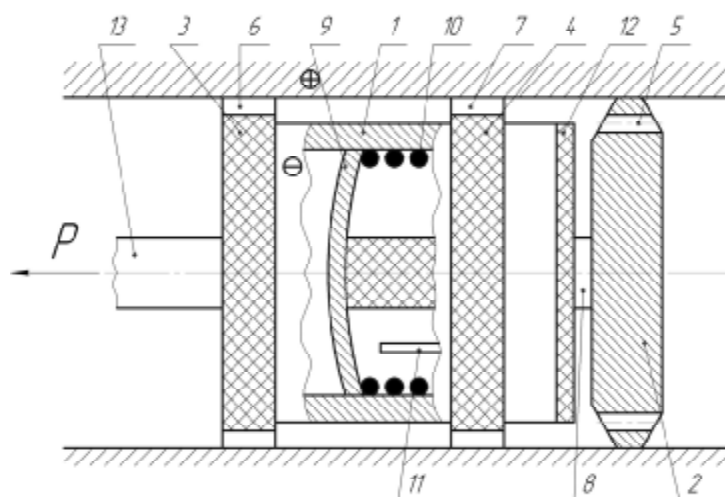


Рис. 2. Комбинированный инструмент для электрохимико-механической обработки

Для заданной величины наклепа расчетным путем определяется припуск, необходимый для калибрующего протягивания

$$z_{\text{упр}} = \frac{d_0}{200} \sqrt[n]{\frac{U_n \cdot HB_0}{100 \cdot A}}, \quad (1)$$

где d_0 – диаметр отверстия перед обработкой калибрующим элементом; HB_0 – твердость, соответствующая ненаклепанному состоянию металла; A, n – эмпирические коэффициенты.

Скорость перемещения комбинированного инструмента задают такой, чтобы независимо от исходного припуска после обработки поверхности рабочей частью 1 инструмента оставался назначенный припуск под протягивание. Для регулирования скорости перемещения используется постоянная сила его перемещения P .

При подаче рабочего тока и электролита в зону обработки происходит анодное растворение обрабатываемой поверхности под рабочей частью 1 до величины припуска, необходимого для протягивания. При дальнейшем движении комбинированного инструмента калибрующий элемент 2 удаляет оставшийся припуск и создает требуемый наклеп поверхности. Если имеется местное снижение диаметра канала заготовки, то способ позволяет ускоренно удалять повышенный припуск непосредственно перед калибрующим элементом 2 за счет задания рабочей части 1 осциллирующего движения вдоль оси обработки. При этом ис-

пользован эффект производительного локального съема металла в месте повышенного наклепа, создаваемого ударными усилиями инструмента.

В тех случаях, когда происходит остановка калибрующего элемента 2 на участках снижения диаметра обрабатываемого канала, рабочая часть 1 комбинированного электрода-инструмента продолжает движение до тех пор, пока диафрагма 9 тяги 8 не надавит на шток 11 прерывателя тока механизма для протягивания. В результате снимается рабочая продольная сила P и происходит полная остановка электрода-инструмента. Под действием элемента 10 рабочая часть 1 начинает совершать возвратно-поступательное движение к калибрующему элементу 2. По достижении рабочей частью 1 исходного положения освобождается шток 11 и подается рабочая сила протягивания, возобновляется движение подачи комбинированного электрода-инструмента.

Рабочая сила протягивания

$$P = \pi \cdot p_k \cdot z_{\text{инп}} \cdot d_k \cdot \left(1 + \frac{f}{\text{tg } \alpha} \right), \quad (2)$$

где p_k – нормальное контактное давление; d_k – диаметр калибрующего элемента; f – коэффициент трения; α – угол заборного конуса калибрующего элемента.

Исследования качества поверхности [4] после комбинированной обработки показали, что пластическая деформация, обусловленная калибрующим элементом, повышает физико-механические и эксплуатационные характеристики поверхностного слоя. После комбинированной обработки поверхность практически не содержит следов анодного растворения и питтинга, которые характерны для предшествующей электрохимической обработки, т.е. имеет место эффект «залечивания» дефектов. Происходит образование текстуры и измельчение зерен. Структура поверхностных слоев становится близкой к структуре аморфных металлических материалов, чем, видимо, и объясняется повышение эксплуатационных характеристик изделий.

Измерение шероховатости показало возможность стабильного достижения $R_a = 0,16-0,08$ мкм – для сталей; $R_a = 0,32-0,16$ мкм – для сплавов алюминия.

Предел выносливости после комбинированной обработки превосходит предел после электрохимической обработки, соизмерим с пределом выносливости, обеспечиваемым механической обработкой с упрочнением [4].

Выводы

1. Механические характеристики материалов после электрохимико-механической обработки сохраняются в допустимых пределах и последующей обработки поверхности не требуется.

2. Полученная структура поверхностного слоя обеспечивает высокие механические показатели, особенно необходимые для деталей, работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

3. Результаты усталостных испытаний исследуемых материалов после электрохимико-механической обработки позволяют рекомендовать предложенный способ взамен операций развертывания, шлифования, полирования и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулима А.М. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин / А.М. Сулима, В.А. Шулов, Ю.Д. Ягодкин. М.: Машиностроение, 1988. 240 с.
2. Технологические основы обеспечения качества машин / под ред. К.С. Колесникова. М.: Машиностроение, 1990. 256 с.
3. А.с. 1085734 СССР, МКИ³ В 23 Р 1/04. Способ электрохимико-механической обработки / А.И. Болдырев, В.П. Смоленцев (СССР). Опубл. 1984. Бюл. № 14.

4. Болдырев А.И. Обеспечение заданного качества поверхностного слоя каналов комбинированной обработкой / А.И. Болдырев // Известия ОрелГТУ. 2009. № 2-3/274(560). С. 59-63.

Болдырев Александр Иванович –
кандидат технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
«Технология машиностроения»
Воронежского государственного
технического университета

Boldyrev Aleksander Ivanovich –
Candidate of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department
of «Technology of Machine Building»
of Voronezh State Technical University

Статья поступила в редакцию 28.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 629.113.004.67

А.С. Денисов, Б.Ф. Тугушев, Е.Ю. Горшенина

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА АВТОТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Проведен анализ усталостной прочности и усталостных разрушений коленчатого вала двигателя КамАЗ-740. Обоснованы теоретические зависимости и сделаны соответствующие выводы.

Коленчатый вал, усталостное разрушение, стержневая система, фотоупругость, метод конечных элементов.

A.S. Denisov, B.F. Tugushev, E.Yu. Gorshenina

STRESS-DEFORMED STATE EVALUATION OF AUTOMOBILE AND TRACTOR ENGINE CRANKSHAFT

This is a research of KAMAZ-740 crankshaft fatigue durability, fatigue failure and resource. Certain theoretical formulas and recommendations are introduced in the article.

Crankshaft, fatigue failure, beam system, photo elasticity, finite element method.

При работе коленчатый вал (КВ) подвергается действию радиальных и тангенциальных составляющих сил, приложенных к его шатунным шейкам, центробежных сил вращающихся масс, реакций опор, а также момента сопротивления вращению трансмиссии, периодическое действие которых вызывает появление упругих колебаний КВ (изгибных и крутильных).

Особенно высокие нагрузки несут шатунные шейки и щеки КВ. Характер разрушений элементов КВ показывает на преимущественное действие изгибающих моментов и меньшее действие крутящего момента. Усталостные разрушения (трещины) начинаются в области концентраторов напряжений (галтели, отверстия для смазки, грязеуловители). Нарастание

степени усталостных разрушений в элементах КВ в процессе эксплуатации носит преимущественно стохастический характер.

Наиболее часто усталостное разрушение вала происходит по щеке в зоне перекрытия шатунных и коренных шеек (рис. 1), которое для двигателей КамАЗ-740 составляет 27,5 мм при номинальном размере шеек.

Для нормальных напряжений σ_u от изгибающей нагрузки справедливо:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W}, \quad (1)$$

где M_u – изгибающий момент (в процессе эксплуатации практически не меняется); W – момент сопротивления сечения на изгиб.

При перешлифовывании коренных и шатунных шеек на последний ремонтный размер перекрытие сокращается на 2 мм (7,2%). Расчеты показывают, что уровень напряжений изгиба повышается при этом в среднем на 8%.

Существенно снижается несущее сечение в процессе эксплуатации за счет распространения усталостных трещин от очагов (в данном случае галтелей), что показано на рис. 1.

Для анализа силового взаимодействия шатунной и коренной шеек в зоне их перекрытия рассмотрим плоскую модель, представленную на рис. 2 а. Здесь Z – равнодействующая сила, передаваемая от шатунов; Z_A, Z_B – реакции опор. Для простоты рассмотрим только правую часть модели, где $l_{ш}$ – толщина щеки; $l_{ку}$ – длина коренной шейки; p – величина перекрытия шеек. В зоне перекрытия сплошной металл заменен неизменяемой стержневой системой, состоящей из стержней 2-1, 2-4 и 3-4. Сами стержни имеют шарнирные соединения в соответствующих узлах и могут испытывать только осевые нагрузки в виде растягивающих или сжимающих усилий. Если рассечь стержневую систему линией 1-1 и рассмотреть правую часть (рис. 2 б), можно легко определить усилия в самих стержнях.



Рис. 1. Форма усталостного разрушения коленчатого вала по щеке

Очевидно, что:

$$R_{2-1} = \frac{Z_b \cdot \left(\frac{l_{ку} + l_{ш}}{2} \right)}{p}; \quad (2)$$

$$R_{2-4} = \frac{Z_b \cdot \sqrt{p^2 + l_{ш}^2}}{p}; \quad (3)$$

$$R_{3-4} = \frac{Z_b \cdot \frac{l_{ку}}{2}}{p} . \quad (4)$$

В формулах (2)-(4) R_{i-j} – усилие, передаваемое стержнем; i – узел, на который передается усилие стержнем; j – узел, от которого передается это усилие.

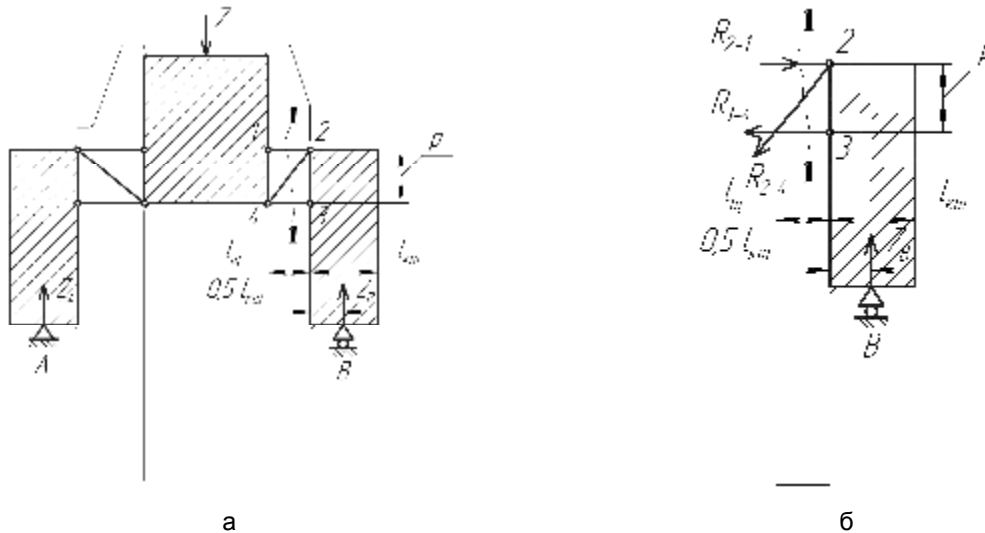


Рис. 2. Плоская модель кривошипа коленчатого вала (а) и схема для определения усилий (б)

Верхний стержень 2-1 будет сжат, а два других: 2-4 и 3-4 – растянуты. Если взять в качестве примера перекрытие между 4-ми коренной и шатунной шейками двигателя КамАЗ-740, то $l_{ку} \approx 27$ мм (с учетом надгалтельных буртиков), $l_{ку} \approx 36$ мм, $p = 27,5$ мм, то получается, что $R_{2-1} = 1,64 \cdot Z_b$; $R_{2-4} = 1,40 \cdot Z_b$; $R_{3-4} = 0,66 \cdot Z_b$. Из этого следует, что самое большое растягивающее усилие – в стержне 2-4 и оно сопровождается растягивающим усилием в стержне 3-4, которое составляет 47% от нагрузки в 2-4. Усилие в стержне 2-1 хоть и на 17,1% превышает нагрузку в 2-4, но оно сжимающее, поэтому считаем, что не несет ответственность за разрушение детали, а опасное сечение соответствует расположению стержня 2-4, что, в общем-то, хорошо видно на практическом примере (рис. 1). Далее перейдем к геометрии опасного сечения, моделью которого служит стержень 2-4.

Для разработки модели, пригодной к анализу процесса разрушения, рассмотрим схему перекрытия шеек (рис. 3 а).

Исходя из нее, для величины перекрытия шеек p , имеем:

$$p = R_k + R_u - r , \quad (5)$$

где R_k – радиус коренной шейки; R_u – радиус шатунной шейки; r – радиус кривошипа.

Для КВ двигателя КамАЗ-740 при радиусе кривошипа 60 мм, номинальном диаметре коренной шейки 95 мм и шатунной – 80 мм величина p соответствует 27,5 мм (5), что указывалось выше. Теперь задача состоит в определении координат точек B и C (точек пересечения контуров коренной и шатунной шеек) относительно осей X и Y. Исходя из правил аналитической геометрии [1], имеем:

– уравнение окружности коренной шейки:

$$x^2 + y^2 = R_k^2 , \quad (6)$$

– уравнение окружности шатунной шейки:

$$x^2 + (y - r)^2 = R_u^2 . \quad (7)$$

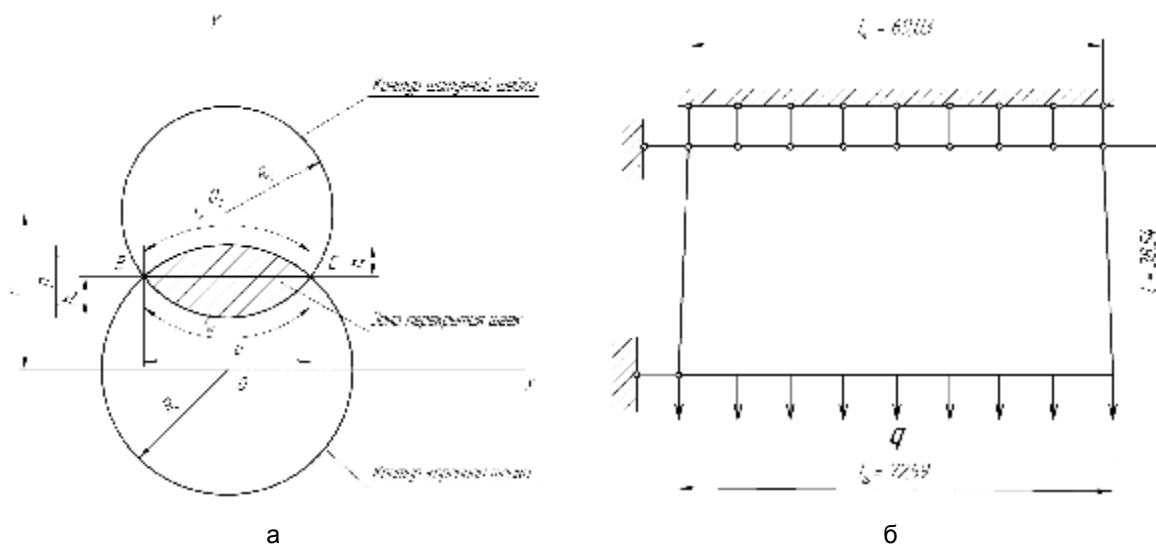


Рис. 3. Схема перекрытия шеек коленчатого вала (а), плоская модель опасного сечения и схема ее нагружения (б)

В уравнениях (6) и (7) x и y – координаты точек окружностей шеек. Решая систему уравнений (6) и (7) при вышеуказанных размерах, получаем координаты точек пересечения окружностей шатунной и коренной шеек (в мм) относительно центра окружности коренной: $B(-31,594; 35,469)$; $C(31,594; 35,469)$. Отсюда вычисляем все недостающие параметры схемы на рис. 3 а.

Тогда:

$$a = 2 \cdot |x| = 63,188 \text{ (мм)}, \quad (8)$$

где a – хорда перекрытия шеек.

Для определения стрелы сегмента коренной шейки h_k и стрелы сегмента шатунной шейки h_u используем следующие зависимости:

$$h_k = R_k - y = 12,031 \text{ (мм)}; \quad (9)$$

$$h_u = R_u - (r - y) = 15,469 \text{ (мм)}. \quad (10)$$

Для определения длины дуги перекрытия, соответствующей коренной шейке l_k и длины дуги перекрытия, соответствующей шатунной шейке l_u , используем значения из (8)-(10) и формулы из [1]:

$$l_k = \sqrt{a^2 + \frac{16}{3} \cdot h_k^2} = 69,027 \text{ (мм)}; \quad (11)$$

$$l_u = \sqrt{a^2 + \frac{16}{3} \cdot h_u^2} = 72,587 \text{ (мм)}. \quad (12)$$

Мы сделали допущение, что эти дуги представляют собой границы опасного сечения вдоль направляющей линии цилиндрических поверхностей шеек. Длину опасного сечения l с некоторым допущением можно определить из рис. 2 а по формуле:

$$l = \sqrt{l_u^2 + p^2} = 38,539 \text{ (мм)}. \quad (13)$$

Численное значение здесь определено для щеки, расположенной между 4-й коренной и 4-й шатунной шейками КВ двигателя КамАЗ-740 с учетом надгалтельных буртиков.

Таким образом, мы можем также с некоторыми допущениями представить опасное сечение в виде плоской модели, к которой приложено растягивающее усилие (рис. 3 б).

Модель представляет собой равнобедренную трапецию, верхнее и нижнее основания которой равны длинам опорных дуг l_k и $l_{ш}$, вычисленным по формулам (11) и (12), а высота равна величине l , вычисленной по формуле (13). Верхнее основание имеет распределенную связь по оси Y и лишено перемещений по оси X . Нижнее основание нагружено распределенной (условно считаем, что равномерно распределенной) нагрузкой q , направленной вдоль оси Y , также нижнее основание лишено перемещений вдоль оси X . Отсутствие перемещений по оси X моделирует влияние на опасное сечение оставшейся части щеки, включая противовес, которые не испытывают рассматриваемых нагрузок. Проведенный эксперимент на прозрачной модели в поляризованном свете (рис. 4) показал сходство линий распределения напряжений с линиями развития трещин в перекрытии шеек на реальной детали (рис. 1). При совершенствовании коленчатого вала и обосновании способов его восстановления необходимо учитывать особенности усталостных разрушений.

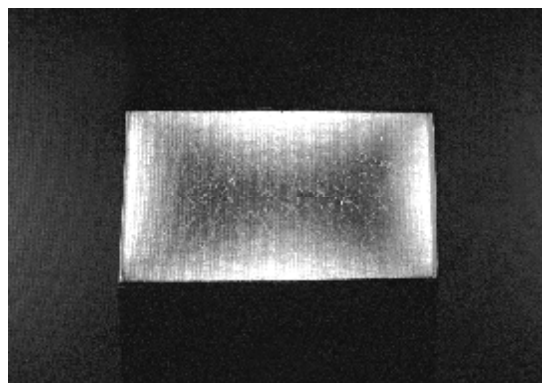


Рис. 4. Распределение напряжений в прозрачной модели, видимое в поляризованном свете

Это в первую очередь относится к недопущению холодной правки валов, что снижает усталостную прочность на 30% и более [2, 3]. Аналогичное действие оказывает сетка микротрещин в зоне разъема штампа (на 20-40%) [2, 3]. Накатка галтелей роликом повышает усталостную прочность на 15% [2, 3]. Все эти факторы следует учитывать и при разработке технологий восстановления вала.

Главным критерием любого моделирования в рассматриваемой области является соответствие характера разрушения реального объекта с характером прогнозируемого разрушения модели [4]. Объектом исследования служил коленчатый вал двигателя КамАЗ-740, восстановленный с использованием наплавочной технологии, выполненной под слоем флюса АН-348А проволокой 1,6Нп-30ХГСА ГОСТ 10543-98. Вал был наплавлен и отшлифован, после чего проводились эксплуатационные испытания до момента его разрушения. Разрушение произошло в двух местах: поперек четвертой кривошипной шейки со стороны заднего торца детали и в зоне прилегающей щеки со стороны переднего фланца вала (рис. 5).

Классическая схема нагружения для расчета коленчатого вала представлена на рис. 6 [5]. При проектировании коленчатого вала его размеры намечают на основании ориентировочных эмпирических соотношений, согласуя их с компоновочными размерами двигателя. После составления эскиза коленчатые валы рассчитывают на прочность и износ, в результате чего размеры отдельных его элементов определяют окончательно. Расчетными нагрузками при этом являются радиальная Z и тангенциальная T (действующая на плече, равном радиусу кривошипа r) составляющие суммарных сил. Точный расчет коленчатого вала на прочность, вследствие сложности его формы, практически невозможен [5]. Применяют, главным образом, расчет коленчатого вала как плоской двухопорной рамы, один конец которой опирается на подвижный шарнир, а другой – на неподвижный. Осевые нагрузки при этом отсутствуют.



Рис. 5. Характер разрушения шейки коленчатого вала в результате эксплуатационных испытаний

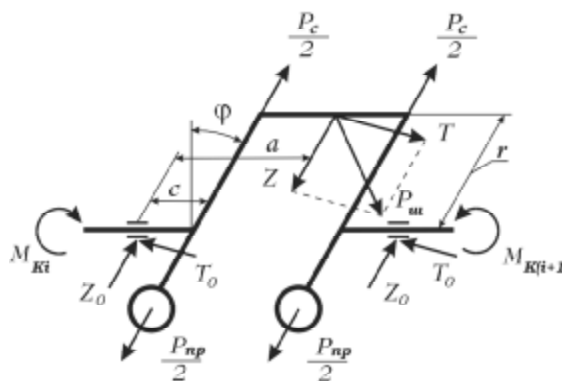


Рис. 6. Классическая расчетная схема коленчатого вала [5]

Изучение причин поломок коленчатых валов показывает, что в большинстве случаев они являются следствием усталости материала детали. Элементы фратографического исследования здесь представлены на рис. 7.

Наиболее опасными в этом отношении участками коленчатого вала являются те, где может возникнуть значительная концентрация напряжений. Априорно всегда известно, что в шатунных и коренных шейках опасными местами являются края отверстий для смазки, а в щеках – сопряжения их с шейками. Практический опыт лабораторных испытаний и эксплуатации показывает, что в предельном состоянии коленчатый вал, как правило, бывает разрушен в результате действия нормальных напряжений, вызванных изгибающими нагрузками в плоскости кривошипа. Крайне редко коленчатые валы имеют характерный вид разрушения от кручения. Теоретически процесс распределения внутренних напряжений в коленчатом вале можно описать, применяя сеточные или вариационные методы расчета. Метод конечных элементов относится к разряду вариационных.

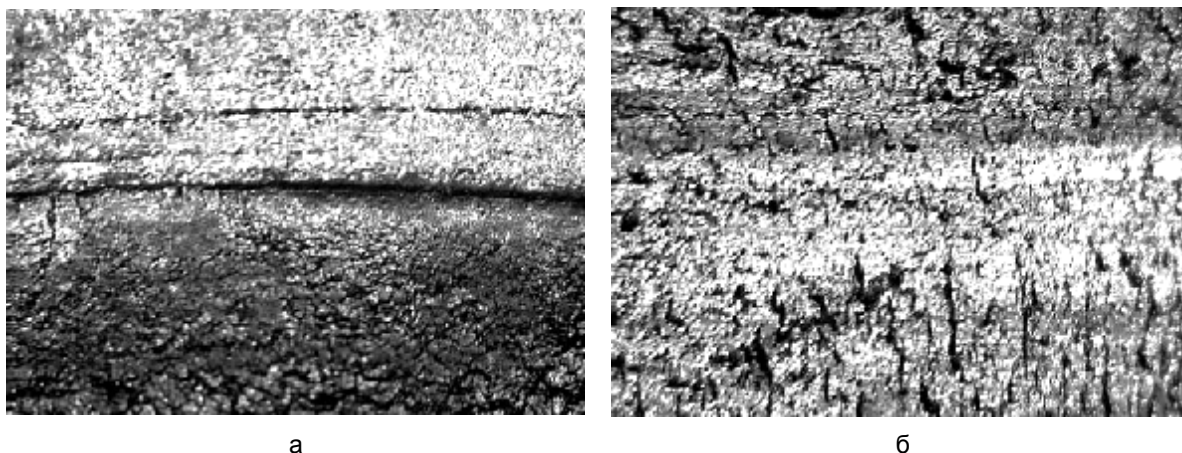


Рис. 7. Макроструктуры изломов: а – переход зоны развития усталостной трещины в зону хрупкого разрушения в щеке (50:1); б – зона развития усталостной трещины в шейке коленчатого вала (50:1)

Одна из целей данной работы – смоделировать возможную картину разрушения с использованием метода конечных элементов, что постепенно становится стандартом при проведении научных и инженерных расчетов. Были допущения:

- во-первых, мы рассмотрели плоскую модель, имеющую очертания проекции фрагмента реального коленчатого вала на плоскость, параллельную плоскости кривошипа (рис. 8 а);
- во-вторых, в силу закономерности из [5]:

$$M_{из} = Z_0 a - \left(\frac{P_{np}}{2} - \frac{P_c}{2} \right) (a - c), \quad (14)$$

где $M_{из}$ – величина изгибающего момента; Z_0 – реакция опоры в плоскости кривошипа; a – расстояние от опоры до середины кривошипной шейки; P_{np} – центробежная сила инерции от вращения противовесов; P_c – центробежная сила инерции от вращения кривошипа; c – расстояние от опоры до щеки вала, мы пренебрегли составляющими P_{np} и P_c , условно считая, что они уравновешивают друг друга;

- в-третьих, нагрузку на кривошипную шейку от двух шатунов мы заменили равномерно распределенной нагрузкой и приравняли ее к единице, последнее, в пределах закона Гука, не ведет к изменению соотношений между собой величин внутренних напряжений, поэтому картина распределения их в детали остается прежней;

- в-четвертых, концентрированные опоры по серединам коренных шеек мы заменили распределенными опорами с теми же степенями свободы, что и на схеме, изображенной на рис. 6;

- в-пятых, учитывая, что максимальная нагрузка от давления газов передается через шатун при угле поворота коленчатого вала φ равном, примерно, 15° от верхней мертвой точки такта сжатия, практически вся эта нагрузка $P_{ш}$, в силу малости указанного угла, прикладывается в качестве перерезывающей силы к кривошипной шейке, а тангенциальная составляющая T весьма невелика, так же как и T_0 , по этой же причине мы не рассматриваем набегающий M_{K_i} и сбегающий $M_{K_{(i+1)}}$ крутящие моменты.

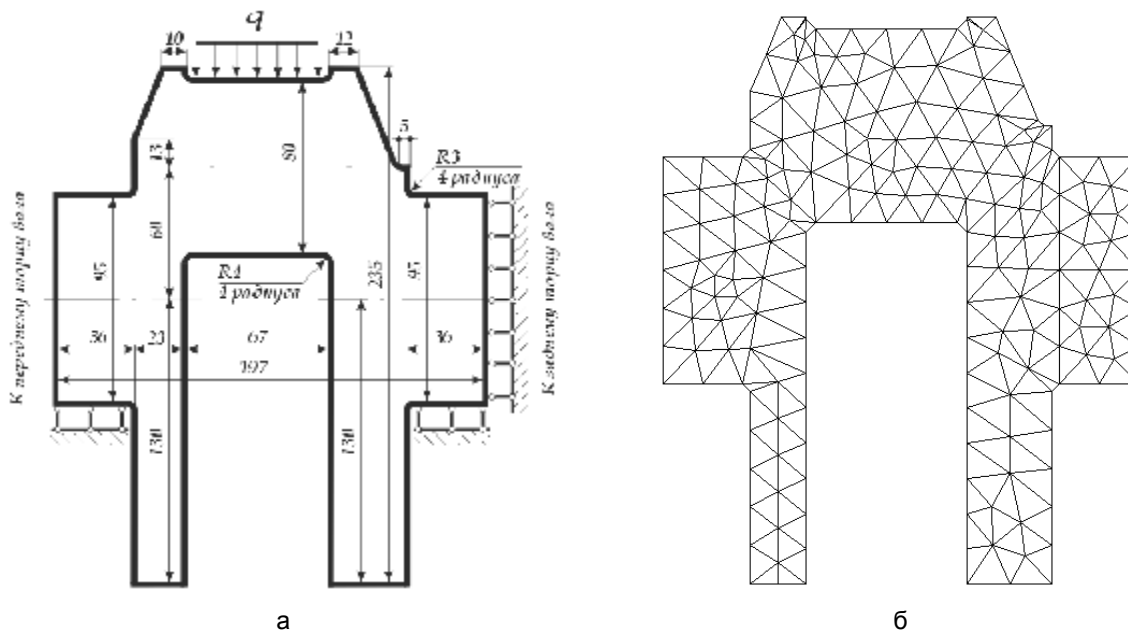


Рис. 8. Схема нагружения модели четвертого кривошипа коленчатого вала двигателя КамАЗ-740 (а) и схема конечных элементов (б)

Аппроксимация проводилась треугольными элементами. Разбиение на конечные элементы представлено на рис. 8 б. Схема предусматривала 194 узла, что было вполне достаточно для визуализации результатов. Расчет осуществлялся в среде программы Elcut 4.2. Оценка напряженного состояния проводилась по критерию фон Мизеса σ_e , для которого формула в общем виде выглядит так:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}, \quad (15)$$

где σ_1 , σ_2 и σ_3 – главные напряжения, упорядоченные по убыванию. При этом в конкретно рассматриваемом двумерном случае $\sigma_3 = 0$. Результаты расчета представлены на рис. 9 а. Теперь можно сравнить данные рис. 5 и рис. 9 а. На обоих справа (со стороны заднего торца вала) видна характерная S-образная область, проходящая поперек кривошипной шейки. Расположение на рис. 9 а области напряженного состояния слева от кривошипной шейки (со стороны переднего торца вала) также близко к картине профиля излома, изображенного на рис. 5.

Если уменьшить разрешающую способность результатов решения, то можно выделить области, в которых будут возникать значительные напряжения (рис. 9 б). Идентификация этих областей необходима для проведения исследований усталостных трещин при дефектоскопии коленчатого вала при его ремонте.

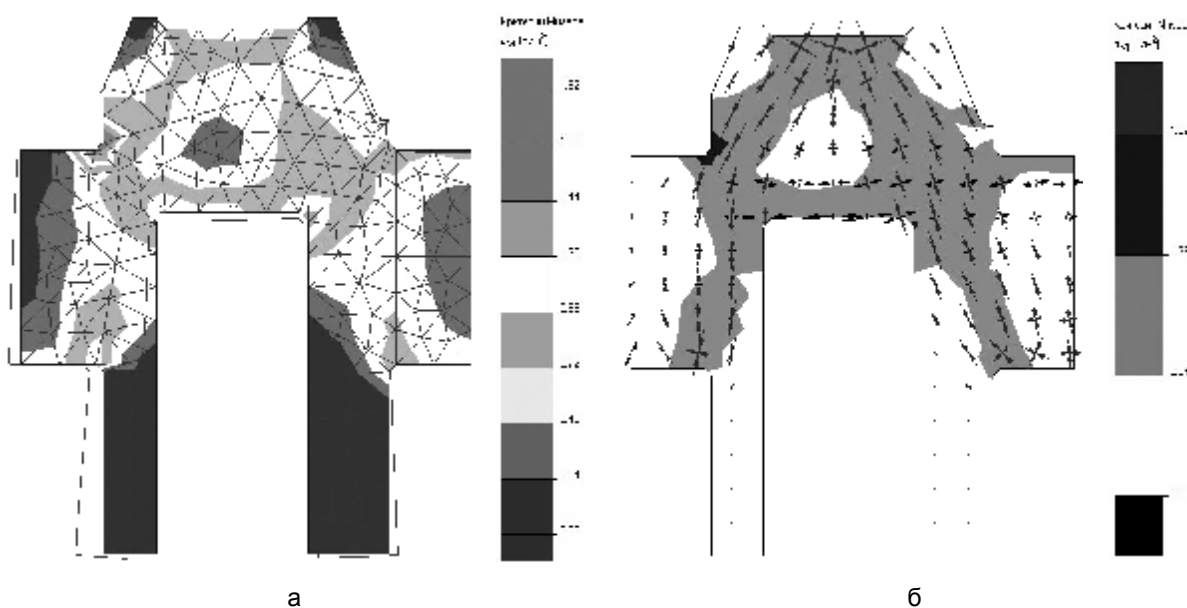


Рис. 9. Результаты расчета (а) и области значительных напряжений в кривошипе (б)

Выводы

Основные разрушения КВ происходят под действием изгибающих нагрузок, вызывающих нормальные напряжения, что подтверждается картиной распространения трещин. При моделировании необходимо учитывать наличие растягивающих напряжений в зоне перекрытия шеек. Результаты расчета по методу конечных элементов подтверждаются характером разрушения детали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев; 13-е изд., исправл. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 544 с.

2. Повышение надежности дизелей ЯМЗ и автомобилей КрАЗ / под ред. Н.С. Ханина. М.: Машиностроение, 1974. 288 с.

3. Долецкий В.А. Увеличение ресурса машин технологическими методами / В.А. Долецкий // Двигатели. Надежность двигателей. М.: Машиностроение, 1978. 216 с.

4. Техническая эксплуатация автомобилей / под ред. Е.С. Кузнецова. М.: Транспорт, 1983. 488 с.

5. Попык К.Г. Автомобильные и тракторные двигатели. Часть II. Конструкция и расчет двигателей / К.Г. Попык, К.И. Сидорин, А.В. Костров; под ред. И.М. Ленина. М.: Высшая школа, 1976. 280 с.

Денисов Александр Сергеевич –
доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
«Автомобили и автомобильное хозяйство»
Саратовского государственного
технического университета

Denisov Aleksander Sergeevich –
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Department of «Automobiles
and Automotive Enterprise»
of Saratov State Technical University

Тугушев Борис Федорович –
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Автомобили и автомобильное хозяйство»
Саратовского государственного
технического университета

Tugushev Boris Fedorovich –
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of
«Automobiles and Automotive Enterprise»
of Saratov State Technical University

Горшенина Екатерина Юрьевна –
аспирант кафедры
«Автомобили и автомобильное хозяйство»
Саратовского государственного
технического университета

Gorshenina Ekaterina Yuriyevna –
Postgraduate Student of the Department
«Automobiles and Automotive Enterprise»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 20.05.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 628.157

В.М. Земсков, Н.В. Краснолудский, И.С. Михельсон

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ НА ВИБРОПРОКОЛ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ГРУНТОВОЙ СКВАЖИНЫ ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКЕ КОММУНИКАЦИЙ

Предлагается зависимость для определения мощности на вибропрокол горизонтальной грунтовой скважины, на основании которой предполагается на этапе проектирования установок для бестраншейной прокладки коммуникаций обосновывать габариты установки, рассчитывать механизмы привода рабочего наконечника и осевой подачи.

Мощность, вибропрокол, коммуникация, бестраншейная прокладка.

V.M. Zemskov, N.V. Krasnoludskiy, I.S. Mikhelson

DEFINITION OF VIBRO-PUNCTURE HORIZONTAL SOIL DRILL HOLE CAPACITY AT UNTRENCHED COMMUNICATIONS LAYOUT

Dependence for determination of horizontal soil drill hole vibro-puncture capacity on the basis of which it is supposed to prove installation dimensions at design stage of plants for untrenched communications layout is offered in the article and also a possibility to count mechanisms of drive working tip and axial giving is under review.

Power, vibro-puncture, communications, untrenched layout.

При прокладке коммуникаций различного назначения через препятствия возможны два способа выполнения работ – открытый и закрытый.

Применение закрытого способа прокладки коммуникаций, который специалисты называют бестраншейной технологией, имеет существенные преимущества по сравнению с открытым способом, а именно:

- экономические – повышенные темпы работ при строительстве подземных коммуникаций, значительно меньший объём земляных работ, минимальные затраты на сооружение временных сооружений, что в совокупности снижает затраты до 50%;
- экологические – плодородный слой земли сохраняется, вырубка деревьев минимальна, исключено загрязнение грунтовых массивов производственными стоками;
- социальные – движение транспорта сохраняется, отсутствует необходимость рытья траншей на частных участках и, как следствие, отсутствует необходимость дополнительных согласований и разрешений.

Выбор бестраншейного способа прокладки зависит от диаметра, длины коммуникаций, трассы прокладки и назначения прокладываемого трубопровода, физико-механических и гидрогеологических условий разрабатываемых грунтов. Универсальных способов образования скважин в грунте при бестраншейной прокладке коммуникаций не существует.

При бестраншейной прокладке коммуникаций для проходки прямолинейных горизонтальных скважин в глинистых и суглинистых грунтах диаметром до 300 мм (реже до 400-500 мм) и длиной до 50 м (реже до 60-80 м) наиболее простым и доступным является способ статического прокола. Под проколом подразумевается процесс вдавливания трубы в грунт, при этом труба со стороны забоя закрыта конусным наконечником. Несмотря на его простоту, статический прокол имеет ряд существенных недостатков: большое напорное усилие и в связи с этим большая себестоимость, низкая точность проходки скважины. На сегодняшний день наиболее перспективным является образование скважин способом вибропрокола. Осуществление прокладки коммуникаций способом вибропрокола позволяет значительно (до 8-10 раз) снизить напорные усилия по сравнению со статическим проколом, что, в свою очередь, повышает точность проходки. При вибропроколе вибрация или удар может передаваться вдоль оси образуемой скважины [1]. Сегодня имеются работы, посвященные исследованию прокола грунта с вращательными колебаниями трубы [2], показывающие снижение нажимных усилий в 3,5 раза по сравнению с осевыми колебаниями.

На кафедре ПСМ БИТТУ в 80-е годы прошлого столетия успешно были проведены опыты по протаскиванию в грунте конусного наконечника со встроенным вибратором круговых колебаний в плоскостях, перпендикулярных оси образуемой скважины, которые показали значительное снижение напорного усилия по сравнению со способами вибропрокола с направленными осевыми колебаниями [3, 4].

В связи с этим перед проектировщиками и производителями работ стоит вопрос об определении мощности, необходимой на образование горизонтальной грунтовой скважины

способом вибропрокола при бестраншейной прокладке коммуникаций, от чего зависят габариты оборудования и затраты на производство работ.

В настоящей работе предлагается теоретическая зависимость для определения мощности, необходимой для вибропрокола горизонтальной грунтовой скважины с колебаниями рабочего наконечника в плоскости, перпендикулярной оси образуемой скважины.

Суммарная мощность на осуществление вибропрокола определяется:

$$N_{вбп} = N_{вд} + N_{деб} + N_{тр} + N_{уст}, \quad (1)$$

где $N_{вд}$ – мощность, затрачиваемая на вдавливание вибронаконечника, Вт; $N_{деб}$ – мощность, затрачиваемая на образование скважины, Вт; $N_{тр}$ – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения, возникающих между напорной трубой и стенками образуемой скважины, Вт; $N_{уст}$ – мощность, затрачиваемая на потери в направляющих установках, Вт.

Мощность, необходимая на вдавливание вибронаконечника:

$$N_{вд} = F_l^{вбп} v_{np}, \quad (2)$$

где $F_l^{вбп}$ – лобовое сопротивление вибропроколу рабочего наконечника, Н; v_{np} – скорость проходки скважины, м/с.

Лобовое сопротивление вибропроколу предлагается определять по зависимости, предложенной в работе [5] в следующем виде:

$$F_l^{вбп} = \pi R^2 \sigma_r^g \frac{\tan(\alpha + \phi^g)}{\sin \alpha}, \quad (3)$$

где R – радиус скважины, м; σ_r^g – радиальные напряжения в грунте при воздействии вибрации, Па; α – угол заострения конусного рабочего наконечника, градус; ϕ^g – угол трения конусного рабочего наконечника о грунт при воздействии вибрации, градус.

Мощность, затрачиваемая на образование скважины:

$$N_{деб} = M_{об} \omega_{об} = F_{обрас} f_{нод} r_{нод} \omega_{об}, \quad (4)$$

где $M_{об}$ – момент сопротивления вращению дебаланса, Нм; $\omega_{об}$ – угловая скорость вращения дебаланса, рад/с; $F_{обрас}$ – расчётная возмущающая сила, создаваемая дебалансом, Н; $f_{нод}$ – коэффициент трения в опорах вращения дебалансного вала; $r_{нод}$ – радиус приложения силы сопротивления вращению в опорах дебалансного вала, м.

Расчётная возмущающая сила определяется по зависимости:

$$F_{обрас} = k_{зан} F_{обмин}, \quad (5)$$

где $k_{зан} = 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий приближенность расчётов; $F_{обмин}$ – минимально необходимая возмущающая сила дебаланса, Н.

Минимально необходимая возмущающая сила дебаланса складывается из двух составляющих:

$$F_{обмин} = F_{об}^{сп} + F_{об}^{упл}, \quad (6)$$

где $F_{об}^{сп}$ – возмущающая сила дебаланса на изменение физико-механических свойств грунта, Н; $F_{об}^{упл}$ – возмущающая сила дебаланса, расходуемая на уплотнение грунта, Н.

Возмущающая сила дебаланса на изменение физико-механических свойств грунта определяется по зависимости:

$$F_{об}^{сп} = M_{np} j, \quad (7)$$

где M_{np} – приведённая масса колеблющихся частей, состоящая из масс рабочего наконечника, напорной трубы, грунта, вовлекаемых в колебания, кг; j – ускорение колебаний, м/с².

Возмущающая сила дебаланса, расходуемая на уплотнение грунта, определяется по зависимости:

$$F_{об}^{yml} = S_{раб} \sigma_r^6, \quad (8)$$

где $S_{раб}$ – площадь контакта рабочего наконечника с грунтом, м².

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения, возникающих между напорной трубой и стенками образуемой скважины, определяется по зависимости:

$$N_{тр} = G_{тр} f_{стгп} v_{гп}, \quad (9)$$

где $G_{тр}$ – вес напорной трубы, приходящийся на стенки скважины, Н; $f_{стгп}$ – коэффициент трения стали о грунт.

Мощность, затрачиваемая на потери в направляющих установки определяется как:

$$N_{уст} = G_{тр}^{nan} f_{стст} v_{гп}, \quad (10)$$

где $G_{тр}^{nan}$ – вес напорной трубы, приходящийся на направляющие установки, Н; $f_{стст}$ – коэффициент трения стали о сталь.

Численный анализ предложенных зависимостей показал хорошую сходимость с экспериментальными данными, представленными в работе [3]. Численные значения затрачиваемых мощностей на вдавливание вибронконечника и образование скважины, определяемые по зависимостям (2) и (4), расходятся с экспериментальными данными не более 10%. Результаты численного анализа предложенных зависимостей показывают, что вибропрокол конусным рабочим наконечником со встроенным вибратором круговых колебаний в плоскостях, перпендикулярных оси образуемой скважины, обладает высоким оценочным показателем «КПД образования скважины», предложенным в работе [6]. КПД образования скважины оборудования для вибропрокола при бестраншейной прокладке коммуникаций достигает 70%, что выше в 6-8 раз, чем у известного оборудования. Это указывает на актуальность исследований процесса вибропрокола с целью создания высокоэффективного оборудования для бестраншейной прокладки коммуникаций.

Предложенная методика определения мощности на вибропрокол горизонтальной грунтовой скважины позволит на этапе проектирования установок для бестраншейной прокладки коммуникаций способом вибропрокола:

- обосновать конструкцию конусного рабочего наконечника и рассчитать мощность привода дебалансного вибратора конусного рабочего наконечника установки;
- рассчитать мощность привода механизма осевой подачи установки;
- обосновать габариты установки;
- рассчитать энергоёмкость процесса образования горизонтальных грунтовых скважин способом вибропрокола.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земсков В.М. Определение рациональных параметров вибробурильной установки для бестраншейной прокладки трубопроводов: дис. ... канд. техн. наук / В.М. Земсков. Саратов, 2002. 162 с.
2. Скворцов И.Д. Создание и обоснование параметров установки с вращательными колебаниями рабочего органа для бестраншейной прокладки труб: дис. ... канд. техн. наук / И.Д. Скворцов. Омск, 1982. 186 с.
3. Ромакин Н.Е. Направления в развитии конструкций оборудования для бестраншейной прокладки трубопроводов способом вибропрокола / Н.Е. Ромакин, Н.В. Краснолудский, Н.В. Малкова // Совершенствование конструкций и методов расчёта строительных и дорожных машин и технологий производства работ: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2006. С. 69-72.
4. Патент 2256034 РФ. Устройство для образования скважин в грунте / Н.Е. Ромакин, Д.Н. Ромакин, В.М. Земсков.

5. Ромакин Н.Е. Усилие внедрения и оптимальный угол заострения рабочего наконечника при статическим проколе грунта / Н.Е. Ромакин, Н.В. Малкова // Строительные и дорожные машины. 2006. № 10. С. 35-37.

6. Ряшенцев А.Н. Оборудование «RANER»: проходка и формирование скважин в грунтах / А.Н. Ряшенцев [Электронный ресурс] // Материалы 26-й конференции и выставки международного общества по бестраншейным технологиям. М., 2008. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Земсков Владимир Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины» Балаковского института техники, технологии и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Zemskov Vladimir Mikhailovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Pick-and-place, Construction and Road Building Machinery» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Краснолудский Николай Викторович – ассистент кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины» Балаковского института техники, технологии и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Krasnoludskiy Nikolay Viktorovich – Assistant of the Department of «Pick-and-place, Construction and Road Building Machinery» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Михельсон Игорь Станиславович – аспирант кафедры «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины» Балаковского института техники, технологии и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Mikhelson Igor Stanislavovich – Graduate Student of the Department of «Pick-and-place, Construction and Road Building Machinery» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 17.02.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 621.921:620.17

С.А. Крюков, А.В. Славин, Н.В. Байдакова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ АБРАЗИВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Определена зависимость механической прочности композиционного материала от объемного содержания дисперсного наполнителя в виде абразивного зерна в матрице. Проведены исследования механической прочности на разрыв образцов абразивного инструмента 24A2K5. Получена эмпирическая зависимость прочности абразивных композиционных материалов.

Абразив, композит, прочность, инструмент, эмпирическая зависимость, дисперсный наполнитель.

S.A. Kryukov, A.V. Slavin, N.V. Baidakova

PLANNING AND DEFINITION OF MECHANICAL STRENGTH OF ABRASIVE COMPOSITION MATERIALS

Dependence of composition materials' mechanical strength from the volume content of dispersive filler in the form of abrasive grain in the matrix is defined in the article. Research of mechanical strength for break of samples of an abrasive tool 24A2K5 is carried out. The empiric dependence of abrasive composition materials' strength is obtained here.

Abrasive, composite, strength, instrument, empiric dependence, dispersed filler.

Механическая прочность любого композиционного материала во многом определяется его структурными характеристиками и особенностями. Однако до сих пор остаются малоизученными вопросы зависимости прочности от объемного содержания материала и наполнителя, величины и вида пористости, размера частиц или зерен наполнителя, адгезионных свойств матрицы к наполнителю и типа самой матрицы. Решение этой проблемы тормозится и тем обстоятельством, что пока точно не известны механизмы разрушения многокомпонентных абразивов.

Абразивные композиционные материалы могут представлять собой керамическую или органическую матрицу (связку) с дисперсным наполнителем, в качестве которого выступают абразивные зерна определенного гранулометрического состава и заданной концентрации. Основной особенностью такого композиционного материала является характерная зависимость его механической прочности от объемного содержания дисперсного наполнителя в виде абразивного зерна в матрице. Эта особенность заключается в том, что матрица такого материала без наполнителя имеет наибольшую прочность, а с увеличением объемного содержания наполнителя, пористости и размера зерна и пор, прочность снижается.

Для выяснения степени влияния отмеченных выше факторов на прочность абразивного композита были проанализированы результаты ряда испытаний [1-4]. В качестве объекта испытаний во всех случаях использовались композиционные материалы, имеющие керамическую матрицу с корундовыми частицами наполнителя. Размеры абразивных частиц изменялись от 50 до 1300 мкм. Пористость исследуемых материалов была в пределах 15-50%.

В результате обработки экспериментальных данных была получена эмпирическая зависимость прочности абразивных композиционных материалов, описываемая следующим экспоненциальным выражением:

$$\sigma = \sigma_0 \exp - [kV_3^2 + m\Pi(1 + n d_n)], \quad (1)$$

где σ_0 – предел прочности матрицы при нулевой пористости и без частиц наполнителя; k , m , n – коэффициенты; V_3 – объемное содержание частиц наполнителя; Π – объемная доля пор в матрице; d_n – размер пор.

На основании регрессионного анализа экспериментальных данных было составлено уравнение, отображающее степенную связь между величиной пористости абразивного инструмента и его структурными характеристиками:

$$\Pi = \frac{48,96 \cdot (c + 1)^{0,305}}{z^{0,152} \cdot T^{0,091}}, \quad (2)$$

где c – номер структуры абразивного инструмента; z – зернистость инструмента; $T = 1,54^{(N-1)}$ – твердость материала инструмента; N – номер шифра твердости.

Шифр твердости абразивного материала в инструменте представлен в таблице.

Шифр твердости абразивного материала в инструменте

Твердость	ВМ1	ВМ2	М1	М2	М3	СМ1	СМ2	С1	С2
Шифр	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Твердость	СТ1	СТ2	СТ3	Т1	Т2	ВТ1	ВТ2	ЧТ1	ЧТ2
Шифр	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Следует отметить, что твердость абразивного материала в основном определяется соотношением между количеством матрицы (связки) и количеством частиц наполнителя, а также степенью спрессовывания материала при одинаковом обжиге. Для абразивных изделий большое значение имеет и их структура, определяемая процентным содержанием в единице объема материала частиц наполнителя, связки и пор.

Размер пор d_n зависит от пористости материала Π и размера частиц наполнителя d_3 . Статистическим обобщением разработана модель связи для определения размера пор

$$d_n = 20,32 \cdot d_3^{1,03} \cdot \Pi^{3,72}. \quad (3)$$

Анализ выражений (1)-(3) показывает, что с увеличением объемного содержания частиц, пористости и размера пор прочность материала уменьшается, особенно сильно эта зависимость проявляется от V_3 и Π .

По результатам исследований механической прочности на разрыв образцов абразивного материала инструмента маркировки 24A25K5 разной структуры и твердости были определены значения $\sigma_0 = 97,2$ МПа и коэффициентов $k = 1,98$; $m = 1,52$; $n = 1,49$. Отклонения расчетных величин прочности, вычисляемых по зависимости (1), от экспериментальных результатов находятся в пределах 5-12% при 95%-й достоверности.

Полученную эмпирическую зависимость (1) можно использовать при прогнозировании и расчетах прочностных характеристик не только абразивных материалов, но и таких композиционных материалов, как керамические изделия, огнеупоры и т.п.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багайсков Ю.С. Повышение эксплуатационных показателей изделий из абразивных композиционных материалов: монография / Ю.С. Багайсков, В.М. Шумячер. Волгоград: ВИСТех (филиал) ВолгГАСУ, 2005. 200 с.
2. Керамика из высокоогнеупорных окислов / под ред. Д.Н. Полубояринова и Р.Я. Пожилыского. М.: Металлургия, 1977. 304 с.
3. Воронов С.Г. Совершенствование керамических связок / С.Г. Воронов, Г.П. Кудрявцева // Абразивы: науч.-техн. реф. сб. М.: НИИМАШ, 1972. № 8. С. 7-9.
4. Стрелов К.К. Структура и свойства огнеупоров / К.К. Стрелов. М.: Металлургия, 1972. 215 с.

Крюков Сергей Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения и стандартизация» Волжского института строительства и технологий (филиала) Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета

Славин Андрей Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология обработки и производства материалов» Волжского института

Kryukov Sergey Anatolievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Technology of Mechanical Engineering and Standardization» of Volzhskiy Institute of Civil Engineering and Technologies (branch) of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering

Slavin Andrey Vyacheslavovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Technology of Mechanical Engineering

строительства и технологий (филиала)
Волгоградского государственного
архитектурно-строительного университета

Байдакова Наталья Васильевна –
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Моделирование, автоматизация
и информатика» Волжского института
строительства и технологий (филиала)
Волгоградского государственного
архитектурно-строительного университета

and Standardization» of Volzhskiy Institute
of Civil Engineering and Technologies
(branch) of Volgograd State University
of Architecture and Civil Engineering

Baidakova Nataliya Vasilievna –
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of «Modeling, Automated Control
and Informatics» of Volzhskiy Institute
of Civil Engineering and Technologies
(branch) of Volgograd State University
of Architecture and Civil Engineering

Статья поступила в редакцию 27.11.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 621.951.4

К.Ф. Мартыненко, Д.А. Тихонов

ГЕОМЕТРИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ СПИРАЛЬНОГО СВЕРЛА С ОБРАТНЫМ УГЛОМ ПРИ ВЕРШИНЕ

Многие производители инструмента работают над совершенствованием конструкции спиральных сверл для обеспечения более высоких режимов резания, а также увеличения стойкости инструмента. Подточка перемычки состоит в образовании дополнительных выемок у вершины сверла с обеих сторон вдоль его оси. При этом значительно уменьшается сила подачи, а стойкость сверла увеличивается приблизительно в 1,5 раза [1].

Сверло, режущая кромка, перемычка, поверхность, угол при вершине, стойкость.

K.F. Martynenko, D.A. Tikhonov

GEOMETRY OF SPIRAL DRILL CUTTING EDGE WITH RETURN CORNER AT THE TOP

Many tool manufacturers work at perfection of spiral drills for higher cutting modes maintenance design and also increase tool stability. Sharpening of crosspieces consists of additional dredging formation at the top of a drill from both sides along its axis. Thus the submission force considerably decreases and the drill stability increases approximately in 1.5 times.

The drill, cutting edge, the crosspiece, surface, corner at the top, stability.

Всякое улучшение геометрических параметров, как на периферии, так и в центральной области сверла благоприятно отражается на его стойкости. Эта взаимосвязь обуславливается общим протеканием процесса деформации стружки и обрабатываемого материала, характером общего напряженного состояния, общим протеканием тепловых явлений и т.п.

Фактические данные по сверлению подтверждают высказанное утверждение о взаимном влиянии на характер протекания процесса резания отдельных точек режущих кромок.

Испытания показывают, что подточка поперечной кромки в центральной зоне вызывает соответствующее повышение стойкости сверл. Следовательно, на стойкость периферийных точек режущих кромок сверла оказывает влияние работа других точек режущих кромок.

Чтобы улучшить режущие свойства, были разработаны всевозможные способы заточек стандартных сверл, а также их новые, более прогрессивные конструкции.

Сверла с обратным углом при вершине, проекция режущей кромки которых на плоскость, перпендикулярную к оси сверла, прямолинейна, имеют положительные значения передних углов на всем протяжении режущих кромок и более узкий диапазон их изменения по сравнению со стандартными сверлами. Однако такие сверла требуют специального изготовления, что усложняет внедрение их в производство. Поэтому поставлена задача определения и исследования формы режущей кромки сверла с обратным углом при вершине, изготовленного из стандартного.

Рассматривая обычное спиральное сверло с прямолинейными режущими кромками и углом при вершине 2φ , примем, что начиная с точки С режущей кромки, сверло затачивается под другим углом при вершине. Положение точки С характеризуется в полярных координатах углом μ_x и радиусом R_x . Считаем, что задняя поверхность, заточенная под другим углом при вершине, будет плоскостью l и l^* (рис. 1). Для приближенного решения задачи по определению формы режущей кромки примем, что эти плоскости перпендикулярны к плоскости симметрии режущей части сверла, которая совпадает с вертикальной плоскостью V . Тогда плоскости l и l^* – вертикально проектирующие и их положение определится углом β , который эти плоскости составляют с осью сверла. У обычного сверла угол $\beta = -\varphi$.

Форма режущей кромки стандартного сверла с обратным углом при вершине характеризуется формой её проекции на плоскость H . Начало среза обратного угла при вершине соответствует точке С режущей кромки стандартного сверла. На режущей кромке стандартного сверла выберем произвольную точку А (A_1, A_2). При винтовом движении точки А с параметром, равным параметру винтовой передней поверхности r , описывается винтовая линия, расположенная на передней поверхности. Винтовое движение точки А можно рассматривать как вращательное движение вокруг оси сверла и поступательное движение вдоль оси сверла. Для того чтобы при поступательном движении точка А попала в плоскость l , ей необходимо пройти расстояние, равное A_2B_2 (рис. 1). По построению это расстояние определяется так:

$$h = (\sqrt{R_x^2 - a^2} - \sqrt{r^2 - a^2}) \cdot (\text{ctg } \varphi + \text{ctg } \beta), \quad (1)$$

где a – диаметр сердцевины сверла; R_x – радиус точки излома; r – радиус произвольной точки режущей кромки.

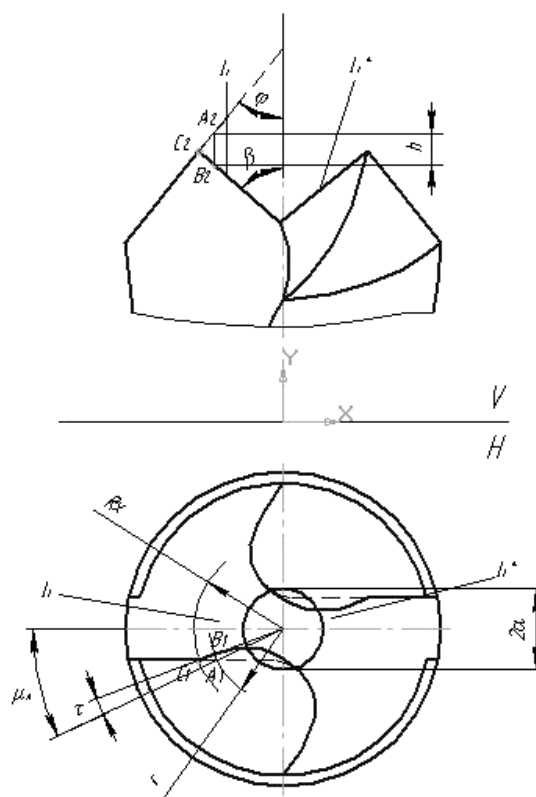


Рис. 1. Спиральное сверло с обратным углом при вершине

Угол τ поворота точки А вокруг оси сверла, соответствующий поступательному перемещению h , $\tau = h360^\circ/p$, где p – шаг винтовой канавки, $p = 2\pi R \cdot \text{ctg } \omega$.

В результате рассматриваемых перемещений точка А попадет в точку В. Полярные координаты точки В при этом равны $B_1[r, (\mu_A - \tau)]$. В проекции на плоскость $xу$ координаты точки режущей кромки определяются по формулам:

$$x = -r \cos(\mu_a - \tau); \quad y = r \sin(\mu_a - \tau), \quad \text{где } \sin \mu_a \mu_a = \alpha \alpha / r. \quad (2)$$

С целью анализа формы режущей кромки сверл стандартной конструкции с обратным углом при вершине рассчитаны координаты точек режущей кромки при различных значениях радиуса сердцевины сверла, равного – 0,15R; 0R; 0,15R; 0,25R; угла при вершине $2\varphi = 90^\circ, 120^\circ, 140^\circ$, угла при вершине $\beta = 80^\circ, 70^\circ, 60^\circ, 45^\circ$ и угла наклона винтовой канавки $\omega = 30^\circ, 20^\circ, 10^\circ$.

Результаты расчета приведены в таблице и изображены на рис. 2.

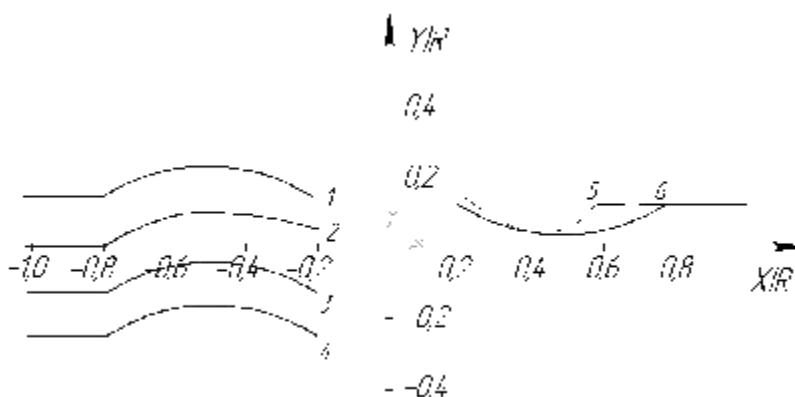


Рис. 2. Изменение формы режущей кромки в плоскости, перпендикулярной оси сверла в зависимости от геометрических параметров инструмента

При заточке сверл стандартной конструкции с обратным углом при вершине образуется вогнутая режущая кромка, что необходимо учитывать при анализе геометрии такого сверла и оценке его режущих свойств.

Координаты точек режущей кромки сверла

$\alpha = -0,15; 2\varphi=120^\circ;$ $\omega = 30^\circ; \beta = 80^\circ$		$\alpha = 0R; \beta = 80^\circ;$ $\omega = 30^\circ; 2\varphi = 120^\circ$		$\alpha = 0,15R; 2\varphi = 120^\circ;$ $\beta = 80^\circ; \omega = 30^\circ$	
x/R	y/R	x/R	y/R	x/R	y/R
-0,785	0,15	-0,785	0	-0,785	-0,15
-0,565	0,201	-0,597	0,052	-0,5919	-0,097
-0,337	0,214	-0,393	0,069	-0,3917	0,089
-0,1848	0,184	-0,1932	-0,169	-0,169	0,106

Стрела прогиба вогнутой режущей кромки колеблется в пределах $(0,05-0,06)R$ и зависит, главным образом, от угла наклона винтовой канавки, а также от углов при вершине φ и β . Стрела прогиба увеличивается при увеличении угла наклона винтовой канавки и при уменьшении угла φ и угла β .

В результате исследований работы сверл с обратным углом при вершине установлено, что они являются более надежными, однако требуют обеспечения направления инструмента в начальный период сверления.

Применение рассматриваемых способов заточки сверл целесообразно при большой жесткости системы СПИД. Необходимо учитывать, что применение этих сверл обеспечивает более спокойную и эффективную работу на станках револьверного типа, когда инструмент неподвижен.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винников И.З. Сверловщик / И.З. Винников, М.И. Френкель. М.: Высшая школа, 1971. 285 с.
2. Родин П.Р. Геометрия режущей части спирального сверла / П.Р. Родин. Киев: Техника, 1971. 135 с.

Мартыненко Константин Федорович – аспирант кафедры «Технология и оборудование электрохимических и электрофизических методов обработки» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Martynenko Konstantin Fedorovich – Postgraduate Student of the Department of «Technology and Equipment of Electro-chemical and Electro-physical Processing Methods» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Тихонов Денис Александрович – кандидат технических наук, ассистент кафедры «Технология и оборудование электрохимических и электрофизических методов обработки» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Tikhonov Denis Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Assistant of the Department of «Technology and Equipment of Electro-chemical and Electro-physical Processing Methods» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 26.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 621.95.01; 621.9.02.; 621.91.

В.М. Петров, Н.Ю. Сойту, Ю.В. Петров

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ СОТС, СОДЕРЖАЩИХ АКТИВНЫЕ ФУЛЛЕРОИДНЫЕ НАНОМОДИФИКАТОРЫ, НА ОПЕРАЦИЯХ СВЕРЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИИ

Приведены результаты экспериментальных исследований разных технологических жидкостей, в том числе содержащих активные препараты – фуллероидные наномодификаторы, применяемых на операциях сверления. Проведено сравнение этих технологических жидкостей. Рассмотрены методики натурных испытаний на технологическом оборудовании, подготовки к проведению эксперимента и методики инструментальной оценки.

Смазочно-охлаждающая технологическая среда, фуллероидные наномодификаторы, спиральные сверла, параметры резания, износ сверл, период стойкости.

V.M. Petrov, N.Yu. Soitu, Yu. V. Petrov

TEST RESULTS OF NANOSTRUCTURED SOTS CONTAINING ACTIVE FULLEROID NANOMODIFIERS BASED ON DRILLING OPERATIONS OF STRUCTURAL MATERIALS USED IN POWER-PLANT ENGINEERING

The results of experimental research of different process liquids, including those ones containing active preparations like fulleroid nanomodifiers used in drilling operations. A comparison of process liquids is under review. The techniques of the process equipment field tests, preparations for the experiments and the methods of instrumental assessment are suggested in the article.

Cutting-cooling technological environment, fulleroid nanomodifiers, twist drills, cutting parameters, worn drills, stability frequency.

Задачи исследования. В механообрабатывающем производстве ОАО «Силовые машины» энергомашиностроения используется широкая номенклатура углеродистых и легированных сталей, жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов, а также титановых сплавов. Отдельные конструкционные материалы на основе металлов и их сплавов обладают низкой обрабатываемостью, связанной с особенностями физико-химических и теплофизических свойств. Это вызывает интенсивное изнашивание инструмента и снижение производительности обработки, затрудняет достижение требуемого качества поверхностных слоев детали.

В рамках данной статьи приведены результаты экспериментальных исследований, определяющих область возможного применения наноструктурированных *СОТС-активными препаратами – фуллероидными наномодификаторами (АП ФН)* [1-3]. Для выполнения экспериментов использованы методики исследований стойкостных и силовых характеристик процесса резания при сверлении на реальном технологическом оборудовании и методика статистической обработки результатов (применительно для инженерных расчетов [2]).

1. Исходные данные для исследований. При исследовании обрабатываемости деталей из перечисленных материалов в лабораторных условиях ставилась задача из большого количества универсальных и достаточно широко применяемых *СОТС* [5, 6] выявить наиболее эффективные составы для операций сверления (обработки осевым режущим инструментом).

Для проведения исследований влияния *СОТС* [5] на показатели обрабатываемости на основании анализа выбраны следующие материалы – представители групп: – углеродистых сталей – сталь 35 или сталь 45; – легированных сталей – сталь 40Х; – коррозионно-стойких сталей – сталь 12Х18Н10Т; – титановых сплавов – сплав ВТЗ-1. В качестве режущего инструмента использованы сверла из быстрорежущих сталей Р6М5 и Р6М5К5 Ø6,8 мм. В лабораторных условиях испытания проводились на *ИВК* на базе вертикально-сверлильного станка 2Н125. В качестве исследуемых *СОТС* служили: 5%-ная эмульсия ЭТ-2, ИНХП-2 и др., применяемые ОАО «Силовые машины», а также экспериментальная *СОТС с АП ФН* [3, 5].

Основными показателями обрабатываемости являются стойкость режущего инструмента и интенсивность его изнашивания, составляющие силы резания и качество обработки. Оценка указанных показателей проводилась с помощью измерительных приборов и оборудования: *ИВК «Latimet Automatic»*; *ИВК «Профиль»*; *ИВК* на базе сверлильного станка и УДМ-100 и 600 [2].

2. Методики определения влияния СОТС на износ спиральных сверл. Исследования влияния *СОТС* на стойкость и износ режущего инструмента проводились с использованием известных методик. Приготовление и контроль *СОТС* осуществлялись в соответствии с

технологическими условиями на исследуемые составы. В основной серии испытаний подача *СОТС* в зону резания осуществлялась свободным поливом с помощью насосной установки при расходе жидкости 6...10 л/мин.

Отбор заготовок обрабатываемых материалов проводился из одной партии. На каждом испытуемом образце измерялась твердость. К исследованиям допускались образцы, имеющие отклонения по механическим характеристикам не более 5%.

Сверла для испытаний целесообразно отбирать из одной партии. Все сверла подвергаются внешнему осмотру, контролю геометрических параметров, шероховатости и твердости. Они должны удовлетворять требованиям ГОСТ. Сверла, не удовлетворяющие хотя бы одному из перечисленных требований стандартов, бракуются. За критерий затупления принимается величина допустимого износа по задней грани, появление сколов и выкрашиваний, превышающих половину допустимого износа, или величина предельно допустимой шероховатости обработанной поверхности.

За величину критического износа принимается ордината $h_{з\text{ onm}}$ точки касания касательной, проведенной к зависимости износа от времени (пути) резания из точки на оси ординат, отстающей от начала координат на величину допуска на заточку (изготовление), которую для сверл можно принять равной 0,15 мм.

Стойкость сверл при достижении допустимой шероховатости обработанной поверхности определяется ИВК «Профиль» [2].

При проведении испытаний периодически контролируются установленные режимы резания при работе на станках с фиксированной частотой вращения шпинделя (отклонение не должно превышать $\pm 5\%$).

Замер значений износа $h_з$ задней поверхности проводился через каждые 1-3 минуты резания с помощью ИВК «Latimet Automatic» [2].

Целью проведения стойкостных испытаний является построение кривых $h_з = f(T)$ при постоянных всех остальных входных параметрах системы резания для каждой испытываемой *СОТС*. На затупившемся инструменте определяется максимальный износ на задней грани.

По полученным результатам испытаний определяются среднее значение стойкости инструмента T , дисперсия стойкости S^* и коэффициент вариации k .

3. Методика проведения исследования энергосиловых показателей системы резания. Энергосиловые характеристики функционирования системы резания P_o , P_x , P_y , $M_{кр}$ являются одними из показателей обрабатываемости материалов, дающих возможность косвенно оценить эффективность конструкции инструмента, качество износостойких покрытий режущей части и определить влияние *СОТС* и режимы резания.

Связь между изменяемыми параметрами процесса резания и энергосиловыми характеристиками обычно находят экспериментально. Аналитические методы определения составляющих сил резания имеют преимущественно теоретический характер и из-за своей трудоемкости в инженерных расчетах не применяются.

Измерение силы резания осуществляется с помощью динамометров. В нашем случае ИВК на базе УДМ-100, 600.

При проведении исследований необходимо соблюдать все вышеперечисленные требования к выбору обрабатываемого материала, инструментов, приготовления *СОТС* и подачи ее в зону резания, а также постоянства всех неизучаемых факторов воздействия на систему резания.

Достоверность полученных данных зависит от количества опытов (повторений) в одной точке. Для получения уровня надежности доверительной вероятности 0,9 число наблюдений в каждом опыте должно быть равно не менее пяти (метод малой выборки).

Полученные результаты в виде графиков представлены на рис. 1-8.

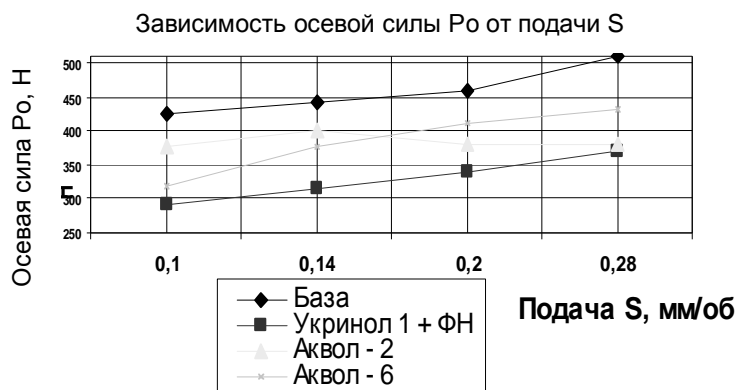


Рис. 1. Влияние СОТС и подачи на осевую силу P_o при сверлении ст. 40Х (Р6М5, $\varnothing = 9,6$ мм, $V = 15$ м/мин)

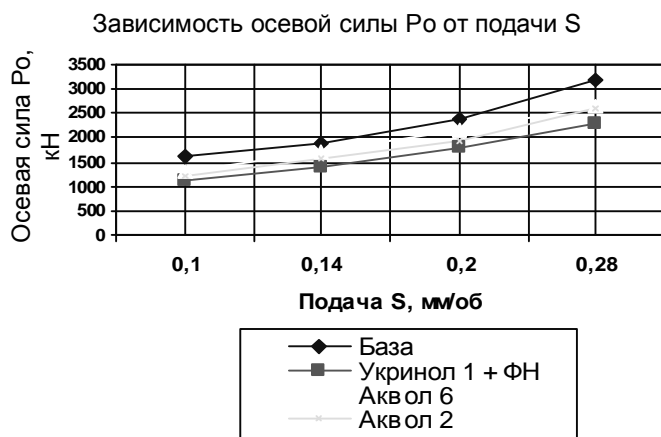


Рис. 2. Зависимость осевой силы P_o при сверлении сплава ВТЗ-1, от СОТС и подачи (Р6М5, $\varnothing = 10$ мм, $V = 7,8$ мм/об)

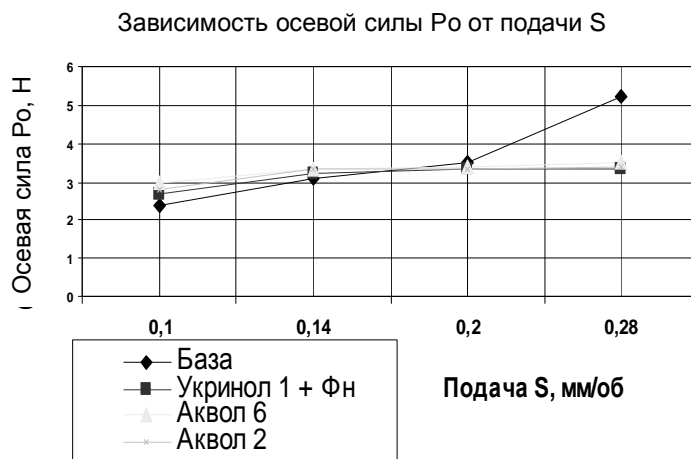


Рис. 3. Зависимость осевой силы P_o при сверлении стали 12Х18Н10Т, от влияния СОТС и подачи (Р6М5, $\varnothing = 10$ мм, $V = 3,9$ м/мин)



Рис. 4. Влияние СОТС и скорости резания на осевую силу P_o при сверлении стали 40X (P6M5, $\varnothing = 9,6$ мм, $S = 0,1$ м/мин)

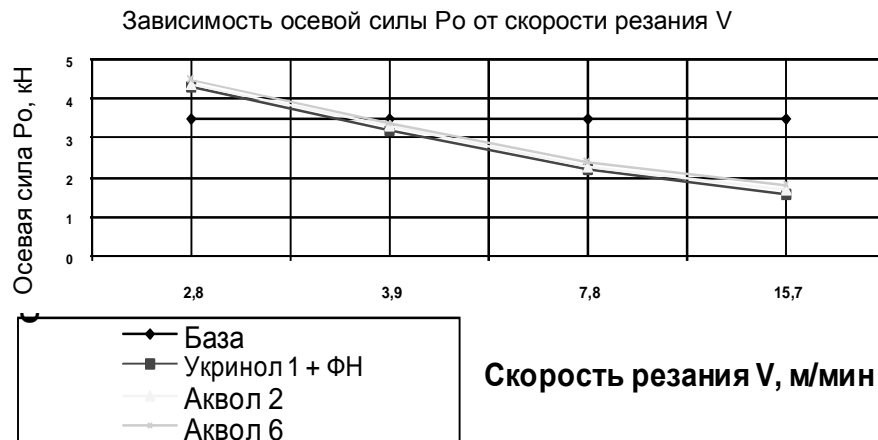


Рис. 5. Зависимость осевой силы P_o при сверлении стали 12X18H10T от влияния СОТС и скорости резания (P6M5, $\varnothing = 10$ мм, $S = 0,2$ мм/об)

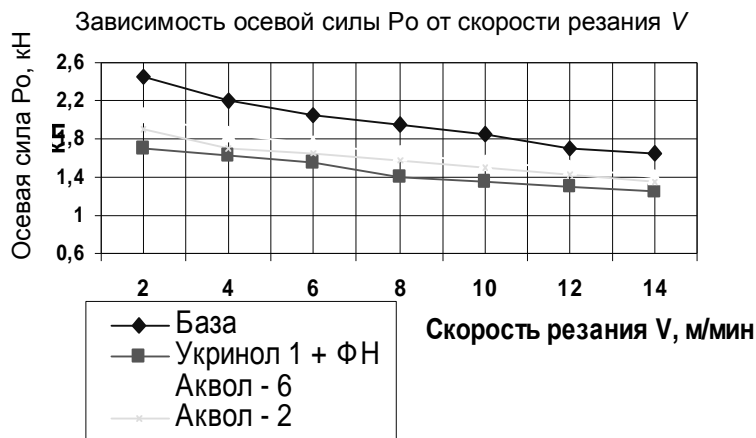


Рис. 6. Зависимость осевой силы P_o от СОТС и скорости резания при сверлении сплава BT3-1 (P6M5, $\varnothing = 10$ мм, $S = 0,14$ мм/об)

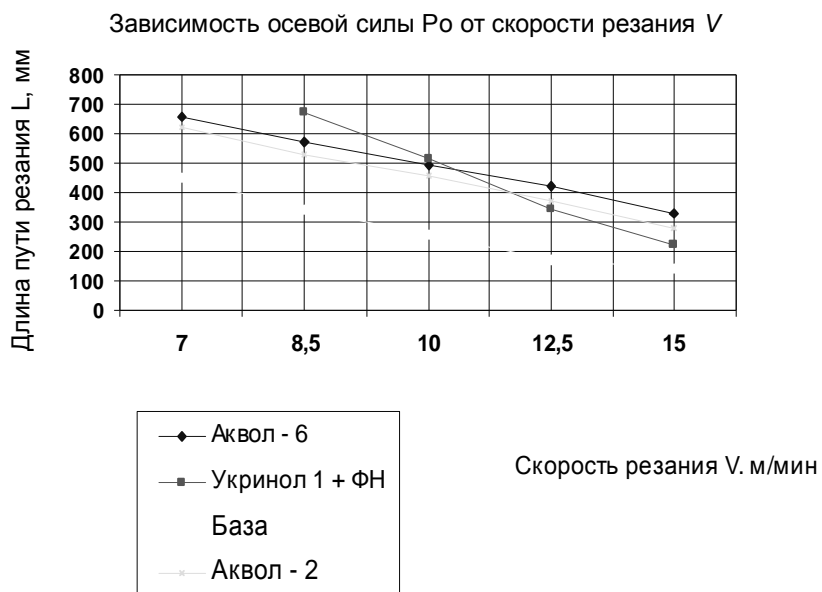


Рис. 7. Влияние СОТС и скорости резания на длину пути резания L при сверлении ВТЗ-1 ($S = 0,1$ мм/об, $\varnothing = 8,5$ мм, Р6М5)

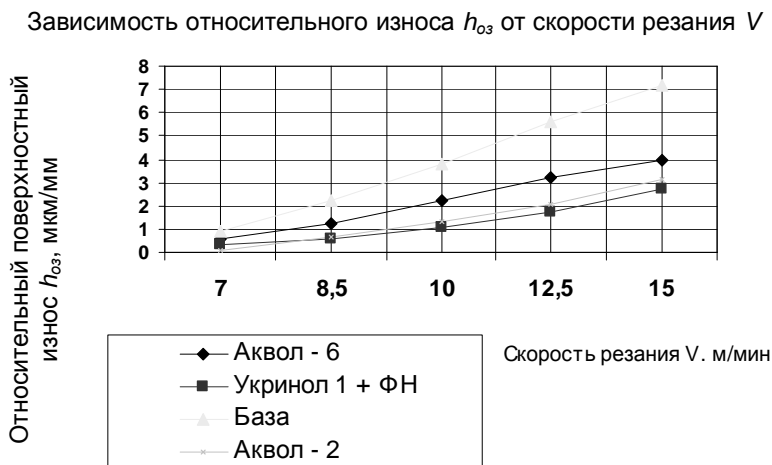


Рис. 8. Влияние СОТС и скорости резания на величину относительно поверхностного износа h_{o3} при сверлении ВТЗ-1 ($S = 0,1$ мм/об, $\varnothing = 8,5$ мм, Р6М5)

Выводы

1. Использование *АП ФН* в экспериментальных *СОТС* позволило существенно снизить износ режущей кромки сверла, примерно в 2 раза.
2. Экспериментальные составы *СОТС* с *АП ФН* позволили получить более низкую шероховатость поверхности по параметру R_a (для режущих кромок и стальных образцов на 30%) и более износостойкую поверхность по стандарту DIN 4776.
3. Натурные испытания использования *АП* в *СОТС* на операциях сверления разных конструкционных материалов показали повышение стойкости режущих кромок при одинаковых условиях и режимах резания.
4. Для обрабатываемых заготовок из стали 40Х отмечено снижение шероховатости, (от 5...15%) контрольной и экспериментальной партий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вейц В.Л. Перспективы развития технологий на основе фуллероидных наномодификаторов / В.Л. Вейц, Ю.М. Зубарев, В.М. Петров // Инструмент и технологии. 2007. № 26-27. С. 15-23.
2. Петров В.М. Применение модификаторов в узлах технологических машин для решения триботехнических задач / В.М. Петров. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. 282 с.
3. Решение частных триботехнических задач энергомашиностроения за счет наноструктуризации технологических сред / Ю.М. Зубарев, В.М. Петров, В.А. Никитин и др. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 3 (41). Вып. 2. С. 179-184.
4. РТМ-44-62. Методика статистической обработки эмпирических данных. М.: Госстандарт, 1963. 112 с.
5. Сойту Н.Ю. Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к СОТС для механической обработки резанием / Н.Ю. Сойту // Инструмент и технологии. 2008. № 28-29. С. 115-118.
6. Белецкий Е.Н. Особенности процесса резания композиционных углепластиков лезвийным инструментом без охлаждения и с модифицированными СОТС / Е.Н. Белецкий, В.М. Петров, Н.Ю. Сойту // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 3 (40). Вып. 1. С. 42-46.

Петров Владимир Маркович – доктор технических наук, профессор, декан технологического факультета Санкт-Петербургского института машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Petrov Vladimir Markovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Department of «Technology» of St.-Petersburg Institute of Machine Building

Сойту Наталья Юрьевна – старший преподаватель кафедры «Технологии машиностроения» Санкт-Петербургского института машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Soitu Nataliya Yuriyevna – Senior Lecturer of the Department of «Technology Engineering» of St.-Petersburg Institute of Mechanical Building

Петров Юрий Владимирович – студент кафедры «Технологии машиностроения» Санкт-Петербургского института машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Petrov Yuriy Vladimirovich – Student of the Department of «Technology of Mechanical Engineering» of St.-Petersburg Institute of Machine Building

Статья поступила в редакцию 14.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 621.91.01

А.Н. Селиванов, Т.Г. Насад

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ВАЛОВ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ И ФРЕЗОТОЧЕНИЯ

Приводятся принципиальные схемы обработки валов методом высокоскоростного фрезерования. Для каждой из схем рассматривается про-

цесс образования огранки, определяется производительность и выявляются наиболее перспективные схемы обработки.

Валы, фрезерование, фрезоточение, высокоскоростное резание, титановые сплавы, качество поверхности, огранка, производительность.

A.N. Selivanov, T.G. Nasad

**THE QUALITY MAINTENANCE OF PROCESSING SHAFTS
FROM TITANIUM ALLOYS BY HIGH SPEED MILLING
AND TURN-MILLING METHODS**

The article presents principal schemes of producing shafts by high speed milling and turn-milling methods. For every scheme there is a special cutting process, productive efficiency and the most perspective schemes are also selected.

Shafts, milling, turn-milling, high speed cutting, titanium alloys, surface quality, cutting, productive efficiency.

Широкое применение сплавы на основе титана получили во второй половине XX века. Из-за своей прочности, лёгкости и коррозионной стойкости металлы данной группы применяют в медицине, химической и пищевой промышленности. Особенно в последнее время титановые сплавы повсеместно используют в энергетическом и атомном машиностроении, а также в авиа- и приборостроении. При этом существенно возрастают требования, предъявляемые к качеству изготавливаемой продукции.

Как правило, в качестве финишных операций используют методы абразивной обработки, но их применение при обработке титановых сплавов сопровождается рядом существенных проблем:

1. Способность титановых сплавов налипать на шлифовальный круг и забивать поры снижает его стойкость в 10 и более раз [1, 2].

2. Абразивные методы обработки, в частности шлифование, сопровождаются выделением большого количества теплоты, что в сочетании с низким коэффициентом теплопроводности титановых сплавов приводит к концентрации теплоты в верхних слоях металла, а впоследствии это может привести к короблению обрабатываемой поверхности, отпуску термообработанных поверхностей, изменению структурно-фазового состава металла, образованию прижогов, остаточных растягивающих напряжений и возникновению микротрещин [3].

3. Результатом совместного действия указанных выше факторов является плохое качество обрабатываемой поверхности, что способно существенно снизить рабочий ресурс как отдельно взятой детали, так и всего механизма в целом.

4. Действие высоких температур, возникающих при шлифовании (600-1600°C [4]), способно привести к самовозгоранию и интенсивному горению стружки малых сечений ($t \cdot s = 0,05-0,07$ мм и меньше). Учитывая тот факт, что процесс шлифования характеризуется снятием припусков малой величины с большой скоростью, а в процессе резания фактически образуется пыль, то данный фактор делает финишные операции, такие как шлифование, малоэффективными, экономически невыгодными, а подчас и невозможными [5, 6].

В то же время при отсутствии альтернативных способов обработки шлифование титановых сплавов осуществляется при сниженной скорости резания (до 500-600 м/мин) и использовании большого количества СОТС, что, в свою очередь, не находит одобрения у экологов и приводит к удорожанию конечной стоимости продукта [7, 8].

Принципиальные схемы обработки валов фрезами

Кинематика процесса		Профиль огранки	
1		5	
Обработка валов по схеме окружного фрезерования			
2		6	
Обработка валов по схеме охватывающего фрезерования			
3		7	
Схема резания вращающимся резцом			
4		8	
Фрезоточение			

Обработка металлов резанием является одним из самых распространённых способов получения готового изделия с заданными параметрами качества и практически любой формы. Существует огромное количество схем резания (точение, сверление, фрезерование и т.д.), каждая из которых обладает преимуществами и недостатками. Из-за такого многообразия часто встаёт вопрос об эффективности используемой схемы резания. Основными критериями, служащими для оценки эффективности резания, являются: производительность, мощность, качество и себестоимость обработки.

В работе [9] рассмотрены основные критерии оценки эффективности резания, из которых следует, что наиболее производительными являются:

- силовое резание, протягивание, точение по методу Колесова;
- способы с компенсацией сил резания и применением многолезвийного инструмента;
- высокоскоростное резание (ВСР).

Очень большое число выпускаемой продукции машиностроительных предприятий относится к группе тел вращения. Так, например, габариты валов (диаметр и длина) могут находиться в пределах от нескольких десятков до нескольких тысяч миллиметров. При этом металл, используемый для их производства, может хорошо подвергаться обработке резанием (сталь 45), а может вызывать большие трудности, связанные со стойкостью инструмента и качеством обработанной поверхности (титановые сплавы).

Проведя оценку вышеизложенных фактов, была поставлена задача получения качества поверхности, идентичного шлифованию, при обработке деталей тел вращения из титановых сплавов методом высокоскоростного резания с применением многолезвийного инструмента (фрез).

Для выявления возможных схем обработки валов с использованием в качестве режущего инструмента фрезы использовался метод графического моделирования. В качестве базовой схемы обработки тел вращения принята токарная операция.

На основании полученных данных составлена классификационная таблица (табл. 1, схемы 1-4), отображающая основные схемы обработки валов с использованием в качестве режущего инструмента фрезы. Кроме того, существование таких же схем обработки было подтверждено проведённым обзором научно-технической информации [10, 11, 12].

Общий анализ приведенных кинематических схем показал, что для осуществления процесса резания необходимо вращать инструмент и деталь, а также перемещать инструмент вдоль оси вращения детали для создания движения поперечной подачи $S_{\text{поп}}$. При этом скорость резания будет зависеть от скорости вращения инструмента $V_{\text{и}}$, а величина продольной или окружной подачи будет зависеть от скорости вращения детали $V_{\text{д}}$, т.е. $V_{\text{д}} \text{ м/мин} = S \text{ мм/мин}$. Глубина резания регулируется величиной перемещения фрезы в радиальном направлении (табл. 1, схемы 1-3) или в осевом (табл. 1, схема 4).

Также было установлено, что в процессе резания на обрабатываемой поверхности остаются выступы высотой h (огранка), расположение которых зависит от выбранных режимов резания. Так, например, если скорость вращения заготовки не будет кратна 360° , то в процессе обработки огранка будет распределена в виде спирали по длине обработанной поверхности вдоль оси вращения заготовки (рис. 1). В то же время, если скорость вращения заготовки будет кратна 360° , то огранка распределится в виде нескольких прямых линий вдоль оси вращения заготовки (рис. 2). Таким образом, учитывая тот факт, что обработка валов ведётся на высоких скоростях резания при использовании инструмента с режущими зубьями конкретной геометрии и чётко ориентированными в пространстве, а выбор скорости вращения детали $V_{\text{д}}$ позволяет регулировать распределение огранки по поверхности, то можно утверждать, что при обработке валов методом фрезерования на обработанной поверхности происходит образование регулярного микрорельефа, что оказывает благоприятное воздействие на эксплуатацию детали, и что в принципе недостижимо при шлифовании.

Дальнейшее изучение вопроса позволило установить, что профиль огранки зависит от принятой схемы обработки (табл. 1, схемы 5-8) и для каждой схемы на это оказывают влияние различные факторы.

Для их выявления был использован метод графического моделирования, на основании которого получены формулы, позволяющие рассчитать высоту огранки h для каждой из представленных схем обработки. Проведённые расчёты по полученным формулам позволили построить графики, отображающие зависимость высоты огранки h от ряда факторов, и уста-

новить степень влияния каждого из них. Установлено, что наибольшее влияние на величину огранки для всех схем обработки оказывает величина подачи S_z .



Рис. 1. Неравномерное распределение огранки

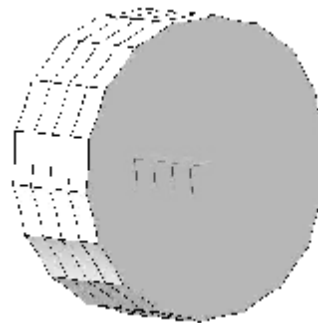


Рис. 2. Равномерное распределение огранки

Критерием назначения режимов резания служило получение высоты огранки, соответствующей шероховатости $Ra = 1,25-0,63$ мкм, что соответствует 7-8-му классу чистоты и идентично обработке шлифованием, при условии, что радиус инструмента $r_H = 100$ мм, радиус детали $R_D = 75$ мм.

При вычислении высоты огранки h для схем окружного фрезерования и фрезоточения (табл. 1, схемы 1, 4) использовались формулы (1) [12] и (2) [13] соответственно:

$$h = r_H - \frac{r_H \cdot \sin \left[180 - a \sin \left[\frac{\sin \left[\frac{90 \cdot (\pi \cdot R_D - 0,5 \cdot S_z)}{\pi \cdot R_D} \right] \cdot \left(\sqrt{2 - 2 \cdot \cos \left(\frac{90 \cdot S_z}{\pi \cdot R_D} \right)} \cdot \varepsilon \right)}{r_H} \right] - \frac{90 \cdot (\pi \cdot R_D - 0,5 \cdot S_z)}{\pi \cdot R_D}}{\sin \left[\frac{90 \cdot (\pi \cdot R_D - 0,5 \cdot S_z)}{\pi \cdot R_D} \right]} \right], \quad (1)$$

$$h = \frac{R_D}{\sin \left(90 - \frac{90 \cdot S_z}{\pi \cdot R_D} \right)} - R_D, \quad (2)$$

где r_H – радиус инструмента, мм; R_D – радиус обработанной поверхности детали, мм; S_z – величина подачи, мм/зуб.; ε – межцентровое расстояние $\varepsilon = R_D + r_H$.

Для определения наиболее производительной схемы обработки составлена табл. 2, в которую занесены исходные данные (рабочие параметры), оказывающие влияние на величину огранки и значения величины огранки, рассчитанные для каждой схемы обработки.

Производительность схем оценивалась путём сравнения качества обработанной поверхности (значения высоты огранки h) и величины подачи S_z . Максимальная разница между полученными расчётными значениями величины огранки h не превышает 6,5%.

Анализ данных табл. 2 показал, что по степени производительности представленные схемы обработки в табл. 1 расположились следующим образом (табл. 3).

Оценивая возможность практической реализации рассматриваемых схем обработки, следует отметить, что для обработки валов методом охватывающего фрезерования (табл. 1, схема 2) необходимо применять специализированное оборудование, в то время как обработку валов по схемам 1, 3, 4 (табл. 1) возможно проводить как на специализированном, так и на модернизированном оборудовании [14, 15]. Кроме того, применение схемы охватывающего фре-

зерования при обработке крупногабаритных валов ведёт к удорожанию и затруднению использования данной схемы обработки из-за необходимости применения фрез всё больших диаметров по мере увеличения диаметра обрабатываемых заготовок, в то время как применение других схем обработки не обязывает увеличивать диаметр используемого инструмента.

Таблица 2

Исходные данные для расчётов

Рабочие параметры	Схема обработки			
	окружное фрезерование	охватывающее фрезерование	фрезоточение вращающимися резцами (положение № 1)	фрезоточение (положение № 2)
Радиус детали R_d , мм	75	75	75	75
Радиус инструмента $r_{и}$, мм	100	100	-	-
Подача S_z , мм/зуб.	1,17	8	0,05	1,6
Угол $\gamma(\varphi)$, град.	-	-	-20 (70)	-
Угол $\alpha(\varphi')$, град.	-	-	5 (5)	-
Величина огранки h , мм	$4,012 \times 10^{-3}$	$4,023 \times 10^{-3}$	$4,252 \times 10^{-3}$	$4,272 \times 10^{-3}$

Таблица 3

Определение производительности схем обработки

Схема обработки	Относительная производительность, %		
1. Охватывающее фрезерование	400		2240
2. Фрезоточение (положение № 2)		36,75	
3. Окружное фрезерование			
4. Вращающиеся резцы			

Исходя из вышеизложенного, сделан вывод, что, несмотря на высокую производительность обработки валов методом охватывающего фрезерования, применение данной схемы не всегда возможно и оправдано. Принято решение отказаться от схемы «вращающиеся резцы» ввиду её низкой производительности. Таким образом, наиболее целесообразным при дальнейшем изучении вопроса будет рассмотрение схем фрезоточения и окружного фрезерования.

Проведённые пробные эксперименты по обработке вала из титанового сплава марки ВТ 1-0 по схеме окружного фрезерования (схема 1, табл. 1) показали, что при использовании попутного фрезерования и высоких скоростей резания (70, 120 м/мин) происходит своевременное и качественное удаление стружки из зоны резания и наблюдается хорошее качество обработанной поверхности, в то время как при встречном фрезеровании происходит налипание стружки на обработанную поверхность детали и инструмента тем сильнее, чем выше скорость резания.

Вывод

В результате проделанной работы были определены: высокоэффективные схемы обработки валов с использованием в качестве режущего инструмента фрезы, изучен процесс образования огранки, факторы и степень их влияния на высоту огранки, проведена оценка производительности каждой из схем обработки и выбраны наиболее перспективные. Данные проведённого эксперимента свидетельствуют о том, что обработка тел вращения из титановых сплавов методом ВСП является возможной и позволяет получить поверхность высокого качества, при этом становится возможным отказаться от операции шлифования. Таким образом, метод ВСП титановых сплавов обладает наибольшими преимуществами перед другими методами обработки титановых сплавов и обеспечивает высокое качество поверхности при существенном росте производительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филимонов Л.Н. Высокоскоростное шлифование / Л.Н. Филимонов. Л.: Машиностроение, 1979. 248 с.
2. Галицкий В.Н. Алмазно-абразивный инструмент на металлических связках для обработки твёрдого сплава и стали / В.Н. Галицкий, А.В. Курищук, В.А. Муровский. Киев: Наукова думка, 1986. 144 с.
3. Лоскутов В.В. Шлифование металлов: учебник для средних и профессионально-технических училищ / В.В. Лоскутов; 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1979. 243 с.
4. Евсеев Д.Г. Формирование свойств поверхностных слоев при абразивной обработке / Д.Г. Евсеев. Саратов: Изд-во Сарат. ун-та, 1975. 128 с.
5. Подураев В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов: учеб. пособие для вузов / В.Н. Подураев. М.: Высшая школа, 1974. 587 с.
6. Справочник по технологии резания материалов: в 2 кн. / под ред. Г. Шпура, Т. Штеферле; пер. с нем. М.: Машиностроение, 1985. Кн. 2. 688 с.
7. Абковиц С. Титан в промышленности / С. Абковиц, Дж. Бурке, Р. Хильц. М.: Оборонная промышленность, 1957. 147 с.
8. <http://www.vtool.ru/anl/ito0405-cotc.pdf>.
9. Ермаков Ю.М. Комплексные способы эффективной обработки резанием: библиотека технолога / Ю.М. Ермаков. М.: Машиностроение, 2005. 272 с.
10. Рогов В.А. Технологические возможности станков, предназначенных для обработки шеек коленчатых валов / В.А. Рогов, А.С. Кошеленко // Технология машиностроения. 2007. № 7. С. 25-29.
11. Ермаков Ю.М. Современные тенденции в развитии лезвийной обработки / Ю.М. Ермаков. М.: НИИмаш, 1983. 68 с.
12. Мир металлообработки. 2007. № 2. 36 с. <http://www.coromant.sandvik.com>.
13. Селиванов А.Н. Определение высоты огранки, возникающей при обработке валов методом фрезерования / А.Н. Селиванов // Исследование сложных технологических систем: сб. науч. тр. Саратов: СГТУ, 2009. С. 162-165.
14. Селиванов А.Н. Определение высоты огранки, возникающей при обработке валов фрезерованием / А.Н. Селиванов // Инновации и актуальные проблемы техники и технологий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых: в 2 т. Саратов: СГТУ, 2009. Т. 2. С. 48-49.
15. <http://www.spinstrument.ru>.
16. <http://edu.tltsu.ru>.

Селиванов Александр Николаевич – аспирант кафедры «Технология электрофизических и электрохимических методов обработки» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Насад Татьяна Геннадиевна доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология электрофизических и электрохимических методов обработки» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Selivanov Aleksander Nikolaevich – Postgraduate Student of the Department of «Technology of Electro-chemical and Electro-physical Processing Methods» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Nasad Tatiyana Gennadievna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Technology and Equipment of Electro-chemical and Electro-physical Processing Methods» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 18.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.23

В.Н. Кокорин, А.А. Скворцов, Д.П. Груздев, А.А. Митюшкин, Н.А. Сизов

СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ КОНСОЛИДАЦИИ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРИСУТСТВИИ ЖИДКОЙ ФАЗЫ

Проведенные экспериментальные исследования структуры уплотненной механической смеси позволяют установить эффект межчастичного сращивания с образованием ювенильного межзеренного контакта. Установлено увеличение физико-механических свойств отпрессованных изделий.

Исследование, структура, порошок, жидкость, прочность, сращивание, свойства.

V.N. Kokorin, A.A. Skvortsov, D.P. Gruzdev, A.A. Mityushkin, N.A. Sizov

CROSS-LINKING IN THE PROCESS OF POWDER MATERIALS WITH LIQUID PHASE CONSOLIDATION .

Experimental structure investigations of compact mechanical mixtures allow fixing interparticle jointing effect with formation of juvenile intergranular contact. The physical-mechanical properties increasing of pressed product is determined.

Research, structure, powder, liquid, durability, jointing, behavior.

Композит (железный порошок + жидкость + газ) рассматривается как трехфазное тело матричного типа, имеющее структурные кластеры различных типов. Материал матрицы (первая фаза) – изотропный, упругий и несжимаемый (поликристаллический или аморфный) – матричный кластер. Вторая фаза представляет собой распределенные по объему поры, характеризующиеся их объемной долей (θ) – поровый кластер, а третья – распределенные по объему прессовки жидкие включения.

Проведены металлографические исследования по изучению структурообразования (явления межчастичного сращивания) на различных (I-V) стадиях уплотнения (рис. 1). Использован микроскоп «OLIMPUS» (программное обеспечение «SIAMS 700»), увеличением $\times 100$; $\times 200$; $\times 400$. Подготовка образцов:

а) травление четырехпроцентным раствором азотной кислоты (изучение межграничных контактов);

б) образцы после полирования (без травления) – использованы для установления общей пористости и траектории образования поровых кластеров.

Установлено, что на IV, V стадиях (образцы группы «а») прессования наблюдается интенсивный рост зерен (объединенные в единый конгломерат соседних зерен за счет межкристаллитного сращивания). Данный эффект был отмечен профессором А.П. Гуляевым при изучении структуры деформируемых тел [1]. Им была предложена модель рассыпания (расстворения) границ зерен, механизмом которого является двойникование. Полное растворение границ приводит к объединению соседних зерен в единый зеренный конгломерат.

Развитие сращивания происходит в результате синхронной с деформацией миграции границ одних контактирующих зерен за счет других [2].

Межчастичные поверхности сращивания определяют зоны сращивания, как область деформационного формирования межзеренной поверхности с расположенными на ней зернограницными дефектами [3, 4].

В работе [2] также отмечается явление межчастичного сращивания при динамическом горячем прессовании порошковых тел. Реализация этого механизма требует резкого повышения в области контакта плотных вакансий, дислоцированных атомов и дислокаций. Как следует из теории В.Л. Гапонцева и В.М. Колоскова [5], при изучении роли диффузии в процессах структурообразования холодной интенсивной пластической деформации (ИПД) металлических смесей, ИПД приводит к образованию межузельных атомов. Значение взаимодействия контактных поверхностей на атомном уровне установлено в [6].

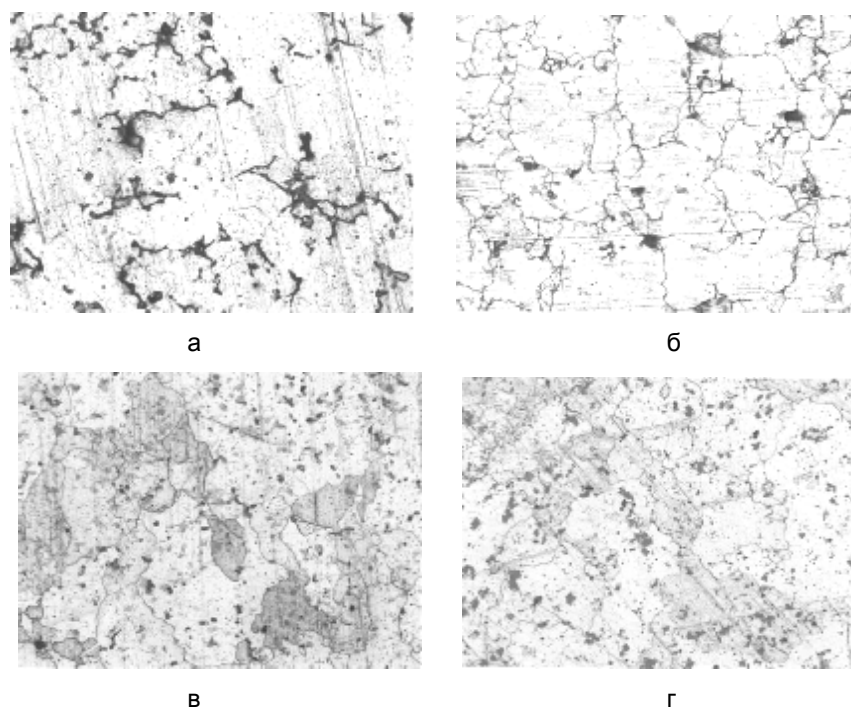


Рис. 1. Постадийное структурообразование при прессовании механических смесей: а – II стадия; б – III стадия; в – IV стадия; г – V стадия

Интенсивное межкристаллическое сращивание при прессовании механических смесей с использованием жидкой фазы установлено на IV, V стадиях прессования (рис. 1 в-г), причем завершение образования зеренных конгломератов наблюдается на V стадии, где моделируется регламент экструзии.

Таким образом, установлено явление межкристаллитного сращивания на завершающих стадиях прессования, что обуславливает существенное повышение уровня механических свойств прессовок.

Проведены исследования по изучению упругого последействия многофазных механических смесей в процессе одностороннего прессования.

На рис. 2 представлена графическая интерпретация данных испытаний.

Установлено, что в конце пятой стадии деформирования упругое последействие имеет величину, меньшую, чем на стадии структурной переукладки (первая стадия), что свидетельствует о малых значениях упругой составляющей общей деформации брикета, и как следствие, его упругого последействия (1,36%). Незначительная величина упругого последействия (за счет межчастичного сращивания, см. рис. 1 з) обуславливает отсутствие появления расщелинных трещин и, как следствие, повышение качества отпрессованного изделия.

$$\Delta = \frac{\Delta d}{D_{cp}} \cdot 100\% .$$

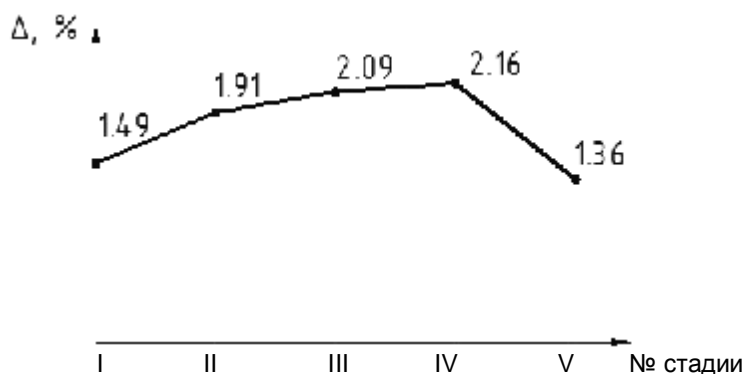


Рис. 2. Графическая интерпретация испытаний

Для определения механических свойств полученных структур была использована установка ИМАШ-20-78.

Нагрузка, действующая на образец, и перемещение держателей образца регистрировались на двухкоординатном потенциометре (графопостроителе).

Внешний вид образца для испытаний представлен на рис. 3.

Измерение нагрузки осуществляется при помощи силоизмерительных датчиков в пределах от 0,1 до 1 кН; от 0,5 до 5 кН; от 5 до 10 кН. Силоизмерительный датчик представляет собой крестовину, на четырех плоскостях которой наклеены восемь тензорезисторов (принцип действия тензорезистора основан на измерении электрического сопротивления при его деформации).

Анализ полученных результатов (рис. 4) свидетельствует о значительном увеличении механических характеристик полученных изделий в зависимости от стадийности прессования. При этом значение предела прочности на растяжение σ_b увеличивается в 1,6 раза (от 500 до 800 МПа), относительное удлинение δ увеличивается в 1,7 раза (от 2 до 3,5%), относительное сужение ψ – в 1,95 раза (от 1,8 до 3,5), что свидетельствует о достижении регламентированных механических характеристик деталей, сильно нагруженных.

В металлургической, химической, электронной и других отраслях промышленности, а также при выполнении научных исследований важно знать химический и фазовый составы материала, который является объектом производства или научно-исследовательской работы. Определение фазового состава – одна из наиболее важных задач, поскольку он во многом определяет физические свойства вещества.

В данной работе для рентгенографических исследований используется дифрактометр ДРОН-3.

В дифрактометрии поликристаллов использован плоский образец (срез массивного поликристалла). Схема измерений приведена на рис. 5.

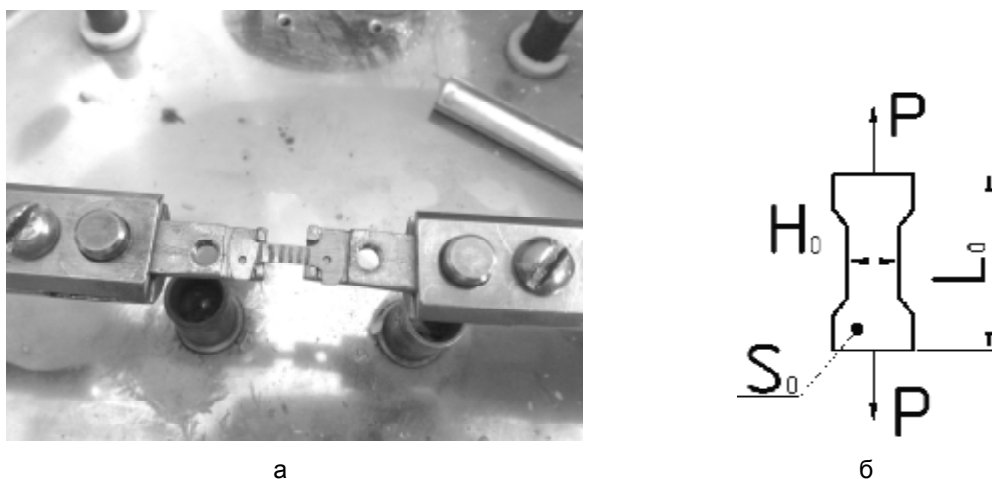


Рис. 3. Внешний вид образца для испытаний (а), схема испытаний (б)

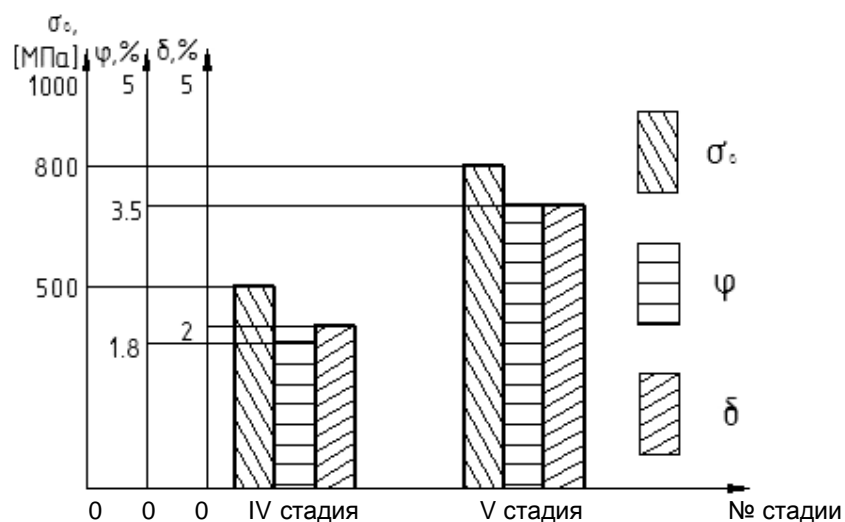


Рис. 4. Гистограмма механических свойств

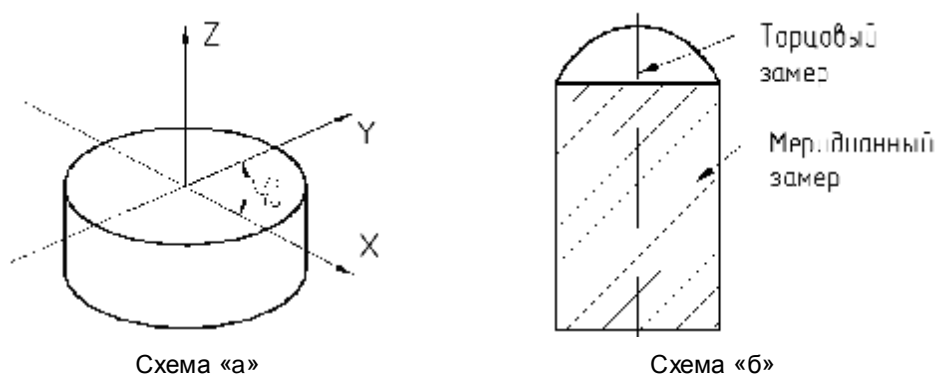


Рис. 5. Схема измерений

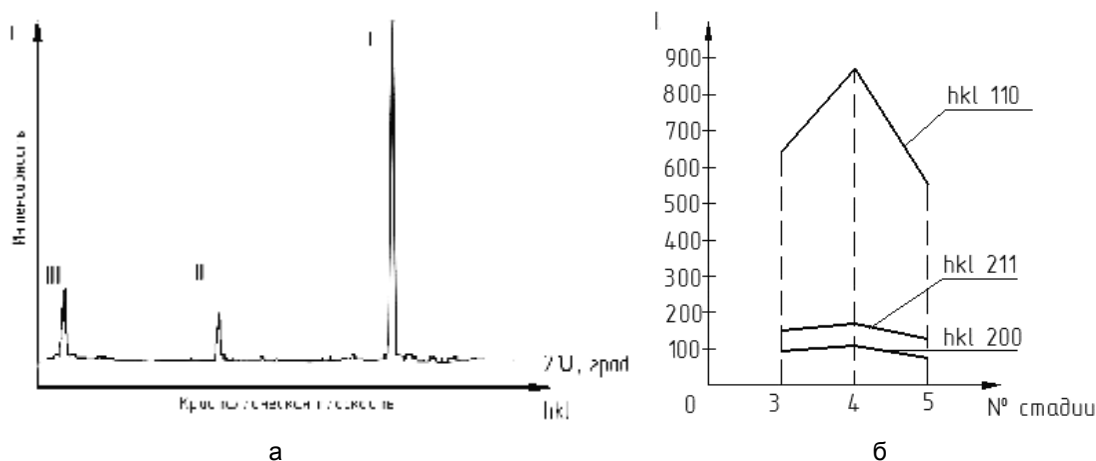


Рис. 6. Рентгеноструктурные исследования тонкой структуры:
а – дифрактограмма исследования; б – диаграмма состояний структуры

Анализ испытаний по определению физических свойств (интенсивность искажений кристаллографической решетки) отпрессованных деталей в зависимости от стадий прессования, номера кристаллографической плоскости свидетельствует о системном характере (hkl: 110,200,211) монотонного увеличения интенсивности I на четвертой стадии прессования и образования нисходящей ветви на переходе на пятую стадию. При этом степень искажения кристаллической решетки, определяемая интенсивностью, на пятой стадии прессования уменьшается в 1,16 раза (кристаллографическая плоскость 110); в 1,31 раза (кристаллографическая плоскость 200); в 1,18 раза (кристаллографическая плоскость 211), что свидетельствует о существенном снижении остаточных напряжений на завершающей стадии деформирования и соответственно уменьшении упругой составляющей деформации.

Таблица 1

Результаты измерений (схема «а»)

№ пп.	Стадия	Угол	Интенсивность I, %	Кристал. плоскость
III пик				
1	3	82°30'	148	211
2	4	82°30'	166	211
3	5	82°30'	125	211
II пик				
1	3	65°	94	200
2	4	64°90'	106	200
3	5	65°	72	200
I пик				
1	3	44°70'	645	110
2	4	44°60'	871	110
3	5	44°70'	554	110

Таблица 2

Результаты измерений (схема «б»)

№ пп.	Стадия	Угол	Интенсивность I, %	Кристал. плоскость
1	5	44°70'	235	110

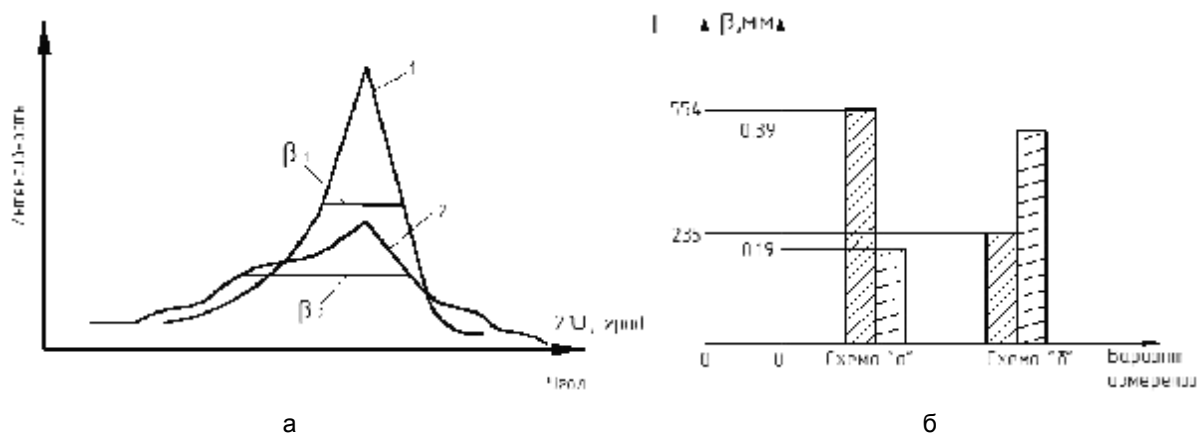


Рис. 7. Сравнительный анализ структуры: а – изменение интенсивности (I), полуширины (β), интерференционных тел (1 – схема «а» (пик I); 2 – схема «б» (пик I)); б – гистограмма сравнительного анализа

Таблица 3

Результаты сравнительного анализа

№ пп	Стадия	Схема измерений	Угол	Кристал. плоскость	Интенсивность I	Полуширина β , мм
1	5	а	44°70'	110	554	0,19
2	5	б	44°70'	110	235	0,39

Анализ испытаний по определению физических свойств (интенсивность искажений кристаллографической решетки, полуширина дифракционного пика β отпрессованных деталей в зависимости от схемы испытаний (схема а – торцовая поверхность и схема б – меридиональная плоскость) свидетельствует об уменьшении интенсивности искажения кристаллографической решетки в меридиональной плоскости в 2,36 раза (от 554 до 235), что характеризует получаемую однородную структуру основного массива отпрессованной заготовки. При этом величина β в 2,05 раза (от 0,19 до 0,39). Данный эффект обуславливает получение равновесной плотноупакованной структуры с минимальным количеством дефектов структуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляев А.П. Моя металлография / А.П. Гуляев // Металловедение и термическая обработка металлов. 1995. № 7. С. 32-37.
2. Дорофеев В.Ю. Межчастичное сращивание при формировании порошковых горячедоформированных материалов / В.Ю. Дорофеев, С.Н. Егоров. М.: Metallurgizdat, 2003. 152 с.
3. Дорофеев Ю.Г. Исследование сращивания металлов при динамическом горячем прессовании / Ю.Г. Дорофеев, С.Н. Попов // Порошковая металлургия. 1971. № 2. С. 44-51.
4. Сращивание на контактных поверхностях при различных технологических вариантах горячей обработки давлением порошковых материалов / Ю.Г. Дорофеев, В.Ю. Дорофеев, С.Н. Егоров и др. // Порошковая металлургия. 1986. № 10. С. 31-34.
5. Гапонцев В.Л. Индуцированная диффузия – ведущий механизм формирования активированных сплавов / В.Л. Гапонцев, В.М. Колосков // Металловедение и термическая обработка металлов. 2007. № 11. С. 3-15.
6. Дорофеев Ю.Г. Исследование сращивания малоуглеродистой стали при динамическом горячем прессовании / Ю.Г. Дорофеев, С.Н. Попов // Исследование в области порошковой и стружковой металлургии. Новочеркасск: Новочеркас. кн. изд-во, 1968. С. 120-141.

Кокорин Валерий Николаевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и обработка металлов давлением» Ульяновского государственного технического университета

Kokorin Valeriy Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Head of the Department of «Material Science and Metal Forming» of Uliyanovsk State Technical University

Скворцов Аркадий Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Физика металлов» Ульяновского государственного университета

Skvortsov Arkadiy Alekseyevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Physics of Metals» of Uliyanovsk State University

Груздев Дмитрий Павлович – аспирант кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» Ульяновского государственного технического университета

Gruzdev Dmitriy Pavlovich – Postgraduate Student of the Department of the «Material Science and Metal Forming» of Uliyanovsk State Technical University

Митюшкин Антон Александрович – аспирант кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» Ульяновского государственного технического университета

Mityushkin Anton Aleksandrovich – Postgraduate Student of the Department of «Material Science and Metal Forming» of Uliyanovsk State Technical University

Сизов Николай Александрович – аспирант кафедры «Материаловедение и обработка металлов давлением» Ульяновского государственного технического университета

Sizov Nikolay Aleksandrovich – Postgraduate Student of the Department of «Material Science and Metal Forming» of Uliyanovsk State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 621.762; 616-089.843; 616.31

И.П. Мельникова, А.В. Лясникова, В.Н. Лясников

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОСОВМЕСТИМЫХ ПОКРЫТИЙ
МЕДИЦИНСКИХ ИМПЛАНТАТОВ ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИИ
ЧАСТИЦ ПОРОШКОВ ПЕРЕД ЭЛЕКТРОПЛАЗМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ**

Исследования, результаты которых представлены в данной работе, направлены на повышение качества биосовместимых покрытий медицинских имплантатов путем изменения морфологии частиц исходного порошка при закреплении мелких частиц на крупных гранулах. При этом добивались повышения равномерности, прочности, открытой пористости покрытия и более развитой морфологии его поверхности, а также увеличения площади контакта соприкасаемых поверхностей (имплантат и костная ткань) при

его дополнительном наноструктурировании с повышением активности поверхности имплантата.

Гидроксиапатит, оксид алюминия, плазменное напыление, биосовместимость, имплантат, термомеханическая обработка.

I.P. Melnikova, A.V. Lyasnikova, V.N. Lyasnikov

**POSSIBILITY RESEARCH OF INCREASING
THE FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF BIOCOMPATIBLE
COATINGS ON MEDICAL IMPLANTS DUE TO MORPHOLOGY CHANGES
OF POWDER PARTICLES BEFORE ELECTROPLASMA SPRAYING**

The research presented in this article is aimed to improve the quality of biocompatible coatings medical implants by changing the morphology of particles in starting powder consolidation of small particles of large granules. It increases uniformity, strength, open porosity of coating and more developed morphology of its surface, increases the contact area between surfaces (implant and bone tissue) in supplementary nanostructuring with increased implant surface activity.

Hydroxyapatite, aluminum oxide, plasma spraying, biocompatibility, implant, thermo-mechanical processing.

В современной стоматологии и травматологии для замещения костных дефектов различной этиологии широко используются биосовместимые материалы на основе алюмооксидной и кальцийфосфатной керамик, основным недостатком которых является низкая механическая прочность. Для решения данной проблемы используется плазменное напыление порошковых алюмооксидных и кальцийфосфатных материалов с целью получения керамических покрытий на поверхности имплантируемых конструкций. Для улучшения функциональных характеристик биосовместимых покрытий целесообразно введение в их структуру керамических частиц нанодиапазона, а также совершенствование пористой структуры и морфологии поверхности. Известно, что, управляя размерами и формой используемых при напылении порошков, можно придавать материалам совершенно новые функциональные характеристики, резко отличающиеся от характеристик массивных материалов [1, 2].

Целью данной работы являлась модернизация структуры и свойств биосовместимого покрытия путем изменения морфологии частиц исходного порошка при закреплении мелких частиц на крупных гранулах. При этом добивались повышения равномерности, прочности, открытой пористости покрытия и более развитой морфологии его поверхности, а также увеличения площади контакта соприкасаемых поверхностей (имплантат и костная ткань) при его дополнительном наноструктурировании с повышением активности поверхности имплантата.

Выбор размера частиц при плазменном напылении с использованием установки типа ВРЕС и дистанции напыления 70 мм объясняется необходимостью получения пористой структуры покрытия с размером пор 100-200 мкм и максимальной адгезии керамического покрытия 25-30 МПа [3, 4].

Известно, что размер пор в пористом каркасе связан с размером частиц, из которого он состоит [5]. В разработанной и используемой нами технологии плазменного напыления керамических покрытий на внутрикостные имплантаты из титана с пористым титановым подслоем используется порошок с размером частиц от 40 до 100 мкм [3, 6-8].

Увеличение размеров частиц свыше 100 мкм ослабляет их адгезию вследствие недостаточного прогрева распыляемых частиц в плазменной струе и малой деформации при ударе о подложку. При напылении мелких частиц до 40 мкм они сильно прогреваются, однако обладают невысокой кинетической энергией, поэтому мало деформируются при ударе о подложку, напорное давление в контакте невелико, и в конечном итоге мала прочность сцепления с подложкой. При увеличении размеров частиц более 40 мкм возрастают их масса и силы инерции, поэтому частицы меньше тормозятся и с большой скоростью соударяются о подложку. Это приводит к значительной деформации, увеличению площади контакта, возрастанию напорного давления и в конечном итоге к повышению адгезии покрытия к подложке.

Мы предлагаем способ наноструктурирования биосовместимых покрытий внутрикостных имплантатов при сохранении необходимой пористой структуры и развитой морфологии. Данный способ заключается в создании комбинированных частиц исходного порошка для напыления закреплением (иммобилизацией) мелких частиц размером менее 40 мкм на крупных частицах размером 40-100 мкм. В процессе плазменного распыления в высокотемпературной струе теплоотвод от мелкой частицы к крупной сохранит часть мелких закрепленных частиц от полного расплавления. При ударе о подложку комбинированная частица раздробится с отрывом мелкой частицы от крупной. При этом можно предположить, что мелкая частица, имея кинетическую энергию и напорное давление крупной частицы, разобьется на частицы нанометрового размера.

Известен способ повышения качества порошков по гранулометрическому составу, приводящий к устранению ультрадисперсной и мелкой фракций, который заключается в термомеханической обработке (ТМО), с применением длительного отжига и последующего легкого размола [2, 9]. В процессе высокотемпературного отжига мелкие, наиболее активные частицы исходного порошка припекаются друг к другу и к более крупным частицам, а при последующем легком размоле не отделяются в виде самостоятельных частиц.

Крупные же конгломераты (60-70 мкм), малоактивные при отжиге, разрушаются в процессе размола до более мелких частиц исходного размера. Таким образом, предварительно отожженный и размолотый порошок становится менее полидисперсным, чем исходный, и структура пористых каркасов из него получается более однородной.

Подобная обработка исходных порошков с размерами частиц, различающимися почти в 2 раза, может привести к повышению его равномерности по гранулометрическому составу и, в конечном итоге, к повышению прочности покрытия, а также может быть использована для выполнения иммобилизации мелких частиц на крупных. Вводимые в исходные крупные порошки мелкие частицы в значительной степени отличаются от них по размеру. Поэтому применение ТМО будет способствовать получению равномерной по гранулометрическому составу смеси мелких и крупных порошков за счет устранения субмикронных частиц как самостоятельных единиц.

В работе исследовали влияние изменения гранулометрического состава ТМО порошков биосовместимых материалов (гидроксиапатит и оксид алюминия) на свойства прессованных и плазмонапыленных образцов, изготовленных из них. Также исследовали возможность упрочнения плазмонапыленных покрытий на основе гидроксиапатита ($E = 50$ ГПа) частицами Al_2O_3 ($E = 380$ ГПа).

В процессе эксперимента крупнозернистые порошки оксида алюминия по ЕТО.035.331ТУ (с частицами сферической формы) или белого электрокорунда по ТУ3988-075-00224450-99 (с частицами осколочной формы) с размером частиц ~ 40-60 мкм и алунда электровакуумного с размером частиц ~ 1-3 мкм в количестве 80% крупного порошка, 20% мелкого порошка перемешивали в выпарительной керамической чаше в течение 15-20 мин.

Свободно насыпанные смеси алундовых порошков отжигали при температурах 1100, 1200, 1250, 1300, 1400, 1500°C в водороде в течение 3 ч, после чего растирали их в керамической ступе в течение 20 мин.

Образцы для механических испытаний на сжатие изготавливали прессованием в пресс-форме из смеси порошков оксида алюминия, в которую в качестве пластификатора добавляли глазурь в количестве 2% от её веса. Далее производили спекание при температуре 1750°C в атмосфере водорода в течение 10 мин.

Результаты испытаний образцов на сжатие, приведенные в табл. 1, свидетельствуют о том, что прочность образцов после ТМО увеличилась. Максимальная прочность образцов достигается при отжиге смеси алундовых порошков при 1200-1250°C, что указывает на равномерную и наиболее оптимальную укладку частиц (табл. 1).

Таблица 1

Результаты испытаний образцов из смесей алундовых порошков, отожженных при разных температурах

Температура отжига смесей, Т°С	Прочность образцов на сжатие, σ_a , кг/мм ²
Без отжига	17,4
1100	22,2
1200	35,5
1250	35,4
1300	28,5
1400	25,6
1500	24,8

Предварительно отожженная и растертая смесь алундовых порошков становится более равномерной по гранулометрическому составу, что связано с исчезновением ультрадисперсной фракции мелкого порошка (~1 мкм и менее), которая после обработки смеси порошков закреплена на микрогранулах (рис. 1).

Перед ТМО исходного порошка гидроксиапатита (ГА) с размером частиц 40-100 мкм в него был введен порошок гидроксиапатита с частицами размером менее 40 мкм в количестве 20% от веса исходного порошка. Кроме того, была изготовлена смесь порошков на основе ГА, содержащая 20% частиц алунда электровакуумного с размером частиц ~ 1-3 мкм. После тщательного перемешивания порошков в керамической ступе смеси отжигали в керамической лодочке в муфельной печи при температурах из интервала 800-1100°C в течение 2-3 часов, после чего размалывали в керамической ступе легкими нажатиями пестика в течение 20 минут (рис. 2).

Полученные порошки напыляли на образцы из титана марки ВТ1-00. Анализ структуры покрытий с использованием оптического микроскопа подтвердил повышение ее равномерности. При этом характерное укрупнение порошка при ТМО способствует получению более развитой морфологии поверхности покрытия (рис. 3, табл. 2) и повышению размеров открытых поровых каналов (табл. 3).

Проведенная атомно-силовая микроскопия показала наличие частиц нанометрового диапазона размеров (~100 нм и менее) в структуре плазмонапыленного покрытия из модифицированных порошков (рис. 4).

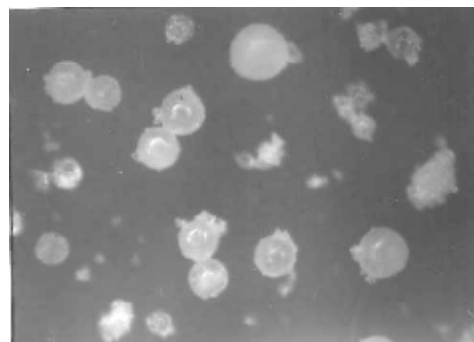


Рис. 1. Смесь алундовых порошков разного зернового состава после выполнения процесса ТМО, $\times 300$

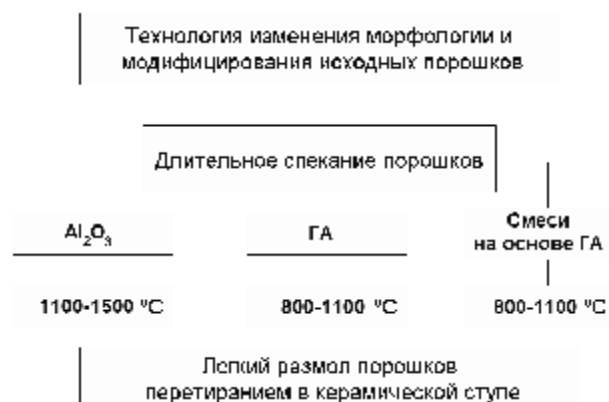


Рис. 2. Схема технологического процесса ТМО порошков биосовместимых материалов

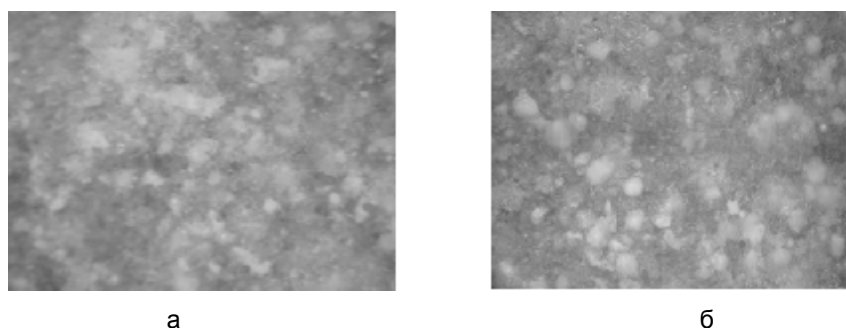


Рис. 3. Морфология поверхности ГА-покрытия до (а) и после (б) ТМО исходного порошка (×90)

Таблица 2

Влияние температуры отжига ГА-порошка и смесей на его основе
на шероховатость плазмонапыленных покрытий

Состав порошка	Температура спекания ТМО T, °С	Параметры шероховатости, мкм			
		R_a	R_z	R_{max}	S_m
ГА (40-90 мкм)	Без обработки	5,5	45,8	54,9	58,7
ГА (40-90 мкм)	800	5,9	49,9	62,6	121
ГА (40-90 мкм) + ГА (менее 40 мкм)	800	9,8	69,9	97,5	143
ГА (40-90 мкм) + Al_2O_3 (2 мкм)	800	8,8	67,8	91,1	110
ГА (40-90 мкм) + ГА (менее 40 мкм)	1000	16,7	104	125	237
ГА (40-90 мкм) + Al_2O_3 (2 мкм)	1000	10,4	69,2	106	131

Таблица 3

Влияние температуры отжига ТМО исходного порошка на величину
открытого порового канала в покрытиях на основе ГА

Используемые порошки	Температура спекания порошка, °С	Величина открытого порового канала *, мкм
ГА (40-100 мкм)	без обработки	5÷7
ГА (40-100 мкм) + ГА (менее 40 мкм)	800	7,8÷19,6
ГА (40-100 мкм) + ГА (менее 40 мкм)	1000	39,2

* Величина открытого порового канала определялась при помощи металлографического анализа поверхности в светлом поле.

Выполнены также исследования влияния температуры спекания при ТМО порошков ГА на его структуру, кристалличность, фазовый состав, вязущие свойства методами рентгенофазового анализа (РФА) и инфракрасной спектроскопии. ТМО порошков ГА и смесей на его основе при температурах в интервале 800-900°C не приводит к изменению фазового состава порошков (рис. 5), степень кристалличности изменяется незначительно (табл. 4).

Отжиг при 1000°C приводит к появлению линии β - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)$ на дифрактограммах ГА и изменению характера линий поглощения на ИК-спектрах (рис. 5, 6, табл. 5).

Проведенный лазерный микроспектральный анализ покрытия подтвердил наличие в нем Al_2O_3 (рис. 7).

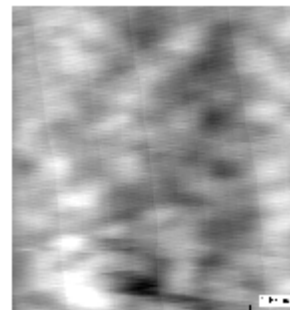


Рис. 4. Наночастицы в структуре биосовместимого плазмонапыленного покрытия из модифицированного методом ТМО при температуре отжига 800°C ГА-порошка

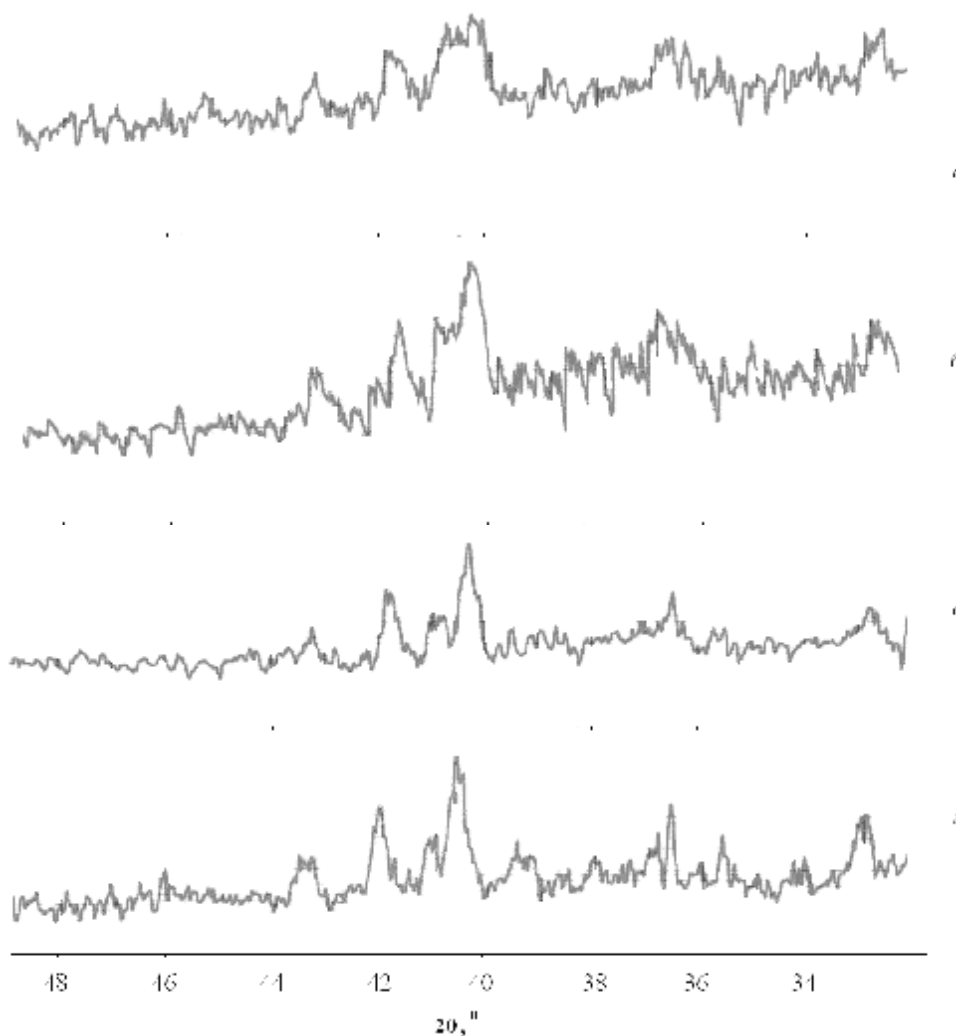


Рис. 5. Дифрактограммы порошков ГА без ТМО (а) и с ТМО при: б – 800°C; в – 900°C; г – 1000°C

Результаты влияния температуры отжига ТМО на свойства ГА

Температура ТМО, °С	Вязущие свойства (налипание порошка на пестик)	Степень кристалличности*, %	Наличие линии $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ с $d = 2,88 \text{ \AA}$ ($2\theta = 39,5^\circ$)
Без обработки	есть	33	нет
800	есть	39	нет
900	есть	45	нет
1000	нет (сыпучий)	57	есть

* Степень кристалличности определяли по отношению площади рефлексов РФА к суммарной площади рефлексов и фона под ними в интервале углов 2θ от 39 до 44° .

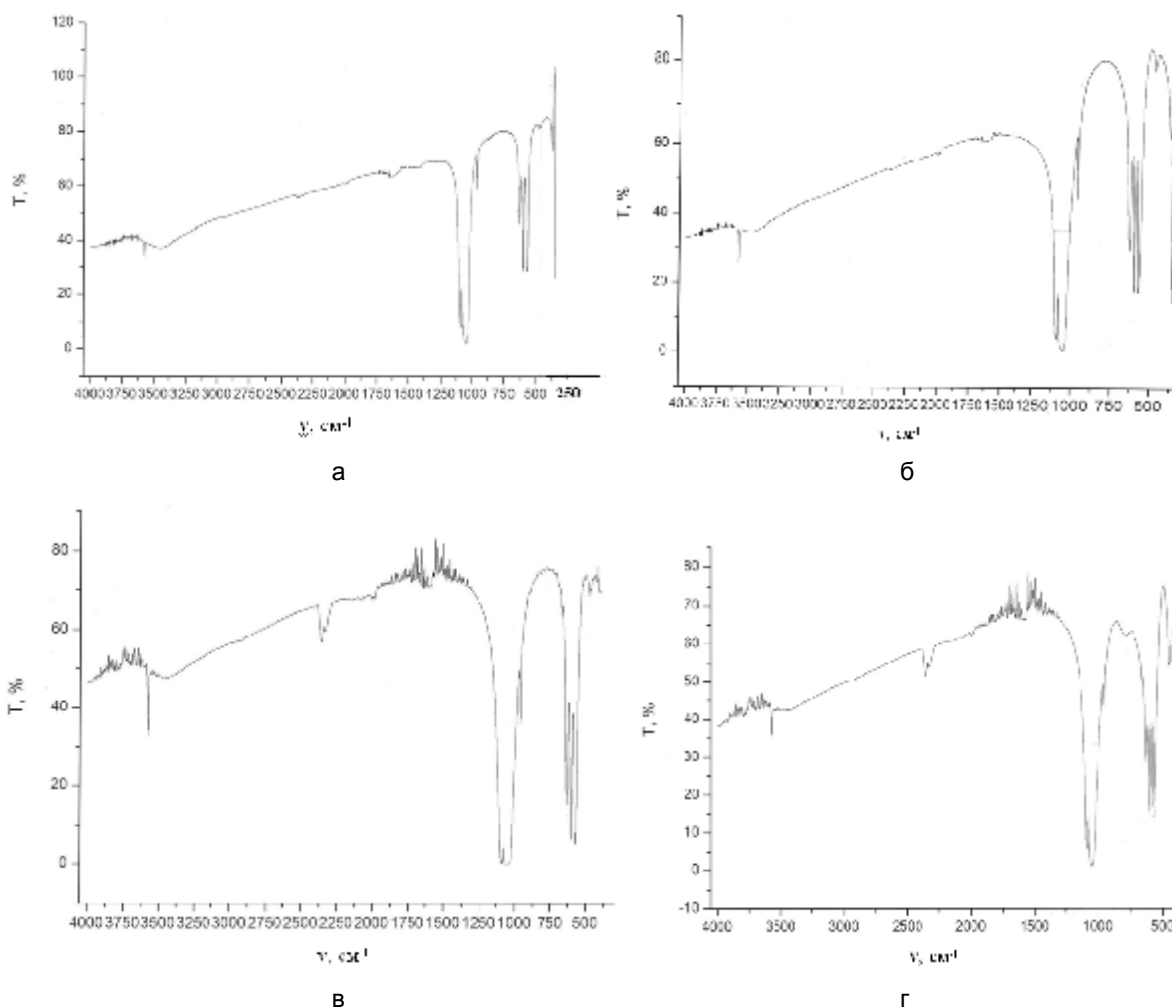


Рис. 6. ИК-спектры порошков гидроксиапатита без ТМО (а) и с ТМО: б – при 800°C ; в – 900°C ; г – 1000°C

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Для повышения функциональных характеристик биосовместимых покрытий на основе оксида алюминия и ГА целесообразно использовать процесс ТМО исходных порошков для выполнения процесса иммобилизации микрочастиц оксида алюминия и ГА на гранулах этих материалов с целью последующего наноструктурирования покрытий из них при плаз-

менном напылении, а также улучшения структурных характеристик пористой структуры и морфологии поверхности имплантата.

Таблица 5

Влияние температуры спекания ТМО порошка гидроксиапатита на параметры линий поглощения ИК-спектра

Температура спекания ТМО, °С	Наличие полос поглощения на волновом числе (ν , см^{-1})			Ширина полосы поглощения, мм (колебание аниона PO_4^-)
	3570 (валентное колебание OH-группы)	625 (деформационное колебание OH-группы)	450 (колебание группы Ca-O)	
Без обработки	есть	есть	есть (слабая)	4,5
800	есть	есть	есть (слабая)	5,0
900	есть	есть	есть (слабая)	6,2
1000	есть	есть	есть (сильная)	6,2

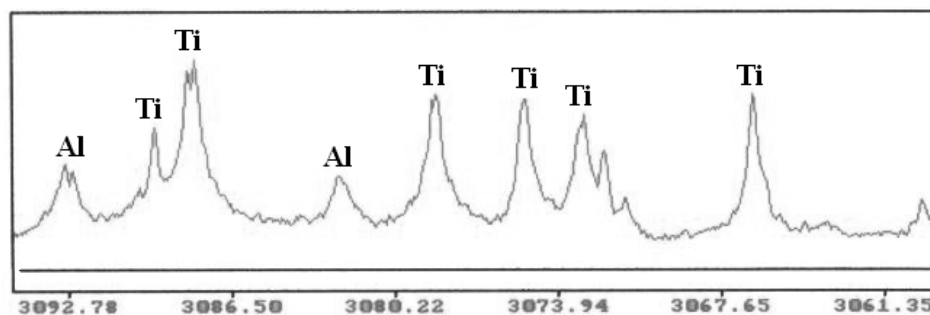


Рис. 7. Результаты лазерного микроанализа покрытия, состоящего из 80% ГА и 20% Al_2O_3

2. Показано, что оптимальной температурой ТМО с целью иммобилизации мелких частиц оксида алюминия на макрогранулах оксида алюминия является температура 1200-1250°С.

3. Спекание ГА и смеси на его основе при ТМО в интервале температур от 800 до 1000°С приводит к укрупнению частиц без значительного изменения соотношения аморфной и кристаллических фаз. Этот интервал в настоящее время рассматривается как наиболее приемлемый для ТМО ГА и смеси на его основе.

4. При спекании при температуре ТМО 1000°С и выше происходит повышение степени кристалличности ГА (более 50%) и образование $\beta\text{-Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

5. Введение незначительного количества частиц оксида алюминия в порошок ГА снижает его вязущие свойства и степень налипания на сопло плазмотрона, что способствует улучшению процесса напыления.

Работа выполнена при поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (Гос. контракт П2535 от 20.11.2009 г.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Елинсон В.М. Наноструктурирование поверхности полимерных материалов: способ управления их медико-биологическими характеристиками и перспективы применения / В.М. Елинсон // Вакуумная наука и техника: материалы XIV науч.-техн. конф. М.: МИЭН, 2008. С. 253-263.

2. Патент 1634044 SU A1 H01 J 9/04. Способ изготовления металлопористых катодов / И.П. Мельникова, Д.А. Усанов.

3. Стоматологические имплантаты. Исследование, разработка, производство и клиническое применение / А.В. Лясникова, А.В. Лепилин, Н.В. Бекренев, Д.С. Дмитриенко. Саратов: СГТУ, 2006. 254 с.

4. Копейкин В.Н. Ортопедическая стоматология / В.Н. Копейкин. М.: Медицина, 1988. 511 с.

5. Белов С.В. Пористые материалы в машиностроении / С.В. Белов. М.: Машиностроение, 1976. 184 с.

6. Патент 2074674 Россия, МКИ А 61 F 2/28. Способ изготовления внутрикостного стоматологического имплантата / В.Н. Лясников, С.Г. Колганова, Л.А. Верещагина.

7. Влияние технологических режимов плазменного напыления гидроксиапатита на структуру и морфологию поверхности имплантата / В.Н. Лясников, С.Г. Колганова, Л.А. Верещагина, С.А. Обыденная // Новые материалы в технологии: тез. докл. Всерос. науч.-техн. конф. М.: МГ МСУ, 1994. С. 142.

8. Применение плазменного напыления в производстве имплантатов для стоматологии / В.Н. Лясников, В.В. Петров, В.Р. Атоян, Ю.В. Чеботаревский. Саратов: СГТУ, 1993. 40 с.

9. Патент 1246799 SU A H01 j 9/04 Способ изготовления металлопористого катода / Л.А. Верменко, О.И. Гетьман, С.П. Ракитин.

Мельникова Ираида Прокопьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

Лясникова Александра Владимировна – кандидат технических наук, профессор кафедры «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

Лясников Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и высокоэффективные процессы обработки» Саратовского государственного технического университета

Melnikova Iraida Prokopievna – Candidate of Physical-Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of «Materials Science and High-efficiency Treatment Processes» of Saratov State Technical University

Lyasnikova Aleksandra Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of «Materials Science and High-efficiency Treatment Processes» of Saratov State Technical University

Lyasnikov Vladimir Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Materials Science and High-efficiency Treatment Processes» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 02.06.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 541.135.4

О.Н. Щербинина, Д.А. Слепухин

КАТОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОДА В АПРОТОННОМ РАСТВОРЕ БАРИЯ

Методом электрохимического катодного внедрения предложено модифицировать поверхность меди барием из апротонного органическо-

го раствора $Ba(NO_3)_2$. Электрохимическая обработка проводилась в широком диапазоне потенциалов и концентраций растворов. Рентгенофазовым анализом обнаружено, что в заданных условиях в поверхностном слое меди формируется твердый раствор Ba_xCu . Рассчитаны диффузионные характеристики процесса внедрения.

Метод электрохимического катодного внедрения, твердый раствор, потенциал, диффузия.

O.N. Scherbinina, D.A. Slepukhin

CATHODE BEHAVIOR OF COPPER ELECTRODE IN APROTONIC BARIUM SOLUTION

It is proposed to modify copper surface from aprotonic solution of $Ba(NO_3)_2$ by barium with the help of electrochemical cathode intrusion method. Electrochemical treatment was carried out in a wide diapason of potentials and solution concentrations. X-ray phase analysis revealed that solid solution Ba_xCu is formed in surface layer of copper. Diffusion characteristics of intrusion process were calculated in the article.

Electrochemical cathode, intrusion method, solid solution, potential, diffusion.

Известно, что внедрение бария в поверхностный слой других металлов существенно уменьшает работу выхода электрона [1]. Поэтому сплавы, содержащие барий, например, Ba-Ni, Ba-Cu, находят практическое применение в электронных и электрических устройствах. Целью настоящей работы являлось изучение возможности легирования меди барием с применением метода электрохимического внедрения. Преимущество процесса электрохимического внедрения в том, что уже на начальном этапе электровыделение металлов протекает через образование ад-ионов, их превращение в ад-атомы и диффузию ад-атомов по вакансиям в глубь электрода, то есть на наноразмерном уровне. Объединяясь в ансамбли, ад-атомы образуют наноструктуры, свойства которых будут зависеть не только от особенностей кристаллической решетки металла электрода, но также от концентрации дефектов, как на поверхности металла, так и в его объеме, и от возможности перехода внедряющихся атомов в разновалентное состояние в связи с протеканием процессов электронного обмена. Вследствие этого такие системы можно использовать для формирования многофункциональных наноматериалов, нашедших применение в области хемо-, пьезо-, термоэлектрики, магнитоструктуры и др. Измерения проводили в 0,10 и 0,05М растворах бария $Ba(NO_3)_2$ в ДМФ при потенциалах $-2,0 \div -2,8$ (шаг 0,2 В) и температуре 20°C. Потенциал измеряли относительно неводного хлорсеребряного электрода сравнения. В работе использовали потенциостат П-5848 в комплекте с самопишущим потенциометром КСП-4. Время каждого опыта составляло 45 минут. Растворы готовили из перекристаллизованного реактива. Площадь рабочей поверхности меди (99,99 мас.% Cu) составляла 2 см². Перед опытом электроды подвергали механической обработке с последующим электрохимическим полированием в растворе следующего состава: H_3PO_4 – 1200 г/л, CrO_3 – 120 г/л, $t = 20-30^\circ C$, $i_a = 30 \div 50$ А/дм², выдержка 2 мин [2], промывали и сушили в сушильном шкафу. Рентгенофазовый анализ образцов проводили на установке ДРОН-3М с использованием C_{α} -K α излучения. Лазерный эмиссионный микроспектральный анализ – на установке «Спектр-2000» [3].

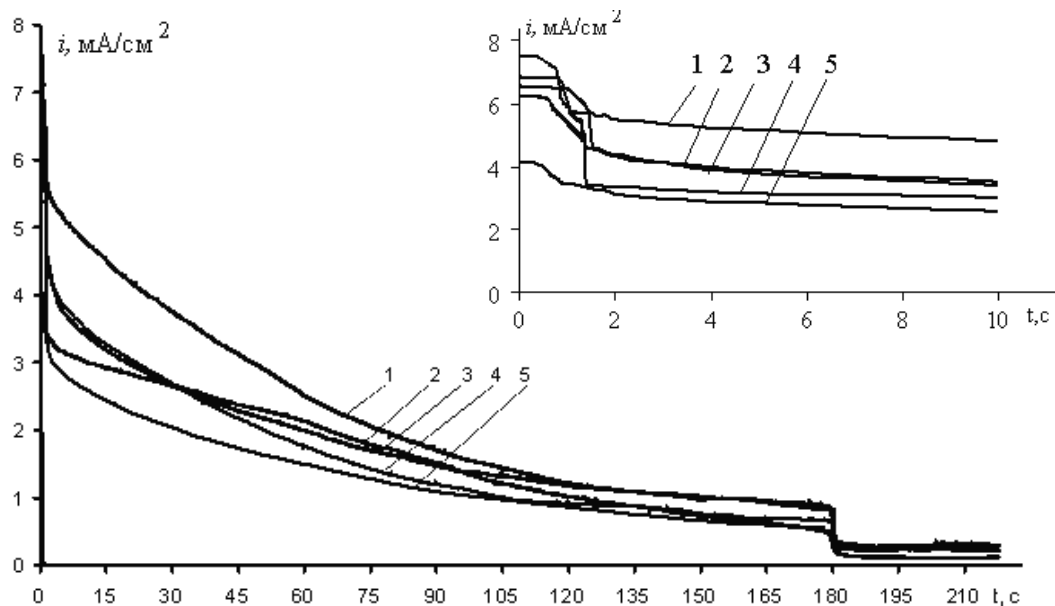


Рис. 1. ПСК Cu в 0,05М растворе $Ba(NO_3)_2$ в ДМФ при потенциалах, В:
1 – -2,8; 2 – -2,6; 3 – -2,4; 4 – -2,2; 5 – -2,0

Характер бестоковых хронопотенциграмм (рис. 2, 4) показывает образование твердого раствора бария в медном электроде, как и результаты рентгенофазового анализа (рис. 5) Смещение бестокового потенциала медного электрода в отрицательную сторону после катодной поляризации подтверждает внедрение бария в медь согласно реакции

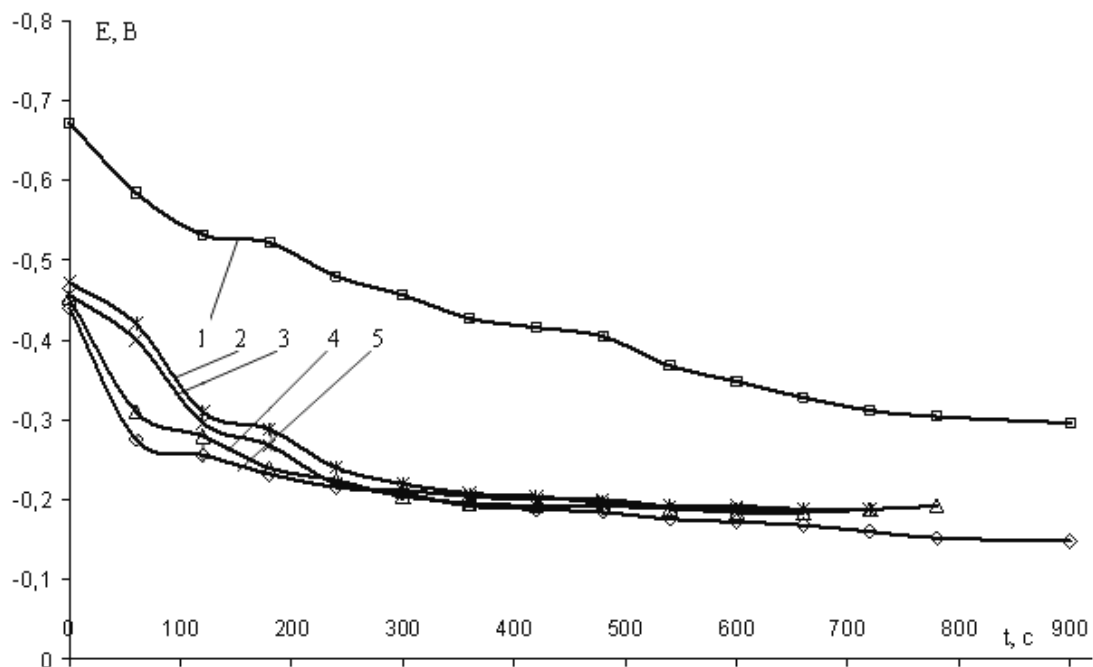


Рис. 2. Бестоковые хронопотенциграммы, для Cu электрода в 0,05 М растворе $Ba(NO_3)_2$ в ДМФ при потенциалах, В: 1 – -2,8; 2 – -2,6; 3 – -2,4; 4 – -2,2; 5 – 2,0

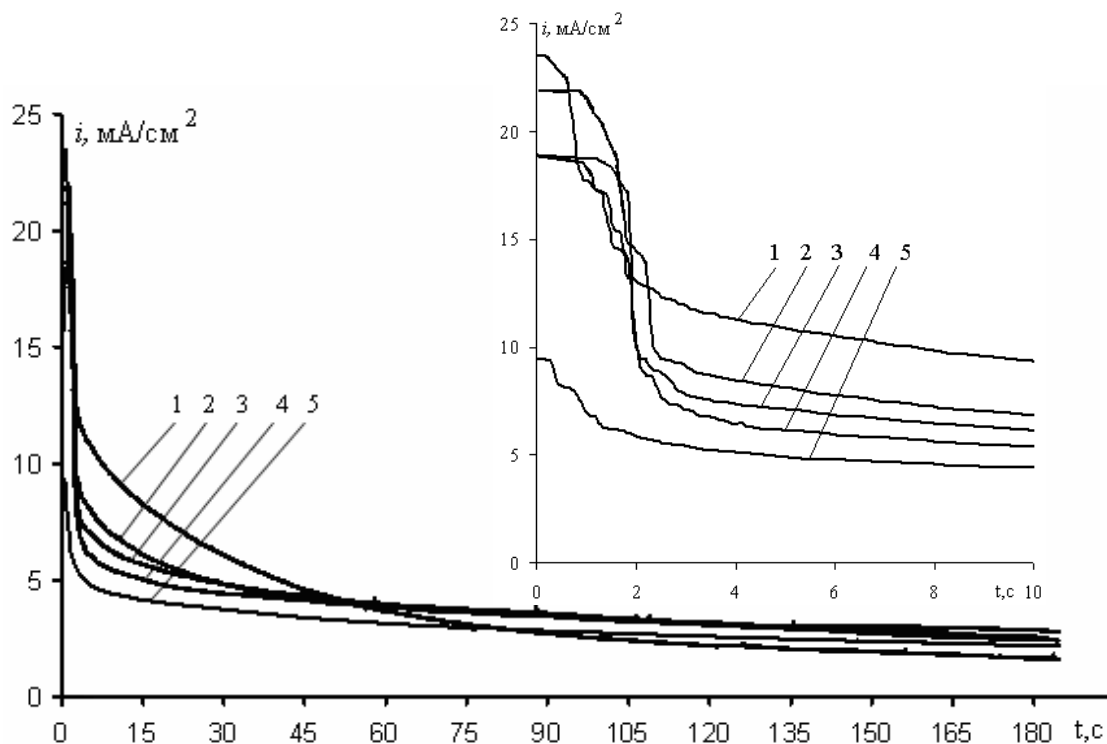


Рис. 3. ПСК Cu в 0,1M растворе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ в ДМФ при потенциалах, В:
1 – -2,8; 2 – -2,6; 3 – -2,4; 4 – -2,2; 5 – 2,0

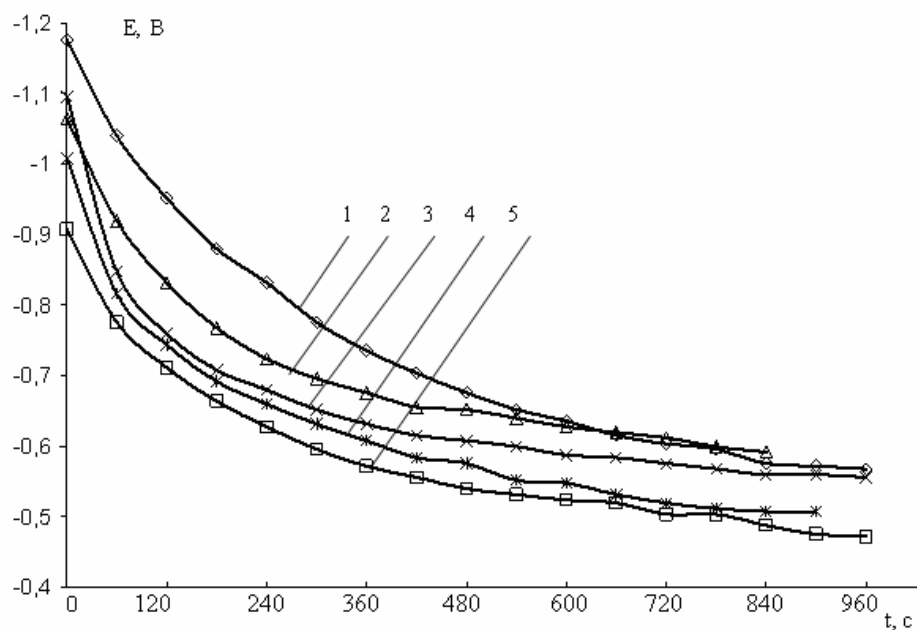


Рис. 4. Бестоковые хронопотенциограммы, для Cu электрода в 0,1 M растворе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ в ДМФ при потенциалах, В: 1 – -2,0; 2 – -2,4; 3 – -2,6; 4 – -2,8; 5 – -2,2

Согласно результатам расчета диффузионных параметров, скорость внедрения бария в медь в зависимости от E_k и концентрации раствора носит неоднозначный характер (табл. 1).

В 0,05 молярном растворе зависимость $C_0\sqrt{D}-E_k$ имеет волновой характер, а в 0,1 молярном величина $C_0\sqrt{D}$ возрастает по мере увеличения потенциала.

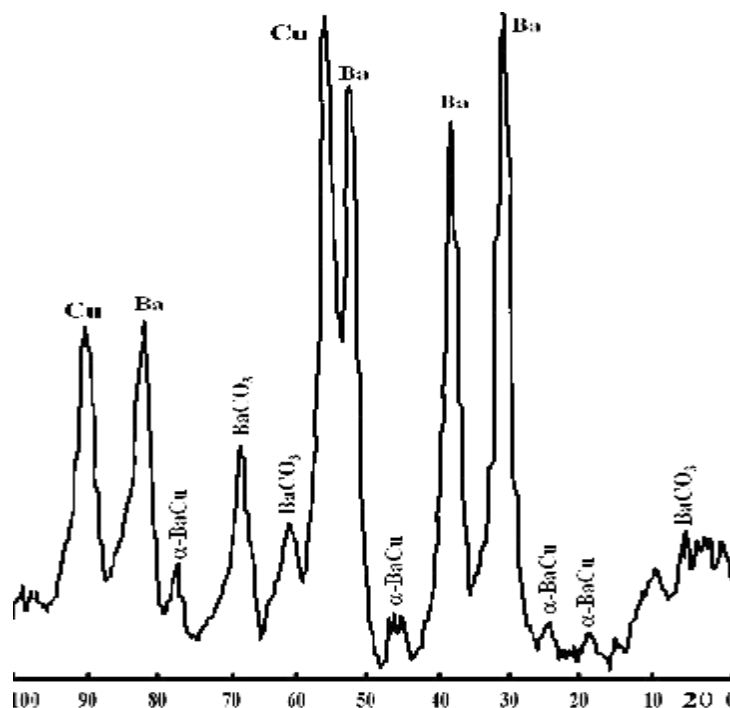


Рис. 5. Рентгенограмма медно-бариевого электрода, полученного в 0,1 моль/л растворе $Ba(NO_3)_2$ в ДМФ при $E_k = -2,8$ В в течение 45 мин

Таблица 1

Влияние катодного потенциала на диффузионные характеристики процесса внедрения бария в медный электрод из раствора $Ba(NO_3)_2$ в ДМФ различных концентраций

Концентрация $Ba(NO_3)_2$, моль/л	$E = -2,0$ В			$E = -2,2$ В			$E = -2,4$ В			$E = -2,6$ В			$E = -2,8$ В		
	$C_0\sqrt{D} \times 10^{-8}$ моль \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	k_b , мА \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	$i(0)$, мА/см 2	$C_0\sqrt{D} \times 10^{-8}$ моль \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	k_b , мА \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	$i(0)$, мА/см 2	$C_0\sqrt{D} \times 10^{-8}$ моль \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	k_b , мА \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	$i(0)$, мА/см 2	$C_0\sqrt{D} \times 10^{-8}$ моль \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	k_b , мА \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	$i(0)$, мА/см 2	$C_0\sqrt{D} \times 10^{-8}$ моль \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	k_b , мА \times см $^{-2}$ \times с $^{-1/2}$	$i(0)$, мА/см 2
0,05	2,02	0,02	4,1	1,18	0,01	6,2	2,93	0,03	6,5	3,30	0,03	7,0	1,90	0,02	7,5
0,10	5,56	0,06	9,7	6,55	0,07	19,0	6,98	0,07	19,2	11,1	0,12	22,2	12,7	0,13	23,5

Согласно данным лазерного микросондового анализа (табл. 2), барий легко проникает в структуру медного электрода и накапливается в больших количествах. Содержание бария в медном электроде меняется от 52% ат на глубине 145 мкм до 11% ат на глубине 230 мкм.

Процентное содержание бария в меди после ее катодной обработки в растворе $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ различной концентрации и потенциалах поляризации

Глубина, мкм	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, моль/ л								
	0,10			0,05			0,025		
	Потенциал, В			Потенциал, В			Потенциал, В		
	-2,0	-2,4	-2,8	-2,0	-2,4	-2,8	-2,0	-2,4	-2,8
145	45,2	50,1	53,7	35,0	37,8	47,4	41,9	60,8	61,5
185	13,8	16,5	18,4	11,5	10,9	13,2	10,3	20,8	34,1
210	11,3	15,3	15,6	9,1	8,6	9,3	2,7	12,6	22,6
230	8,6	8,3	13,7	5,1	1,3	7,6	0,3	7,0	10,1

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, установлена принципиальная возможность формирования в поверхностном слое медного электрода твердого раствора $\text{Ba}(\text{Cu})$ методом электрохимического катодного внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дриц М.И. Сплавы щелочных и щелочно-земельных металлов: справочник / М.И. Дриц, Л.Л. Зусман. М.: Metallurgy, 1986. 248 с.
2. Ажогин Ф.Ф. Гальванотехника: справ. изд. / Ф.Ф. Ажогин М.: Metallurgy. 1987. 736 с.
3. Applications of direct atomic laser spectral analysis of laser plasma for determination of inorganic components presence in biological objects / A.E. Kriger, E.L. Surmenko, L.A. Surmenko, V.V. Tuchin // Proc. SPIE. Bellingham, SPIE. 1999. Vol. 4001. P. 299-303.

Щербинина Оксана Николаевна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Машины и аппараты химических производств» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Scherbinina Oksana Nikolaevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of «Machines and Mechanisms of Chemical Production» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Слепухин Дмитрий Александрович – аспирант кафедры «Технология электрохимических производств» Энгельсского технологического института (филиала) Саратовского государственного технического университета

Slepukhin Dmitriy Aleksandrovich – Postgraduate Student of the Department of «Technology of Electro-chemical Production» of Engels Technological Institute (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 11.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 519.715

Ю.Ф. Белов, В.А. Иващенко

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ НА ОСНОВЕ SCADA-СИСТЕМЫ

Предложен подход к построению автоматизированной системы контроля и учета нефтепродуктов на автозаправочных станциях на основе SCADA TRACE MODE. Рассмотрены принципы построения, структура и состав аппаратно-программных средств, а также прикладного математического обеспечения системы.

Автоматизированная система контроля и учета, SCADA TRACE MODE, аппаратно-программные средства, математическое обеспечение.

Yu.F. Belov, V.A. Ivaschenko

AUTOMATIC PERFORMANCE CONTROL AND ACCOUNT OF OIL PRODUCTS AT GASOLINE STATIONS ON THE BASIS OF SCADA-SYSTEM

The approach to construction of the automatic performance control and account system of oil products over gasoline stations on the basis of SCADA TRACE MODE is offered in the article. Principles of construction, structure and composition of hardware-software means and also applied software system are considered.

The automatic performance monitoring system of control and account, SCADA TRACE MODE, hardware-software means, mathematical maintenance.

Введение

Качественное обслуживание потребителей на автозаправочных станциях (АЗС) невозможно без повышения эффективности их функционирования. Одним из путей решения этой задачи является автоматизация АЗС.

В настоящее время в инфраструктуре управления большинства АЗС отсутствуют средства автоматизированного управления их функционированием. Более того, часто подразделения предприятий нефтепродуктообеспечения (НПО), отвечающие за учет и распределение нефтепродуктов, вообще не имеют средств автоматизации.

Данная статья посвящена построению автоматизированной системы контроля и учета нефтепродуктов (АСКУ НП) на АЗС на основе современной отечественной SCADA TRACE MODE.

1. Эффективность внедрения автоматизированной системы контроля и учета нефтепродуктов

Проводимые с 1992 года экономические реформы в России обусловили существенные изменения структуры управления НПО. Организация общероссийского оптового и розничного рынков нефтепродуктов требует создания отраслевой иерархической АСКУ НП, интеграции ее с банковскими системами для контроля и ускорения платежей. В этих условиях существенно меняется вся структура коммерческого и технического учета нефтепродуктов, возникают новые точки учета на границах раздела между субъектами рынка, расширяются и усложняются функции контроля, учета, распределения нефтепродуктов и оптимизации функционирования АЗС.

Современные АЗС являются сложными системами, для которых характерны: специфичное топливораздаточное оборудование; высокая пожаро- и взрывоопасность; высокие требования к параметрам учета и отпуска нефтепродуктов.

Внедрение АСКУ НП на АЗС позволяет существенно повысить эффективность их функционирования за счет: автоматизации расчетов с потребителями нефтепродуктов; повышения достоверности и оперативности учета и отпуска нефтепродуктов; автоматизированного контроля технического состояния технологического оборудования (ТО) и оптимизации работы АЗС.

2. Структура аппаратно-программного комплекса АСКУ НП АЗС на основе TRACE MODE

Сложность построения АСКУ НП определяется ее размерностью, которая достаточно высока (сотни операций на десятках единиц ТО). Для построения АСКУ НП формируется совокупность критериев, на базе которой разрабатываются соответствующий алгоритмический аппарат и эвристические алгоритмы расчета расписаний обслуживания автотранспортных средств (АТС). Данный расчет позволяет учесть взаимосвязь всех элементов системы, их техническое состояние и обеспечить выбор альтернативных технологических маршрутов обслуживания АТС и адаптивный режим управления материальными потоками АЗС. Вычислительное ядро системы дает возможность в полной мере задействовать мощность современных компьютеров (процессоров) для решения поставленной задачи.

Платформа TRACE MODE позволяет обеспечить последовательную разработку АСКУ НП, постепенно добавлять новые экономические и технические модули для получения оптимальной модели управления функционированием АЗС. Особенности данной платформы являются: обеспечение интегрированной информационной среды функционирования для промышленных контроллеров и ТО различных производителей; способность системы работать с различными типами реляционных баз данных (БД) и возможность построения SQL-запросов; создание программ на встроенных языках программирования и получение отчетов в требуемой форме.

SCADA TRACE MODE оснащена системой синхронизации сетевого времени, что позволяет однозначно привязывать события в распределенных системах, какой является АЗС, к временной шкале.

Структура аппаратно-программных средств АСКУ НП включает четыре горизонтальных уровня (рис. 1).

Уровень IV составляют различные измерительные устройства – счетчики и датчики, осуществляющие непосредственное измерение контролируемых величин. Как правило, это простейшие устройства, оборудованные счетно-импульсными цифровыми и аналоговыми выходами. В отдельных случаях могут использоваться интеллектуальные микропроцессорные счетчики.

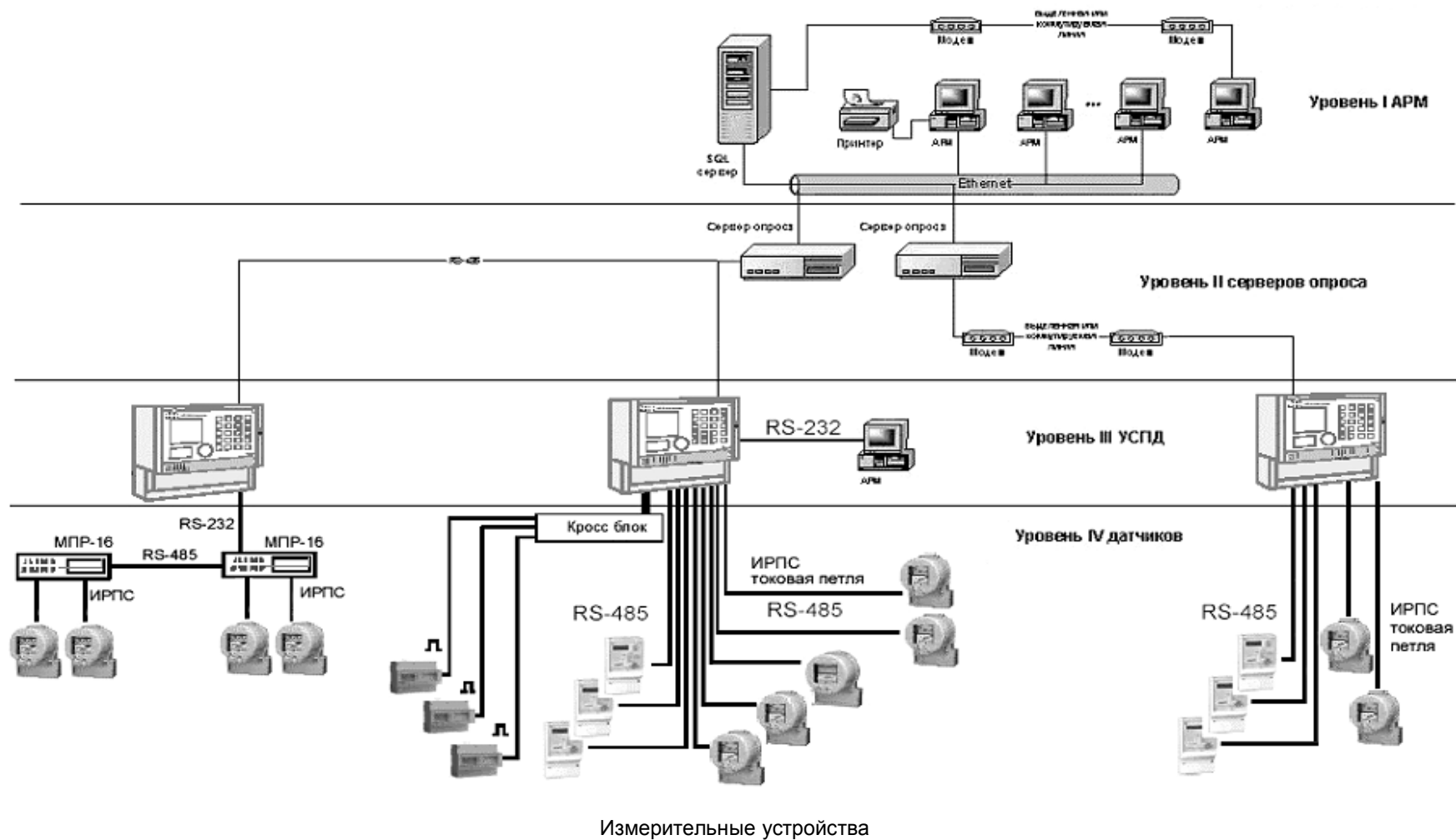


Рис. 1. Структура аппаратно-программных средств АСКУ НП АЭС:
 ИРПС – интерфейс радиальный последовательный; МПП-16 – мультиплексор

Уровень III образуют устройства сбора и передачи данных (УСПД). Это интеллектуальное оборудование, включающее микроконтроллеры со специальным программным обеспечением (ПО). УСПД предназначены для интегрированного сбора сигналов с большого количества измерительных устройств, проведения измерений и вычислений, передачи данных на верхний уровень.

На уровне II располагаются серверы опроса. Это компьютерные программно-аппаратные комплексы, предназначенные для взаимодействия с УСПД. Именно на этом уровне решается задача взаимодействия системы с оборудованием различных производителей.

На уровне I размещаются автоматизированные рабочие места (АРМ) персонала АЗС.

3. Структура программного обеспечения системы

Аппаратно-программный комплекс построен по архитектуре клиент-сервер и включает основные компоненты, к числу которых относятся (рис. 2):

- сервер приложений, представляющий собой специализированную серверную программу, обеспечивающую базовую функциональность комплекса;
- базы данных, содержащие служебные данные, необходимые для работы системы, а также информацию, получаемую в процессе ее функционирования;
- АРМ, соответствующие типовому распределению ролей по обеспечению функционирования АЗС;
- УСПД, предоставляющие данные по запросу и позволяющие управлять подключенными исполнительными механизмами;
- OPC-сервер, обеспечивающий связь с УСПД.

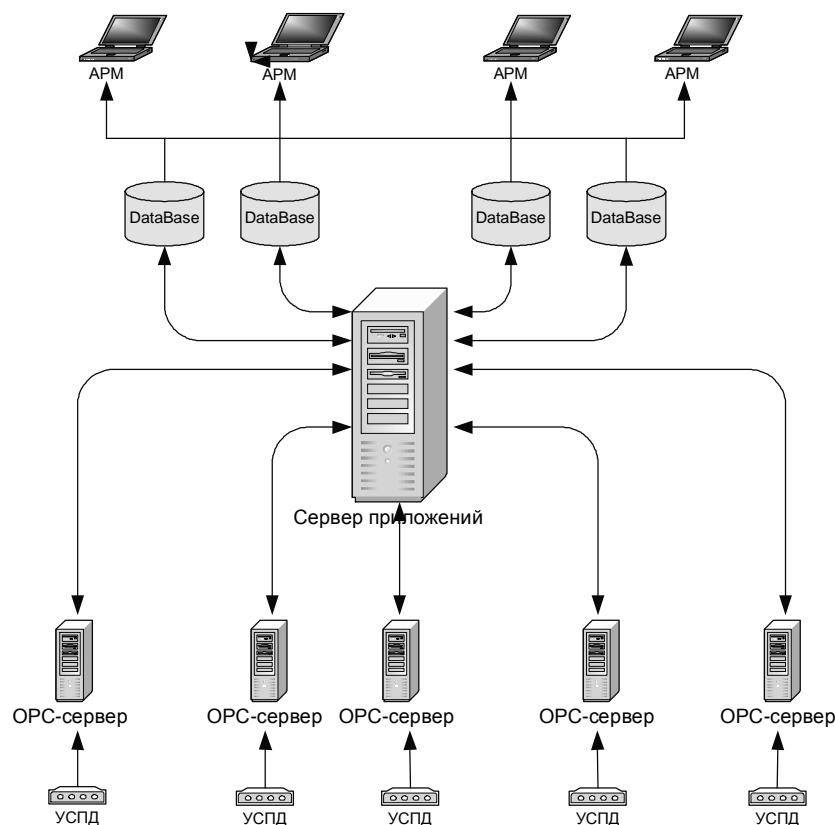


Рис. 2. Структура программного обеспечения системы

Клиентские рабочие места и сервер БД соединены с центральным узлом (сервером) посредством локальной вычислительной сети (ЛВС) через протокол передачи данных ТСР/ІР. Для связи с УСРД используется интерфейс RS 485 (УСРД подключены к центральному компьютеру через СОМ-порт).

Сервер приложений является ядром системы, обеспечивающим взаимосвязь между всеми ее компонентами. Он хранит данные об АСКУ НР – так называемой схеме учета, которая включает информацию о структуре АЗС, измерительных устройствах, линиях связи, устройствах управления, видах топлива и др. На сервер приложений поступают данные измерений от ОРС-серверов, которые он отправляет в БД и на АРМ. Он также получает информацию от АРМ и передает данные на УСРД и в БД.

Сервер приложений разработан с использованием технологии СОМ, которая позволяет другим программам, поддерживающим этот стандарт, в частности, написанным на языках Visual Basic, Visual С++, получать информацию и непосредственно управлять сервером. В результате функциональность системы может быть расширена специалистами компьютерной службы предприятия.

В системе используется *АРМ администратора*, который обеспечивает:

- конфигурирование схемы учета;
- конфигурирование схемы расчетов;
- конфигурирование схемы управления;
- настройку источников данных (ОРС серверов);
- настройку представления информации,

а также один или несколько *АРМ оператора*, позволяющих осуществлять:

- мониторинг состояния АЗС;
- диагностику топливораздаточного оборудования;
- формирование учетной документации;
- анализ и оценку качества (эффективности) режима работы АЗС.

Мониторинг состояния АЗС заключается в оценке состояния АЗС и контроле событий, происходящих на них.

Диагностика топливораздаточного оборудования включает алгоритмы контроля технического состояния ТО АЗС, расчета расписаний обслуживания АТС, отражающих взаимодействие элементов АЗС и обеспечивающих выбор альтернативных маршрутов движения АТС.

Формирование учетной документации осуществляется корпоративным сервером документирования, получающим информацию с контроллеров. Обеспечивает генерирование документов различных форм по множеству шаблонов и сценариев.

Анализ и оценка качества (эффективности) режима работы АЗС позволяют принимать решения о необходимости оптимизации ее структуры и процесса функционирования. Оптимизация осуществляется по результатам моделирования процесса функционирования АЗС на ПЭВМ [1].

При этом в общем случае АЗС представляется как многоканальная система массового обслуживания (СМО) с отказами и неоднородным входным потоком заявок (АТС), ограниченной длиной очереди (ограниченным временем ожидания АТС в очереди). В качестве АТС выступают грузовые и легковые автомобили, автобусы и другие виды транспорта. Каналами обслуживания являются топливораздаточные колонки (ТРК). При этом ТРК необходимо различать по видам и сортам отпускаемого топлива, осуществляющим расщепление входного потока АТС на заправку. Время обслуживания (заправки) зависит от вида АТС (объема заправки).

При более точном описании в качестве отдельной компоненты канала можно выделить кассу или автоматические автозаправочные терминалы, где осуществляется оплата заправки (двухфазное обслуживание).

В отдельную группу следует отнести АЗС с универсальными ТРК, оснащенными несколькими пистолетами для заправки. При этом отсутствует различие между ТРК, и АТС может быть заправлено на любой из них.

Отказы в обслуживании АТС могут возникать как в результате выхода из строя ТРК, так и из-за сбоев в работе кассового оборудования и большой длины очереди на обслуживание. Последнее обусловлено тем, что не каждое АТС готово долго ожидать обслуживания. В случае отказа в обслуживании АТС покидает систему (является потерянным для АЗС).

Сложность структур современных АЗС, законов распределения случайных величин, характеризующих режимы их работы (законов распределения потоков АТС на входе системы и законов распределения времени обслуживания АТС), а также неоднородность входного потока АТС затрудняют применение для их моделирования классических методов теории массового обслуживания. Для сложных СМО аналитические модели удается получить только при принятии упрощающих допущений, ставящих под сомнение их адекватность. Поэтому используется имитационное моделирование.

В качестве критериев оценки *эффективности функционирования АЗС* выступают: пропускная способность АЗС, среднее количество АТС в очереди, среднее время занятости ТРК, среднее время ожидания АТС в очереди, среднее время обслуживания АТС по их видам, среднее время пребывания АТС на АЗС, вероятность отказа АТС в обслуживании, вероятность обслуживания АТС в заданные сроки, вероятность простоя каждого канала и АЗС в целом, среднее время простоя ТРК и др.

Для большей информативности результатов моделирования по вероятностным значениям критериев осуществляются построение экспериментальных законов распределения и их аппроксимация теоретическими законами, а также вычисление оценок статистических моментов – математического ожидания, дисперсии, асимметрии, эксцесса – и их доверительных интервалов.

Имитационное моделирование позволяет выявить скрытые резервы эффективности функционирования АЗС и определить пути ее совершенствования. Это осуществляется на основе многовариантного (при различном количестве ТРК, разной производительности ТРК, разном числе операторов, кассиров и др.) имитационного моделирования режима работы АЗС. В результате моделирования определяются зависимости между выбранными критериями оценки эффективности функционирования АЗС и параметрами системы. При противоречивости критериев формулируются условия разрешения конфликтов между ними.

В заключение определяются пути оптимизации функционирования, и если необходимо, структуры АЗС. Оптимизация в конечном итоге направлена на сокращение упущенной выгоды, обусловленной тем, что АТС заправляются на АЗС конкурентов.

Для построения алгоритмов, реализующих процесс функционирования АЗС, используется событийно-ориентированное имитационное моделирование.

4. Информационное обеспечение системы

Для построения информационного обеспечения АСКУ НП необходимо выделить подсистемы, с которыми будет осуществляться ее взаимодействие в процессе решения поставленной задачи. Такими подсистемами являются: *измерительная подсистема*, без которой нет смысла в построении АСКУ НП вообще, и *подсистема связи с УСПД*, позволяющая получать данные от измерительной подсистемы. Функциональная схема подсистемы сбора данных АСКУ НП, включающая эти подсистемы, приведена на рис. 3.

В качестве УСПД используется устройство ЭКОМ-3000, которое имеет РС-совместимую открытую архитектуру, выполненную в стандарте micro PC. Использование процессорных плат с мезонинной шиной РС-104 дает возможность расширения по линии вариативности соединений, возможности подключения внешних кабелей и высокоскоростных соединений, что позволяет эффективно использовать ресурсы УСПД. Внешний интерфейс УСПД является совместимым с широко распространенным протоколом Modbus-RTU, что

позволяет использовать его в одной сети с другими Modbus-контроллерами. Высокая надежность УСПД достигается использованием готовых модулей хорошо зарекомендовавших себя фирм, сертифицированных по международному стандарту качества ISO 9001. УСПД в данном случае обеспечивает сбор информации с измерительных преобразователей, имеющих импульсный выход до 100 Гц.

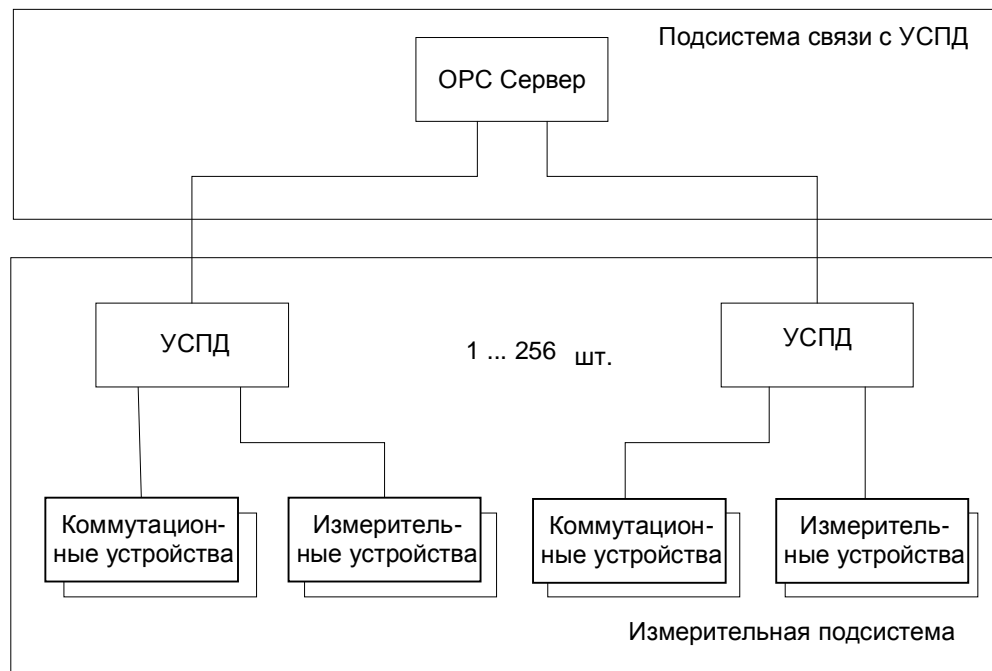


Рис. 3. Функциональная схема подсистемы сбора данных

Кроме того, обеспечиваются расчет, накопление и хранение в архивах данных интегральных (количество за период архивации) и средних (усреднение за период архивации) параметров, формирование различного типа архивов и их энергонезависимое хранение с привязкой к реальному времени, обмен информацией с компьютером оператора по RS-485.

В состав подсистемы связи с УСПД входят:

- ОПС-сервер, в качестве которого выступает ПО, обеспечивающее преобразование данных, полученных от устройства сбора и первичной обработки данных, к виду, пригодному для дальнейшей обработки;

- технология связывания и внедрения объектов для промышленной автоматизации OPC-технология OLE.

В качестве сервера хранения данных выбран Sybase Adaptive Server Enterprise [2], представляющий собой специализированную систему управления БД (СУБД) для систем поддержки принятия решений, которая обеспечивает повышение производительности при обработке запросов в 10-100 раз по сравнению с традиционными реляционными СУБД и сжимает размер БД. Данная СУБД позволяет добиться высокой надежности хранения данных в сочетании с широкими возможностями организации доступа к ним.

Ключевыми технологиями в Sybase являются вертикальное хранение данных и использование технологии обработки запросов. Вертикальное хранение данных позволяет запросам использовать только необходимые поля или столбцы (наборы полей), значительно сокращая количество операций ввода/вывода при типичном пользовательском запросе.

Шагом вперед по сравнению с традиционными алгоритмами индексирования является технология индексирования Bit-Wise, которая позволяет представить все данные в виде осо-

рых бинарных структур, доступ к которым, а также операции группирования, суммирования и сравнения производятся с высокой скоростью.

Набор специализированных алгоритмов индексации позволяет оптимизировать производительность обработки запросов для различных типов данных любых объемов. В традиционной реляционной СУБД обработка запроса ограничена рамками одного индекса, после которого обычно следует частичное сканирование таблицы.

Сервер Sybase Adaptive Server Enterprise построен на базе открытой архитектуры Sybase Open Client/Open Server. Он является полностью совместимым с широким набором популярных продуктов для аналитических запросов, таких как Cognos Impromptu, Powerplay, Business Objects, Brio Query, и многих других инструментов через интерфейсы Sybase Open Client или ODBC.

В традиционной реляционной СУБД индексы и агрегаты в значительной степени увеличивают размер хранилища данных. Хранилища данных на 65-75% заполнены агрегированными значениями, индексами и другими дополнительными структурами, которые существенно увеличивают размер БД по сравнению с исходными данными. Так, например, система с 50 Гбайт исходных данных превратится в несколько витрин данных, каждая из которых с объемом в несколько сотен гигабайт, что повлечет за собой значительные дополнительные расходы и сложности в администрировании. Размер сжатой БД в Sybase будет занимать от 50 до 100% от размера «чистых» данных, что дает значительную экономию.

Заключение

Предложен подход к построению автоматизированной системы контроля и учета нефтепродуктов для АЗС на базе SCADA TRACE MODE. Рассмотрены структура и состав аппаратно-программных средств и прикладного математического обеспечения системы.

Данная система позволяет решать задачи:

- сбора данных с приборов учета нефтепродуктов;
- расчета параметров отпуска нефтепродуктов;
- автоматизации контроля плановых показателей и выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы;
- оценки качества (эффективности) функционирования АЗС;
- оптимизации структуры и процесса функционирования АЗС на основе результатов имитационного моделирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безродный А.А. Моделирование функционирования автозаправочных станций с помощью SCADA-системы TRACE MODE / А.А. Безродный, Ю.Ф. Белов // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении: материалы Междунар. конф. / под ред. чл.-корр. РАН А.Ф. Резчикова. Саратов: ИПТМУ РАН, 2006. С. 198-206.

2. Kirkwood J. Sybase Adaptive Server Enterprise / J. Kirkwood. М.: Kirkwood Associates, 2000. 200 с.

Белов Юрий Федорович – аспирант Института проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов

Ивашенко Владимир Андреевич – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов

Belov Yuriy Fedorovich – Postgraduate Student of the Institute of Precision Mechanics and Control of RSA, Saratov

Ivaschenko Vladimir Andreyevich – Doctor of Technical Sciences, Leading Member of the Institute of Precision Mechanics and Control of RSA, Saratov

Статья поступила в редакцию 20.01.10, принята к опубликованию 30.06.10

В.В. Буц

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ИНГИБИТОРА
ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ
ДЛЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

Исходная математическая модель газотранспортной системы, описываемая нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, при использовании ряда упрощающих предположений, сведена к системе обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений в форме Коши, позволяющей эффективно решать задачу анализа роста слоя гидрата в трубопроводах.

Газопровод, гидрат, ингибитор, математическая модель, алгоритм, анализ, система управления.

V.V. Buts

**THE CONTROL SYSTEM OF PROTECTION AGAINST HYDRATES
IN GAS-TRANSPORTATION**

Some simplifying assumptions allow transforming of the initial mathematical model of gas-transporting system described by nonlinear differential equations in partial derivatives to be limited to the system of ordinary nonlinear differential equations in the Koshi module. This mathematical model effectively solves a problem of analyzing the increase of hydrates layer in pipelines.

Gas pipelines, hydrate, protection, mathematical model, algorithm, analysis, control system.

Затраты на борьбу с гидратами при добыче и транспорте природного газа достигают 20 и более процентов от себестоимости газа. Разработка и оптимизация систем автоматического управления подачи ингибитора образования гидратов является актуальной задачей.

Математическая модель образования гидратов при движении газа в трубопроводах в присутствии ингибиторов описывается: дифференциальными уравнениями неизотермического движения газа в трубах; уравнением термодинамического равновесия газ-гидрат; уравнением, описывающим распределение метанола и воды по газопроводу; алгебраическими зависимостями, отражающими изменение влагосодержания природного газа от давления и температуры, изменение равновесной температуры гидратообразования в зависимости от давления и температуры, сдвиг равновесной температуры гидратообразования от концентрации метанола, а также уравнением состояния газа. Эта математическая модель, при использовании ряда упрощающих предположений, декомпозирована на «быструю» и «медленную» подсистемы [1, 2]. «Быстрая» подсистема описывает квазиустановившийся режим движения газа в газопроводе, а «медленная» описывает динамику роста слоя гидрата на внутренней стенке трубы. Математическая модель «быстрой» подсистемы:

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \left\{ \frac{C_p L}{P_0} \left[\frac{M^2 T_0 R v}{P_0^2 S_0^2 L S^3} \frac{\partial S}{\partial x} - \frac{P_0 g \sin \varphi}{T_0 R v} - \frac{\sqrt{\pi} M^2 T_0 R v \psi}{4 P_0 S_0^{2.5} S^{1.5}} \right] - \right. \\ \left. - \frac{R L}{P_0^2} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \left[\frac{\sqrt{\pi} M^4 T_0^2 R^2 v^2 \psi}{4 P_0^2 S_0^{4.5} S^{4.5}} + \frac{2 \sqrt{\pi} M T_0 \alpha_1 (T_H - T)}{S_0^{1.5} S^{1.5}} \right] \right\} \times \quad (1)$$

$$\times \left\{ C_p \left[1 + \frac{M^2 T_0 R}{P_0^2 S_0^2 S^2} \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T + \frac{M^2 T_0 R^2 T}{S_0^2 P_0^2 S^2 C_p} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \right]^2 \right\}^{-1}; \\ \frac{\partial T}{\partial x} = \left\{ \left[\frac{2 \sqrt{\pi} \alpha_1 L \sqrt{S_0} \sqrt{S} (T_H - T)}{M} + \frac{\sqrt{\pi} L M^2 T_0 R^2 \psi v^2}{4 P_0^2 S_0^{2.5} S^{2.5}} \right] \left[1 + \frac{M^2 T_0 R}{P_0^2 S_0^2 S^2} \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T \right] + \right. \\ \left. + \frac{R L T}{P_0} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \left[\frac{M^2 R T_0 v}{P_0 L S_0^2 S^3} \frac{\partial S}{\partial x} - \frac{P_0 g \sin \varphi}{T_0 R v} - \frac{\sqrt{\pi} R T_0 M^2 v \psi}{4 P_0 S_0^{2.5} S^{2.5}} \right] \right\} \times \quad (2)$$

$$\times \left\{ C_p \left[1 + \frac{M^2 T_0 R}{P_0^2 S_0^2 S^2} \left(\frac{\partial v}{\partial P} \right)_T + \frac{M^2 T_0 R^2 T}{S_0^2 P_0^2 S^2 C_p} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P \right]^2 \right\}^{-1};$$

$$v = \left[\frac{I}{P} + \frac{9}{128} \frac{T_c}{P_c} \frac{P_0}{T_0} \left(1 - 6 \frac{T_c^2}{T_0^2} \frac{1}{T^2} \right) \right], \quad (3)$$

где P – давление газа; T – температура газа; P_0 и T_0 – начальные условия на входе в газопровод; P_c , T_c – критические давление и температура; C_p – удельная теплоемкость газа; v – удельный объем газа; M – массовый расход газа; ψ – коэффициент гидравлического сопротивления газопровода; D – диаметр газопровода; S – площадь поперечного сечения газопровода; x – пространственная координата ($0 \leq x \leq L$); L – длина газопровода; g – ускорение нормального падения; φ – угол наклона газопровода к горизонту; π – число «Пи»; α_1 – коэффициент теплоотдачи с единицы длины газопровода, T_H – температура окружающей среды.

Систему уравнений (1), (2) необходимо дополнить законом изменения сечения трубопровода во времени, за счет образования слоя гидрата. Применение первого закона термодинамики к движущемуся элементарному объему, с поверхностью раздела газ-гидрат с учетом распределения температуры в области, занятой гидратом, подчиняющемуся уравнению теплопроводности, позволило получить уравнение [1, 2], описывающее образование гидрата

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = - \frac{\lambda_{\Gamma} (T_{\phi} - T_H)}{\rho_{\Gamma} L_{\Gamma} R_0 \left(1 - \frac{\xi}{R_0} \right) \ln \left(1 - \frac{\xi}{R_0} \right)} - \frac{\alpha (T_{\phi} - T)}{\rho_{\Gamma} L_{\Gamma}}, \quad (4)$$

где α – коэффициент передачи от газа к стенке, образованной гидратным слоем; L_{Γ} – скрытая теплота образования гидрата; ρ_{Γ} – плотность гидрата; λ_{Γ} – теплопроводность гидрата; T_{ϕ} – температура фазового перехода $T_{\phi} = T_{\phi}(P, T)$; T_{Γ} – температура гидрата; T – температура газа; P – давление; R_0 – радиус чистой трубы (без гидрата); $\xi = \xi(x)$ – толщина гидрата; t – время.

Толщина слоя гидрата изменяет площадь поперечного сечения S

$$S = \pi (R - \xi)^2. \quad (5)$$

Интегрирование уравнения (4) дает возможность определить изменение площади поперечного сечения трубы по длине при «замороженных» значениях давления и температуры на интервале времени, соответствующем шагу интегрирования, т.е. уравнение (4) описывает «медленную» часть газотранспортной системы как объекта управления.

В результате получена математическая модель, описывающая динамику роста гидратного слоя и динамику перераспределения давления и температуры по длине газопровода.

Для практических целей важно не только иметь информацию о возможности образования гидратов в газопроводах, динамических характеристиках этого процесса и последствиях, к которым он приводит, но и уметь предотвращать этот нежелательный процесс посредством ввода определенного количества ингибитора.

Введение ингибитора в газовый поток приводит к сдвигу равновесных условий гидратообразования, а именно к сдвигу равновесной температуры гидратообразования на фронте газ-гидрат. Таким образом, посредством изменения величины T_ϕ в выражении (4), появляется возможность управлять скоростью и направлением процесса гидратообразования. Величина T_ϕ , в присутствии ингибитора, определяется выражением [3, 4]

$$T_\phi = T_\phi^0(P) - \Delta T_\phi(C), \quad (6)$$

где $T_\phi^0(P)$ – величина температуры фазового перехода газ-гидрат при отсутствии ингибитора определяется индивидуально для каждого месторождения газа по эмпирическим уравнениям, $C(x, t)$ – концентрация ингибитора в %; $\Delta T_\phi(C)$ – сдвиг равновесной температуры гидратообразования в присутствии ингибитора [3]

$$\Delta T_\phi(C) = \frac{KC}{M(100-C)}, \quad (7)$$

где K – константа, зависящая от типа конкретного ингибитора; M – молекулярная масса ингибитора. Концентрация ингибитора, обеспечивающая сдвиг температуры гидратообразования на величину $\Delta T_\phi(C)$, определяется выражением

$$C_T = 100 \frac{M\Delta T_\phi}{M\Delta T_\phi + K}. \quad (8)$$

Обычно в газопроводную систему подается метанол с концентрацией $C_0 = (90-95)\%$. Для того, чтобы на защищаемом участке иметь концентрацию ингибитора C_T , необходимо обеспечить расход ингибитора [3, 4]

$$G = \frac{WC_T}{C_0 - C_T} + \frac{100 - C_T}{C_0 - C_T} (q_{g1} - q_{g2} + q_{k1} - q_{k2}), \quad (9)$$

где W – количество содержащейся в газе свободной влаги; q_{g1} – количество метанола, содержащегося в поступающем газе; q_{g2} – количество метанола в газовой фазе при его концентрации в водном растворе C_T ; q_{k1} – количество метанола, содержащегося в поступающем с газом углеводородном конденсате; q_{k2} – количество метанола, растворяющегося в углеводородном конденсате при концентрации водометанольного раствора C_T .

Влагосодержание газа с учетом присутствия в водной фазе метанола для конкретной точки рассчитывается по формуле

$$W_g = \left[1 - \frac{9C_T}{1600 - 7C_T} \right] \left(\frac{A(T)}{P} + B(T) \right), \quad (10)$$

где $A(T)$ и $B(T)$ – эмпирические коэффициенты, зависящие от температуры.

При движении газа по газопроводу, за счет изменения давления и температуры газа, происходит выделение свободной влаги (воды), участвующей в образовании гидратов. Количество содержащейся в газе жидкой воды определяется по уравнению

$$W = W_{g1} - W_{g2} \left[1 - \frac{9C_T}{1600 - 7C_T} \right]. \quad (11)$$

Таким образом, если математическую модель гидратообразования (1), (2), (4) дополнить уравнениями, определяющими сдвиг равновесных условий гидратообразования (6)-(11), а также уравнениями, позволяющими определять концентрацию ингибитора в любой точке

газопровода, то в математической модели появляется возможность управления процессом гидратообразования.

Прежде чем приступить к обсуждению вопросов синтеза законов управления подачей ингибитора, рассмотрим вклад слагаемых (4) в образование гидратов. Обычно полагается, что гидраты образуются, прежде всего, из-за «низкой» температуры газового потока и при этом не учитывается, что стенка трубопровода имеет температуру ниже температуры газового потока и на ней раньше начнется рост слоя гидрата.

Величина первого слагаемого (4) определяет рост гидрата за счет разности температуры стенки трубопровода и температуры гидратообразования и зависит от толщины слоя гидрата. Для газопровода с $R_0 = 0,35$ м скорость роста слоя гидрата имеет значения

$$A_1 = \frac{\lambda_r}{\rho_r L_r R_0 \left(1 - \frac{\xi}{R_0}\right) \ln \left(1 - \frac{\xi}{R_0}\right)}. \quad (12)$$

Как следует из графика (рис. 1), с увеличением толщины слоя гидрата скорость образования гидрата уменьшается, это обусловлено тем, что гидрат играет роль дополнительного слоя теплоизоляции.

Величина второго слагаемого (4) определяет рост гидрата за счет разности средней температуры газа и температуры гидратообразования и не зависит от толщины слоя гидрата (рис. 2).

$$A_2 = \frac{\alpha}{\rho_r L_r}. \quad (13)$$

Из сравнения величин A_1 и A_2 можно сделать вывод, что первое слагаемое вносит больший вклад в рост гидратного слоя.

При подаче ингибитора, в соответствии с нормативными документами [3, 4], его количество определяется исходя из средней по сечению газопровода температуры газа. При этом эти же документы рекомендуют подавать ингибитора больше, примерно, на 20%. Если ингибитора оказалось мало, и начался рост слоя гидрата, то диспетчер должен обнаружить это по снижению производительности газопровода и увеличить подачу ингибитора. Поэтому актуальной является задача синтеза алгоритма автоматической коррекции подачи ингибитора в зависимости от состояния газопровода.

Газопровод является нелинейным объектом управления с распределенными параметрами. Давление, температура, влагосодержание газа, концентрация ингибитора, определяю-

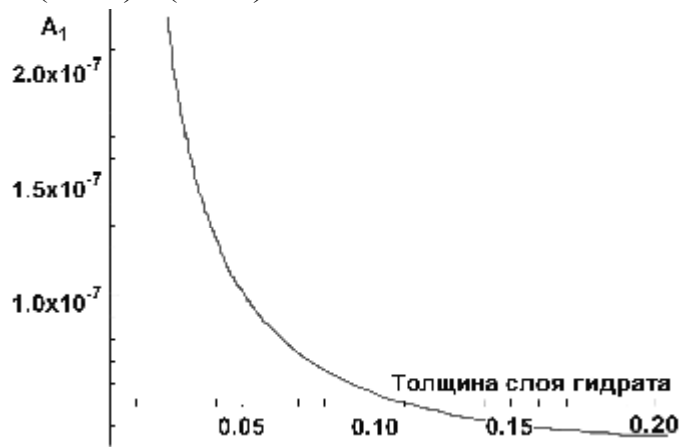


Рис. 1. Зависимость A_1 от толщины слоя гидрата

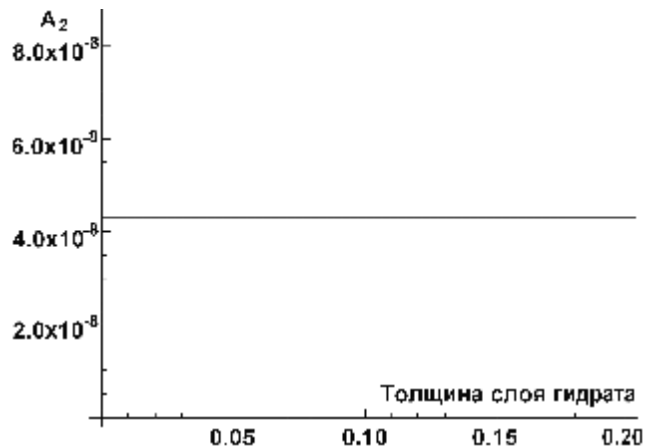


Рис. 2. Значение слагаемого A_2

щие скорость роста слоя гидрата на внутренней стенке газопровода, зависят от пространственной координаты по длине газопровода.

С другой стороны, доступны измерению только параметры на входе и выходе трубопровода. По длине газопровода значения параметров могут быть определены только расчетным путем. Кроме того, для газотранспортной системы важно, чтобы в трубопроводе не было гидратов, т.е. надо исключить условия их образования, при этом необходимо минимизировать затраты на обеспечение этих условий. При изменении режима работы газотранспортной системы или если все же началось образование гидрата, необходимо изменить режим подачи ингибитора, чтобы разложить гидрат, начавший образовываться на стенках газопровода, и устранить условия его образования.

Управление разложением гидрата и создание условий, предотвращающих его образование, осуществляется вводом ингибитора в газовый поток в начале газопровода. Это управляющее воздействие. Контролировать образование гидрата на стенках газопровода можно путем измерения коэффициента гидравлического сопротивления газопровода, интегрально характеризующего изменение эффективного сечения по длине газопровода.

Таким образом, исходный объект управления с распределенными параметрами может рассматриваться как нелинейный объект с сосредоточенными параметрами с одним входом (подача ингибитора) и одним выходом (гидравлическое сопротивление). Остальные параметры, влияющие на образование слоя гидрата, могут рассматриваться как возмущающие воздействия.

Вычисление коэффициента гидравлического сопротивления можно заменить определением отклонения расхода газа от расчетного значения. Для вычисления расхода газа Q по известному перепаду давления $(P_0 - P_k)$ на трубопроводе используется выражение [5]

$$Q = C_1 (2 \cdot R_0)^{2.5} \cdot \sqrt{\frac{(10^{-6} \cdot P_0)^2 - (10^{-6} \cdot P_k)^2}{\rho_{pr} \cdot \Psi \cdot Z_{sr} \cdot T_{sr} (10^{-3} L_0)}}, \quad (14)$$

где $C_1 = 105,087$.

Для автоматизации процесса подачи ингибитора с учетом реального состояния газопровода будем использовать контур автоматического регулирования подачи ингибитора, представленный на рис. 3.

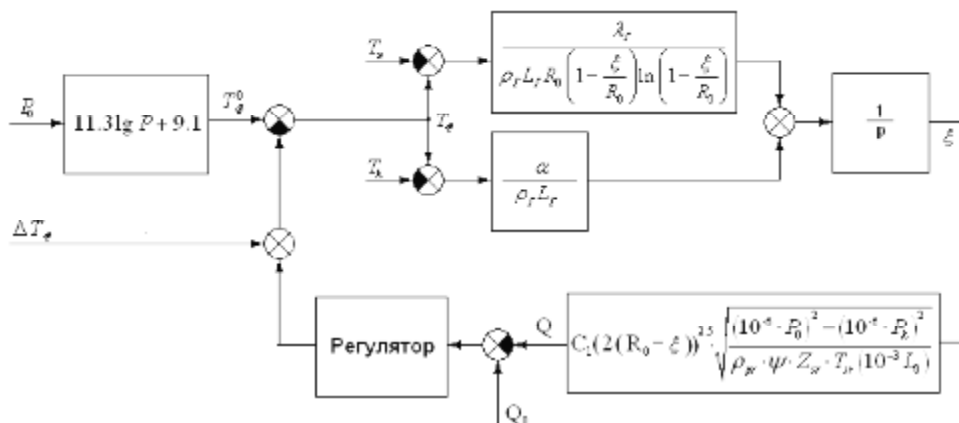


Рис. 3. Контур регулирования дополнительной подачи ингибитора

Измерительная часть этого контура сравнивает расчетное значение расхода газа, которое должно быть при заданном перепаде давлений с фактическим расходом. По величине этого отклонения определяется количество ингибитора, которое нужно подать дополнительно, чтобы прекратить рост слоя гидрата и создать условия для его разложения.

В результате получили нелинейную систему управления с одним входом (смещение температуры образования гидратов) и одним выходом (отклонение расхода газа от расчетного значения).

В качестве регулятора предлагается использовать ПИД-регулятор.

Нелинейность объекта управления накладывает ряд особенностей на реализацию предлагаемого алгоритма управления. К этим особенностям относятся следующие.

1. Толщина слоя гидрата может принимать значения, большие нуля или равные нулю. Это означает, что регулируемая величина, расход газа, может принимать значения, меньшие некоторого максимального значения для заданного рабочего перепада давления (или равные ему), т.е. отклонение регулируемой величины от программного значения может быть только в меньшую сторону.

2. При подаче метанола больше, чем это необходимо для смещения температуры гидратообразования на требуемую величину, происходит необоснованная трата ресурсов, т.к. минимальная толщина слоя гидрата не может быть меньше нуля.

3. Из пункта 1 следует, что интегрирующее звено ПИ-регулятора может только увеличивать свой выходной сигнал, за счет односторонней ошибки рассогласования, поэтому выходной сигнал регулятора, рано или поздно, достигнет своего максимального значения и возникнут условия, оговоренные в пункте 2.

Покажем, как обойти ограничения пунктов 2 и 3, используя свойства объекта управления, оговоренные в пункте 1.

Для этого разобьем область работы регулятора по регулируемой переменной условно на две области.

В первой области толщина гидратного слоя больше нуля, отклонение расхода газа от максимально возможного значения меньше нуля. В этой области работает ПИ-регулятор, обеспечивающий нулевую толщину гидратного слоя и нулевую статическую ошибку по расходу газа.

Во второй области толщина гидратного слоя близка или равна нулю и отклонение расхода газа от максимального значения имеет малую величину. В этом диапазоне выходной сигнал интегрирующего звена регулятора принудительно пошагово уменьшается, пока не начнется рост гидрата, после этого мы попадаем в первую область, и начинает работать ПИ-регулятор.

Алгоритмически это описывается следующим образом:

1. Подача метанола в газопровод:

$$Met = K_p \cdot (Q_o - Q_f) / Q_o + K_{II} \cdot MetInt - Met_o ,$$

где Met – количество метанола, подаваемое ПИ-регулятором; $(Q_o - Q_f) / Q_o$ – относительное отклонение текущего расхода газа Q_f от максимального значения Q_o ; $MetInt$ – выходной сигнал интегрирующего звена ПИ-регулятора; Met_o – программное значение подачи метанола, которое в соответствии с расчетами должно обеспечить требуемое смещение условий гидратообразования.

2. Интегрирование ошибки регулирования:

$$MetInt = MetInt + Htime \cdot (Q_o - Q_f) / Q_o ,$$

где $Htime$ – дискретность работы регулятора.

3. Поиск экстремума (сброс интегратора в установившемся режиме):

$$MetInt = \begin{cases} MetInt; & \text{при } (Q_o - Q_f) / Q_o > 0,001 \\ MetInt; & \text{при } (Q_o - Q_f) / Q_o \leq 0,001 \text{ и } T_m > T_k \\ MetInt \cdot (1 - 0,01 \cdot Abs[(T_m - T_k)] / Htime); & \text{при } (Q_o - Q_f) / Q_o \leq 0,001 \text{ и } T_m \leq T_k \end{cases}$$

где T_m – температура гидратообразования в присутствии ингибитора; T_k – температура газа в конце газопровода.

При приближении к экстремуму предлагается использовать динамическую скорость поиска, которая зависит от разности текущей температуры в конце газопровода и расчетной температуры гидратообразования, зависящей от подаваемого количества метанола и количества свободной влаги в газе.

Таким образом, получили гибрид ПИ- регулятора и экстремального регулятора. ПИ-регулятор обеспечивает нулевую статическую ошибку по регулируемой величине, а экстремальный регулятор ищет минимальный расход метанола, при котором обеспечивается эта нулевая статическая ошибка.

Рассмотрим результаты численного моделирования работы системы управления для протяженного трубопровода $L = 120$ км, с температурой газа на входе газопровода $T = 47^\circ\text{C}$, на выходе газопровода $T = 16^\circ\text{C}$, с влажностью газа на входе газопровода $W = 0$, по длине газопровода выделяется свободная влага за счет изменения давления и температуры газа.

На рис. 4 приведен график разности температуры газа и температуры гидратообразования, при этом область отрицательных разностей температур соответствует области образования гидратов.

Как следует из рис. 4, начиная с 75-го километра, в газопроводе существуют условия по температуре и влажности газа для образования гидратов.

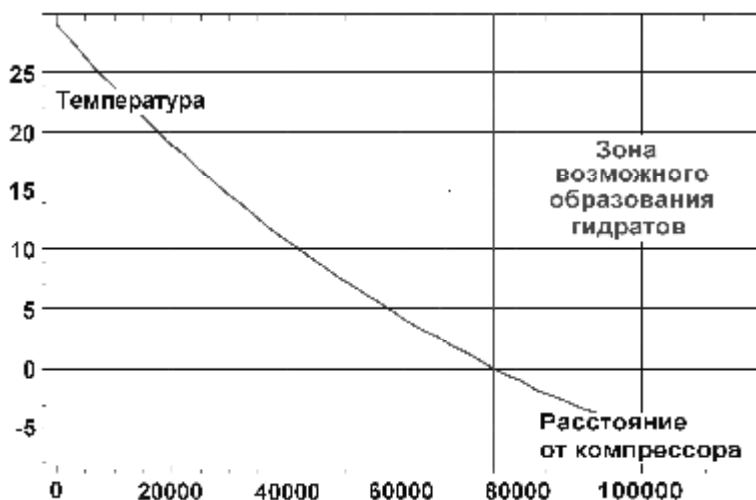


Рис. 4. Разность температур газа и образования гидратов по длине газопровода

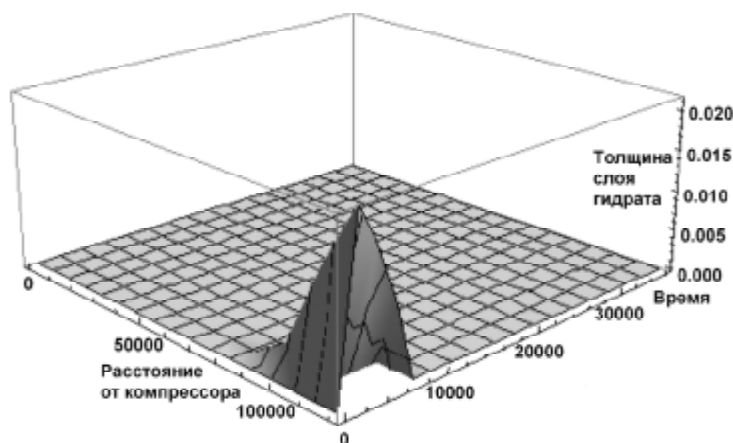


Рис. 5. Динамика изменения толщины слоя гидрата в газопроводе

Результат работы системы управления подачей ингибитора гидратообразования представлен на рис. 5 и 6. На рис. 5 приведен график изменения толщины слоя гидрата во времени по длине газопровода при работающей системе стабилизации расхода газа с ПИ-регулятором, описанным выше. На рис. 6 приведен график изменения концентрации метанола в газопроводе (управляющего воздействия), при работающей системе стабилизации расхода газа с ПИ-регулятором.

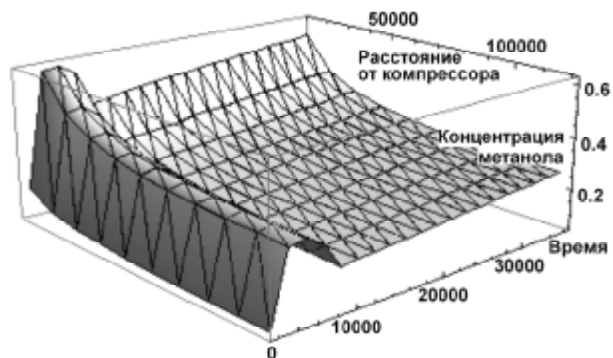


Рис. 6. Динамика изменения концентрации метанола в газопроводе

Результаты численного моделирования работы ПИ-регулятора, представленные на рис. 5 и 6, свидетельствуют об эффективности его работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Механика образования гидратов в газовых потоках / Э.А. Бондарев, Г.Д. Бабе, А.Г. Гройсман, М.А. Каниболотский. Новосибирск: Наука, 1976. 157 с.
2. Буц В.В. Математическая модель образования гидратов в трубопроводах / В.В. Буц // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-23: материалы XXIII Междунар. науч. конф.: в 10 т. Саратов: СГТУ, 2010. Т. 4. С. 45-48.
3. ВРД 39-1.13-051-2001. Инструкция по нормированию расхода и расчету выбросов метанола для объектов ОАО «Газпром» / Э.Б. Бухгалтер, А.Г. Бурмистров, М.С. Буренин и др. М.: ИРЦ Газпром, 2002. 28 с.
4. Инструкция по расчету оптимального расхода ингибиторов гидратообразования / В.А. Истомин, В.Г. Квон, А.Г. Бурмистров, В.П. Лакеев. М.: ВНИИГАЗ, 1987. 72 с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Утверждены приказом Мингазпрома от 29 октября 1985 года № 255. М.: ООО ВНИИГАЗ, 1985. 94 с.

Буц Виктор Владимирович –
заместитель начальника производственного
отдела автоматики и телемеханики
ОАО «Газпром трансгаз Саратов»

Buts Viktor Vladimirovich –
Deputy Chief of the Production Department
of Automatics and Telecommunications,
Gasprom Transgas Saratov

Статья поступила в редакцию 31.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 539.193/.194;535/33.34

П.М. Элькин, Е.Ю. Степанович, В.Ф. Пулин, Н.А. Можаяева

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И СТРУКТУРЫ СПИНАЗАРИНА

Проведен теоретический анализ конформационной структуры и колебательных спектров спиназарина в рамках функционала плотности DFT/B3LYP. Показана возможность образования внутримолекулярной водородной связи.

Колебательные спектры, спиназарин, конформация, водородная связь.

P.M. Elkin, E.Yu. Stepanovich, V.F. Pulin, N.A. Mozhayeva

COMPUTER MODELING OF DYNAMICS AND DESIGN STRUCTURE OF SPINASARINE

In the article theoretical analysis of conformational structure and spinasarine vibration spectra is carried out by DFT/B3LYP method. The possibility of internal hydrogen bonding is also estimated.

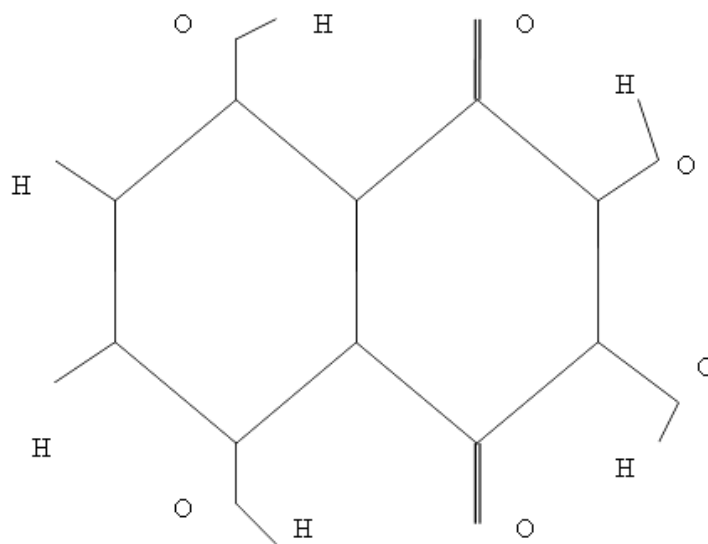
Vibration spectra, spinasarine, conformation, hydrogen bonding.

Введение

Природные продукты – спинохромы известны как биологически активные соединения и лекарственные препараты [1]. Информация о геометрической и электронной структуре этих соединений, полученная из эксперимента (ЯМР, масс-спектрометрия, спектры ИК), является крайне ограниченной и не дает возможности построить структурно-динамические модели, как это принято в молекулярной динамике.

Такие возможности предоставляют неэмпирические методы квантовой механики молекул (квантовой химии) [2-4]. Построенные на их основе структурно-динамические модели для соединений различных классов представлены, к примеру, в монографии [5]. Неэмпирические расчеты геометрии и колебательных состояний свободных молекул, выполненные в гармоническом приближении теории молекулярных колебаний, позволили определиться с методом и базисами. Для предсказательных расчетов геометрической структуры и колебательных состояний циклических и полициклических соединений предпочтение следует отдать методу функционала плотности DFT/B3LYP с базисами от 6-311G(d,p) до 6-311++G(d,p) [6].

В качестве иллюстрации сказанного сошлемся на работы [7-11], где интерпретация спектра фундаментальных колебаний выполнена с учетом ангармонизма колебаний. На основании модельных расчетов сделаны выводы, что неэмпирические квантовые расчеты позволяют дать оценку гармоническим силовым постоянным для сложных молекулярных соединений и их димеров, а известную процедуру масштабирования [12, 13] следует рассматривать как качественную оценку влияния ангармонизма колебаний на смещение спектральных полос в ИК и КР спектрах. Существенное расхождение результатов операции масштабирования с результатами, полученными при решении ангармонической задачи методами теории возмущения, может иметь место для валентных колебаний связей СН, ОН, NH. Причина тому – влияние ангармонических резонансов, методика учета которых в модельных расчетах предложена нами в работах [14,15].



Спиназарин

Целью данной публикации является построение структурно-динамической модели простейшего представителя спинохромов – спиназарина (см. рисунок) на основании неэмпирических квантовых расчетов геометрической и электронной структур соединения.

Результаты модельных расчетов

Отсутствие экспериментальных данных по геометрической структуре спиназарина и предпочтительной конформации фрагментов СОН относительно плоскостей шестичленных циклов потребовало оптимизации геометрии соединения при различных начальных значениях угла между указанными молекулярными фрагментами. При этом принималась во внимание воспроизводимость частот крутильных колебаний фрагментов СОН (частота внутреннего вращения). Такие условия выполняются для плоской модели спиназарина, при этом расположение фрагментов СОН относительно связи С=О соответствует тому, как это изображено на рисунке (равновесная молекулярная конфигурация имеет симметрию C_{2v} [16]). В таком случае может иметь место механизм внутримолекулярного взаимодействия между фрагментами СОН и О=С, что непременно должно проявиться в колебательных спектрах соединения.

Оптимизация геометрии приводит к следующим значениям геометрических параметров спиназарина. Длины связей в шестичленных циклах попадают в интервал $R_{CC} = 1,36-1,47 \text{ \AA}$ (в бензоле $1,4 \text{ \AA}$ [16]), $R_{C=O} = 1,25 \text{ \AA}$, $R_{CO} = 1,34 \text{ \AA}$, $R_{OH} = 0,98 \text{ \AA}$, $R_{CH} = 1,08 \text{ \AA}$. Валентные углы шестичленных циклов попадают в диапазон $A_{CCC} = 118,9-120,7^\circ$, $A_{CCH} = 117,8-$

121,2° (120° в бензоле [16]), $A_{\text{C=O}} = 116,3-122,8^\circ$, $A_{\text{C=O}} = 117,3-122,9^\circ$ (121,9° в ацетоне [16]), $A_{\text{C=O}} = 104,9-106,9^\circ$ (106,3° в муравьиной кислоте [16]). Влияние атомного базиса не выходит за рамки 0,005 Å для валентных связей и 0,06° для валентных углов. Такие изменения в геометрии отдельных фрагментов спиназарина по отношению к соответствующим геометрическим параметрам, родственным по электронной структуре фрагментов соединений из монографии [16], дают основание предполагать наличие характеристичности фундаментальных колебаний для указанных фрагментов. К ним, в первую очередь, относятся валентные и деформационные колебания связей СН, ОН, С=О. Отметим, что эксперимент в ИК спектре спиназарина [1] касается именно указанных полос.

Интересным представляется результат оптимизации геометрии для модели, представленной на рисунке. Расстояние между атомом водорода фрагмента СОН одного цикла и атомом кислорода связи С=О дает квантово-механическую оценку $R_{\text{H...O}} \sim 1,74 \text{ \AA}$, что дает основание предположить наличие внутримолекулярной водородной связи. Приведенные ниже расчеты колебательных состояний спиназарина и их сопоставление с экспериментом из публикации [1] данное предположение подтверждают.

Результаты модельных расчетов колебательных состояний, их интерпретация по преимущественной форме колебания [16] и распределению потенциальной энергии по колебательным степеням свободы [17] приведены в табл. 1, 2 для базисов 6-311G(d) и 6-311G(d,p). Видно, что влиянием поляризационных эффектов при выборе базиса атомных орбиталей можно пренебречь в задачах идентификации соединения по его колебательным спектрам. Расчеты с использованием базисов 6-311+G(d) и 6-311+G(d,p), учитывающие диффузионные эффекты для плоских колебаний, приводят к смещениям соответствующих полос $\sim 12 \text{ см}^{-1}$. При этом качественная оценка интенсивностей полос не меняется. Для неплоских колебаний картина иная. Не удалось воспроизвести низкочастотное крутильное колебание ($\chi\chi$ в табл. 2), интерпретированное как изменение угла между шестичленными фрагментами. По этой причине в статье расчетные данные для диффузионных базисов не приводятся.

Теперь обратимся к фундаментальным колебаниям фрагментов СОН. Различие в частотах $\sim 200 \text{ см}^{-1}$ для валентных колебаний связей ОН указывает на наличие внутримолекулярной водородной связи [18] между атомом водорода Н фрагмента СОН левого цикла и атомом кислорода связи С=О правого шестичленного цикла. Наблюдаемые в эксперименте [1] полосы в 3520 и 3433 см^{-1} интерпретированы авторами статьи как валентные колебания связей ОН. Учитывая систематические ошибки операции масштабирования, занижающие ангармонические расчеты для данных колебаний на величину $\sim 60-100 \text{ см}^{-1}$ [19, 20], констатируем удовлетворительное совпадение расчетных и экспериментальных данных для колебательных состояний связей ОН.

Имеет место и увеличение частоты ($\sim 180 \text{ см}^{-1}$) неплоского деформационного колебания этой связи (ρ_{OH}) при образовании внутримолекулярной водородной связи.

Следует отметить и значение расчетной величины валентного колебания связи С=О. Как правило, в соединениях различного класса положение соответствующей полосы, сильной в обоих спектрах, соответствует диапазону 1680-1780 см^{-1} в зависимости от того, участвует ли связь С=О в образовании димера, как это имеет место в карбоновых кислотах [19] или шестичленных азациклических соединений – урацилов и азоурацилов [20]. Однако экспериментальные данные для данного колебания $\sim 1601 \text{ см}^{-1}$, приведенные в работе [1], хорошо согласуются с таковыми из табл. 1, учитывая, что операция масштабирования занижает расчеты в ангармоническом приближении для данной области колебательного спектра $\sim 20-30 \text{ см}^{-1}$ [18, 19].

Для оценки возможностей неэмпирических квантовых методов в предсказательных расчетах фундаментальных колебательных состояний шестичленных фрагментов спиназарина обратимся к молекуле нафталина (симметрия D_{2h}), представляющей два сопряженных бензольных кольца (C_{10}H_8).

Таблица 1

Интерпретация плоских фундаментальных колебаний спиназарина

Форма колебаний	$V_{\text{гарм}}$	$V_{\text{масш}}$	ИК	КР	$V_{\text{гарм}}$	$V_{\text{масш}}$	ИК	КР
	Тип симметрии А1							
$q_{\text{ОН}}$	3630	3452	0.31	206	3652	3472	1.94	215
$q_{\text{ОН}}$	3391	3232	111	137	3424	3262	156	152
$q_{\text{СН}}$	3206	3060	1.71	227.	3210	3064	4.35	231
Q, β	1732	1674	109	163	1735	1678	118	165
Q, β	1684	1629	0.86	55.5	1685	1630	1.89	56.6
$Q_{\text{С=O}}$	1612	1560	143	180	1616	1564	146	182
$\beta_{\text{ОН}}$	1500	1453	2.48	83.4	1505	1458	4.68	89.2
Q, β	1453	1408	18.8	163	1454	1409	25.8	166
$Q, \beta_{\text{ОН}}$	1416	1372	1.40	53.4	1420	1377	17.4	67.3
$\beta_{\text{ОН}}, Q_{\text{СО}}$	1352	1311	623	51.7	1359	1318	724	67.2
$Q_{\text{СО}}$	1321	1281	16.9	7.06	1321	1282	34.2	14.1
$\beta_{\text{ОН}}, Q$	1250	1214	431	35.8	1254	1217	471	37.1
$\beta_{\text{СН}}$	1185	1151	146	2.11	1188	1154	156	2.64
$\beta_{\text{СН}}$	1111	1079	36.7	11.8	1112	1081	42.6	13.0
Q	913	889	12.7	36.4	914	890	13.1	36.8
Q	563	549	0.32	39.9	563	549	0.47	40.8
γ	467	456	11.8	18.9	467	457	15.6	19.1
γ	445	435	7.80	6.27	445	435	25.6	7.61
$\beta_{\text{СО}}$	437	427	21.9	0.34	440	430	35.6	2.27
$\beta_{\text{СО}}$	339	332	0.93	0.04	348	341	2.21	0.15
γ	294	288	18.1	0.61	298	291	18.2	0.72
	Тип симметрии В2							
$q_{\text{ОН}}$	3628	3450	199	39.2	3650	3470	245	41.2
$q_{\text{ОН}}$	3394	3234	27.1	33.6	3426	3264	29.5	42.1
$q_{\text{СН}}$	3192	3047	1.36	98.3	3196	3051	2.37	100
$Q_{\text{С=O}}$	1636	1583	374	1.35	1637	1584	478	5.18
Q, γ	1626	1573	79.9	40.9	1629	1576	174	44.4
$\beta, Q_{\text{СО}}$	1495	1448	220	0.01	1499	1452	249	0.05
$\beta_{\text{ОН}}, \gamma$	1450	1405	104	64.9	1458	1413	136	68.0
$\beta_{\text{ОН}}$	1406	1363	410	7.09	1411	1368	422	12.8
γ, β	1354	1313	104	4.58	1356	1315	113	6.49
$Q_{\text{СО}}$	1338	1298	427	6.11	1338	1298	443	6.16
Q, β	1237	1201	108	8.29	1238	1202	124	8.50
Q, γ	1077	1047	23.0	20.6	1079	1050	23.7	21.5
Q, γ	988	961	42.1	1.58	989	962	42.4	1.67
$\beta_{\text{СО}}$	854	831	3.37	0.01	854	832	3.52	0.03
γ	725	707	24.8	2.92	726	708	25.8	3.03
γ	625	610	12.5	0.11	625	610	13.3	0.13
$\beta_{\text{С=O}}$	516	504	2.76	2.40	517	505	3.40	2.53
γ	404	395	4.76	2.73	407	398	4.94	2.74
γ	333	326	2.55	0.11	340	332	3.33	0.18
γ	243	237	8.44	1.53	250	245	8.59	1.67

Примечание. Частоты колебаний в см^{-1} , интенсивности в спектрах ИК в км/моль , в спектрах КР в $\text{Å}^4/\text{а.е.м.}$

Интерпретация неплоских фундаментальных колебаний спиназарина

Форма колебаний	$V_{\text{гарм}}$	$V_{\text{масш}}$	ИК	КР	$V_{\text{гарм}}$	$V_{\text{масш}}$	ИК	КР
	Тип симметрии A2							
ρ_{CH}	978	951	0,00	0,01	979	953	0,00	0,02
ρ_{OH}	781	762	0,00	2,61	805	784	0,00	2,77
ρ_{CO}	691	674	0,00	0,52	704	686	0,00	0,56
$\rho_{\text{C=O}}$	644	629	0,00	0,02	660	644	0,00	0,12
ρ_{OH}	597	583	0,00	3,83	599	585	0,00	4,55
ρ_{CO}	555	542	0,00	1,79	567	554	0,00	2,50
ρ_{CC}	405	396	0,00	0,79	411	402	0,00	0,97
χ	360	352	0,00	0,51	363	355	0,00	0,66
χ	140	137	0,00	0,08	142	139	0,00	0,09
$\chi\chi$	91	89	0,00	0,18	91	89	0,00	0,19
Тип симметрии B1								
ρ_{CH}	853	831	20,7	1,48	858	835	24,2	1,55
ρ_{OH}	789	769	231	0,00	811	790	277	0,01
$\rho_{\text{C=O}}$	737	719	0,24	0,00	738	720	4,00	0,00
ρ_{OH}	608	593	193	1,32	615	601	218	1,49
ρ_{CO}	578	564	5,03	0,08	579	565	6,73	0,08
ρ_{CO}	328	321	0,16	0,27	330	323	0,37	0,31
ρ_{CC}	184	181	0,00	1,06	185	181	0,02	1,07
χ	162	158	0,77	0,00	162	159	0,78	0,01
χ	88	86	0,22	1,51	88	86	0,31	1,55

Геометрическая структура нафталина, колебательный спектр различных дейтерозамещенных нафталина подробно представлены в монографии [16]. Длины связей СС, оцененные по рентгеноструктурному эксперименту, лежат в диапазоне 1,36-1,42 Å, углы изменяются в пределах 119,2-120,5°.

Характер поведения длин валентных связей кольца в зависимости от их местоположения полностью соответствует таковым в спиназарине.

Результаты модельных расчетов колебательных состояний нафталина (табл. 3) указывают на отсутствие зависимости положения полос от поляризационных и диффузных параметров атомного базиса (6-311G). Хорошее совпадение экспериментальных и вычисленных параметров спектра фундаментальных колебаний достигается использованием ангармонического приближения. При этом операция масштабирования частот дает результаты того же порядка величины, что и ангармонические расчеты. Валентные колебания связей С-С шестичленных фрагментов попадают в ту же область $\sim 1560-1630 \text{ см}^{-1}$. Понижение частот деформационных колебаний валентных углов (γ) соответствует характеру поведения указанных колебаний при дейтерозамещении [16]. Отметим характеричность валентных и деформационных колебаний связей СН в области $1260-1480 \text{ см}^{-1}$. Влияние ангармонических резонансов на смещение колебательных полос полностью перекрывается результатами расчета колебательных состояний нафталина во втором порядке ангармонической теории молекулярных колебаний.

Интерпретация фундаментальных колебаний нафталина

Форма	Сим.	$\nu_{\text{экс}}$	$\nu_{\text{гарм}}$	$\nu_{\text{анг}}$	КР	Сим.	$\nu_{\text{экс}}$	$\nu_{\text{гарм}}$	$\nu_{\text{анг}}$	ИК
$\nu_{\text{сн}}$	AG	3060	3188	3048	627	B1U	3065	3176	3038	64.2
$\nu_{\text{сн}}$	AG	3031	3164	3029	265	B1U	3058	3158	3040	5.74
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	1577	1613	1576	31.7	B1U	1592	1641	1604	4.88
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	1460	1491	1467	61.8	B1U	1387	1418	1390	5.08
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	1376	1398	1364	158	B1U	1267	1287	1277	7.04
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	1145	1185	1171	1.44	B1U	1128	1151	1135	4.78
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	1025	1046	1033	32.6					
$\nu_{\beta-\gamma}$	AG	758	773	761	38.1	B1U	753	809	799	0.21
ν_{γ}	AG	512	520	515	15.9	B1U	359	366	366	1.41
$\nu_{\text{сн}}$	B3G	3090	3174	3043	182	B2U	3090	3187	3061	48.9
$\nu_{\text{сн}}$	B3G	3060	3156	2996	21.3	B2U	3032	3160	3028	1.04
$\nu_{\beta-\gamma}$	B3G	1624	1671	1629	7.97	B2U	1506	1549	1513	9.08
$\nu_{\beta-\gamma}$	B3G	1438	1492	1464	3.21	B2U	1361	1391	1364	1.47
$\nu_{\beta-\gamma}$	B3G	1239	1270	1247	3.97	B2U	1210	1232	1214	1.17
$\nu_{\beta-\gamma}$	B3G	1158	1172	1155	8.91	B2U	1138	1169	1152	0.88
$\nu_{\beta-\gamma}$	B3G	938	951	939	0.01	B2U	1011	1036	1018	7.07
ν_{γ}	B3G	506	519	513	8.54	B2U	618	636	630	3.45
$\nu_{\rho-\chi}$	B2G	878	897	883	2.08	B3U	782	798	787	114
$\nu_{\rho-\chi}$	B2G	782	787	774	1.72	B3U	476	488	479	21.7

Выводы

1. Неэмпирические квантовые методы DFT/b3LYP позволяют осуществлять предсказательные расчеты геометрической и электронной структуры соединений нафтазинового ряда. Предпочтение следует отдать базису 6-311G. Влияние поляризационных и диффузионных составляющих атомного базиса сказывается на значениях расчетных величин интенсивностей в спектрах ИК и КР, не меняя качественной оценки интенсивности полосы.

2. В спиназарине имеет место внутримолекулярная водородная связь между атомом водорода гидроксильной группы и атомом кислорода фрагмента C=O. Этот факт полностью подтверждается характером поведения фундаментальных частот колебаний гидроксильного фрагмента в модельных расчетах и проявляется в реальном эксперименте.

3. Для данного класса соединений полученную оценку гармонического силового поля следует считать достоверной, операцию масштабирования частот – качественной оценкой ангармоничности колебаний. Возможности неэмпирических квантовых методов позволяют избавиться от процедуры масштабирования гармонических силовых полей и осуществлять расчеты данного класса соединений в ангармоническом приближении теории молекулярных колебаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Спиназарин и этилспиназарин – пигменты морского ежа *Scaphechinus mirabilis* / А.Я. Якубовская, Н.Д. Похилло, Н.П. Мищенко, В.Ф. Ануфриев // Известия АН РФ. Серия химическая. 2007. № 4. С. 788-791.

2. Минкин В.И. Теория строения молекул / В.И. Минкин, Б.И. Симкин, Р.М. Мендяев. Ростов н/Д.: Феникс, 1997. 386 с.

3. Попл Дж.А. Квантово-химические модели / Дж.А. Попл // Успехи физических наук. 2002. Т. 172. № 3. С. 349-356.
4. Кон В. Электронная структура вещества – волновые функции и функционалы плотности / В. Кон // Успехи физических наук. 2002. Т. 172. № 3. С. 336-348.
5. Пулин В.Ф. Исследование динамики молекулярных соединений различных классов / В.Ф. Пулин, М.Д. Элькин, В.И. Березин. Саратов: СГТУ, 2002. 548 с.
6. GAUSSIAN 03. Revision A.7 / M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel et al. Pittsburgh PA, 2003.
7. Березин К.В. Ангармонический анализ колебательных состояний пиримидина методом функционала плотности / К.В. Березин, В.В. Нечаев, П.М. Элькин // Оптика и спектроскопия. 2004. Т. 97. № 2. С. 1-11.
8. Джалмухамбетова Е.А. Структурно-динамические модели и колебательные спектры дибензогетероциклов (флуорен, дибензофуран, дибензотиофен, карбозол) / Е.А. Джалмухамбетова, М.Д. Элькин // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2007. № 2(25). Вып. 2. С. 7-12.
9. Элькин П.М. Анализ колебательных спектров метилзамещенных урацила в ангармоническом приближении / П.М. Элькин, М.А. Эрман, О.В. Пулин // Журнал прикладной спектроскопии. 2006. Т. 73. № 4. С. 431-436.
10. Элькин П.М. Теоретический анализ таутомерных форм пурина / П.М. Элькин, О.В. Пулин, Е.А. Джалмухамбетова // Журнал прикладной спектроскопии. 2008. Т. 75. № 1. С. 23-27.
11. Элькин П.М. Квантово-химический расчет нормальных колебаний молекул замещенных пятичленных халькогенгетероциклических соединений с учетом ангармонизма анализа структуры и спектров пятичленных циклических соединений / П.М. Элькин, Е.А. Эрман, О.В. Пулин // Журнал прикладной спектроскопии. 2009. Т. 76. № 2. С. 170-175.
12. Панченко Ю.Н. Методы и программы масштабирования квантово-механических силовых полей молекул / Ю.Н. Панченко, А.В. Абраменков // Журнал физической химии. 2003. Т. 77. № 6. С. 1062-1069.
13. Краснощеков С.В. Масштабирующие множители как эффективные параметры для коррекции неэмпирического силового поля / С.В. Краснощеков, Н.Ф. Степанов // Журнал физической химии. 2007. Т. 81. № 4. С. 680-689.
14. Элькин П.М. Моделирование структуры и колебательных спектров кислородосодержащих соединений. 1. Спирты / П.М. Элькин, Т.А. Шальнова, О.Н. Гречухина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Физика. 2009. Т. 9. № 1. С. 27-33.
15. Элькин П.М. Ангармонический анализ пятичленных гетероциклических соединений / П.М. Элькин, В.Ф. Пулин, Е.А. Джалмухамбетова // Журнал прикладной спектроскопии. 2007. Т. 74. № 2. С. 153-156.
16. Свердлов Л.М. Колебательные спектры многоатомных молекул / Л.М. Свердлов, М.А. Ковнер, Е.П. Крайнов. М.: Наука, 1970. 560 с.
17. Грибов Л.А. Интерпретированные колебательные спектры алканов, алкенов и производных бензола / Л.А. Грибов, В.А. Дементьев, А.Т. Тодоровский. М.: Наука, 1986. 264 с.
18. Кондратьев В.Н. Структура атомов и молекул / В.Н. Кондратьев. М.: Физматгиз, 1959. 524 с.
19. Элькин М.Д. Моделирование адиабатических потенциалов карбоновых кислот / М.Д. Элькин, Т.А. Шальнова, О.В. Колесникова // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 1(37). Вып. 1. С. 109-114.
20. Элькин М.Д. Проявление межмолекулярного взаимодействия в димерах урацила / М.Д. Элькин, Е.А. Джалмухамбетова, О.Н. Гречухина // Известия Саратовского университета. Новая серия. Физика. 2008. Т. 8. № 2. С. 24-30.

Элькин Павел Михайлович –
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Техническая физика
и информационные технологии»
Энгельсского технологического института
(филиала) Саратовского государственного
технического университета

Степанович Екатерина Юрьевна –
аспирант кафедры «Общая физика»
Астраханского государственного
университета

Пулин Виктор Федотович –
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры «Физика»
Саратовского государственного
технического университета

Можаяева Надежда Алексеевна –
ассистент кафедры «Информатика»
Саратовского государственного
технического университета

Elkin Pavel Mikhailovich –
Candidate of Physical-Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department
of «Technical Physics and Information
Technologies»
of Engels Technological Institute (branch)
of Saratov State Technical University

Stepanovich Ekaterina Yuriyevna –
Postgraduate Student of the Department
of «General Physics»
of Astrakhan State University

Pulin Victor Fedotovitch –
Candidate of Physical-Mathematical Sciences,
Associate Professor of the Department
of «Physics»
of Saratov State Technical University

Mozhayeva Nadezhda Alekseyevna –
Assistant of the Department
of «Informatics»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 22.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

УДК 621.372.8

О.В. Дрогайцева, В.А. Коломейцев, А.Э. Семенов

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОЦЕЛЕВОЙ СИСТЕМЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В СВЧ-НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ РЕЗОНАТОРНОГО ТИПА

Предложена методика экспериментальной оптимизации системы возбуждения прямоугольной резонаторной рабочей камеры СВЧ-нагревательной установки, направленной на обеспечение максимальной передачи СВЧ-мощности от генератора в рабочую камеру.

Многоцелевая система возбуждения, нагревательные установки резонаторного типа.

O.V. Drogaitseva, V.A. Kolomeitsev, A.E. Semenov

OPTIMIZING OF THE MULTI-SLOTTED SYSTEM OF ELECTROMAGNETIC FIELD EXCITATION IN UHF RADIATOR CAVITY TYPE SYSTEMS

The experimental optimization technique of excitation the rectangular cavity working chamber of microwave heating installation is aimed at maximizing the transmission of microwave power from the generator into the working chamber.

Multi-slotted excitation system, radiator cavity type systems.

СВЧ-нагревательные установки резонаторного типа представляют собой сложную взаимосвязанную электродинамическую систему, включающую: прямоугольный волновод (ПВ), посредством которого осуществляется подвод электромагнитной энергии в резонаторную камеру; непосредственно магнетронный генератор СВЧ-мощности; многощелевую излучающую решетку (МР); прямоугольную резонаторную камеру (РК), частично заполненную обрабатываемым материалом произвольной формы (рис. 1).

Фактически на рис. 1 представлена принципиальная схема СВЧ-нагревательной установки, основными элементами которой являются РК и система возбуждения (СВ) электромагнитного поля. Если в качестве непосредственно излучающей системы используется многощелевая распределенная решетка, то СВ представляет собой систему со многими степенями свободы. Следовательно, электродинамические и тепловые процессы в РК зависят от многих па-

параметров СВ, что значительно усложняет процесс оптимизации режима термообработки диэлектрических материалов в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа. Ситуация усложняется тем обстоятельством, что данные установки являются универсальными и предназначены для термообработки диэлектрических материалов произвольной формы, электрофизические и тепловые свойства которых могут изменяться в процессе термообработки.

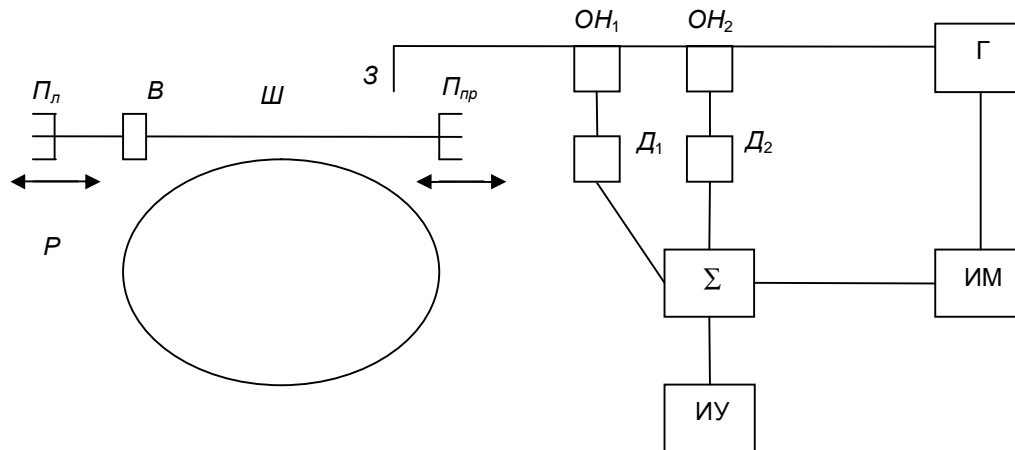


Рис. 1. Функциональная схема СВЧ-нагревательной установки резонаторного типа:
 Г – генератор СВЧ-мощности; ИМ – измеритель мощности; ИУ – индикаторное устройство;
 Σ – суммирующее устройство; П_л – левый поршень; П_{пр} – правый поршень; В – волновод;
 Ш – многощелевая система возбуждения резонатора; З – зонд возбуждения СВЧ;
 P – резонаторная камера; ОН₁, ОН₂ – направленные ответвители; Д₁, Д₂ – детекторы

В данной работе предложена методика экспериментальной оптимизации СВ применительно к заданному технологическому процессу термообработки диэлектрического материала, физические свойства которого неизменны в процессе нагрева. Это позволяет наиболее просто и полно раскрыть суть процесса оптимизации СВ. В экспериментальной установке в качестве РК используется резонатор прямоугольной формы размером 210×310×300 мм.

Обработываемым материалом является вода, разлитая в 16 пластиковых стаканчиков, равномерно расположенных на нижней стенке резонатора. Подвод СВЧ-мощности от генератора к излучающей системе осуществляется посредством прямоугольного волновода сечением 45×90 мм. В качестве излучающей системы (ИС) используется трехщелевая система возбуждения с щелями прямоугольной формы, расположенными на расстоянии $\lambda_B/2$ друг от друга (λ_B – длина волны в прямоугольном волноводе в доминантном диапазоне).

Рассмотрим систему параметров, определяющих заданный электродинамический процесс термообработки диэлектрических материалов в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа. Во-первых, это система параметров, позволяющая определить эффективность передачи СВЧ-мощности от магнетрона в рабочую камеру посредством прямоугольного волновода, работающего в доминантном режиме, при котором в волноводе распространяется основная волна – H_{10} . Одним из основных параметров, определяющих уровень поступающей в резонаторную рабочую камеру СВЧ-мощности, является расстояние от левого короткозамыкающего поршня до центра вывода СВЧ-мощности магнетрона – L_L (рис. 2).

Необходимо отметить, что в бытовых микроволновых установках используется емкостной способ возбуждения, когда вывод магнетрона вводится непосредственно в центре широкой стенки волновода параллельно вектору напряженности электрического поля волны H_{10} . Следует заметить, что параметр L_L определяется с помощью измерительной линии, нагруженной на согласованную нагрузку с $K_{СВ} = 1,2$; кроме того, данный параметр может быть опреде-

лен и с помощью панорамных измерений с той же нагрузкой. Данный процесс измерения относится к «холодным» измерениям собственных электродинамических параметров СВЧ-устройств [1], который проводится на малых уровнях мощности ($P = 5$ мВт). При указанном распределенном способе возбуждения для облегчения оптимизации подачи СВЧ-мощности параметр L_n , определенный по максимуму уровня поглощенной мощности в согласованной нагрузке, в последующих исследованиях является неизменной величиной ($L_n = 23$ мм). Оптимизация же распределенной системы возбуждения определяется положением короткозамыкающего поршня с противоположной расположению магнетрона стороны – L_{np} .

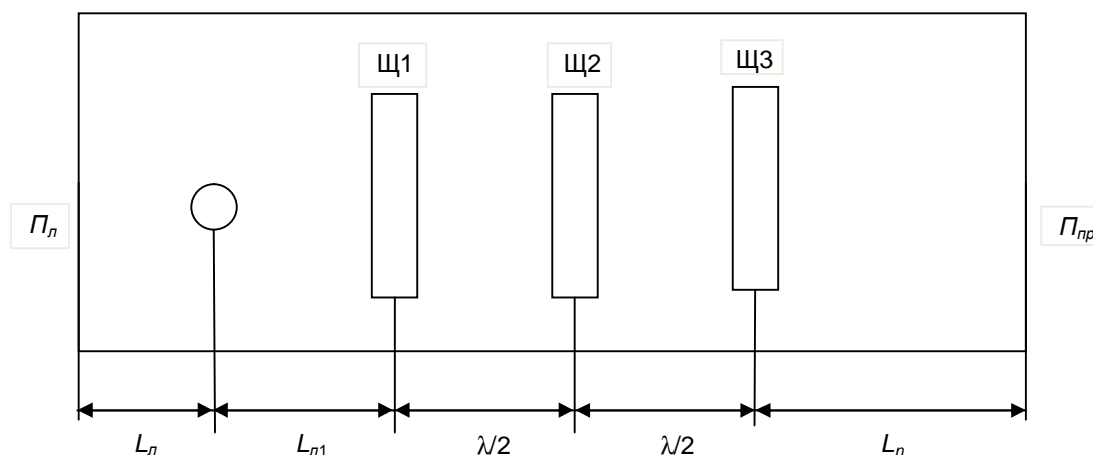


Рис. 2

Параметр L_{np} является наиболее важным параметром, определяющим поток СВЧ-мощности в резонаторную рабочую камеру при многощелевом способе возбуждения, который существенно зависит от конструкции распределенной системы возбуждения и ее расположения в резонаторе. Особое влияние, как показано в работе [2], на поток СВЧ-мощности в рабочую камеру при неизменности геометрии, электрофизических и тепловых параметров обрабатываемого материала оказывает положение излучающей щели $Щ_1$. Наибольшую трудность при этом представляет определение оптимального расстояния ближайшей к магнетронному генератору СВЧ-мощности излучающей прямоугольной щели L_{n1} . Это во многом зависит от количества щелей в распределенной системе возбуждения электромагнитного поля в резонаторной рабочей камере, от геометрии излучающих щелей, а также от положения правого короткозамыкающего поршня L_{np} . Необходимо отметить, что в отличие от методики измерения L_n определение L_{np} может быть проведено только панорамным методом, при этом оптимальное значение L_{np} определяется минимумом КСВ резонаторной камеры с частичным диэлектрическим, поглощающим СВЧ-мощность, заполнением. Поскольку в резонаторной рабочей камере величина L_{np} должна быть фиксирована, то это накладывает определенное условие на габариты и электрофизические параметры обрабатываемого материала. В таком случае величина L_{np} должна быть рассчитана на среднестатистические габариты и электрофизические параметры обрабатываемого материала. В данной работе определение L_{np} производится на образце с относительной диэлектрической проницаемостью $\epsilon' = 81$ (вода) с толщинами диэлектрической пластины $d = 20$ мм, $d = 40$ мм, $d = 60$ мм. Необходимо заметить, что оптимизация параметров L_n и L_{np} проводится по минимуму КСВ в рабочем частотном диапазоне $\nu = 2450 \pm 2,5\%$ МГц (2,39-2,51 ГГц).

На рис. 3 приведено распределение КСВ в резонаторной камере с частичным диэлектрическим заполнением для различных по толщине материалов ($d = 20$ мм, $d = 40$ мм, $d = 60$ мм) по минимуму КСВ на рабочей частоте магнетронного генератора $\nu = 2450 \pm 2,5\%$

МГц при малых уровнях СВЧ-мощности (холодные измерения). Легко видеть, что с увеличением толщины образца КСВ уменьшается, то есть уровень поглощаемой в рабочей камере СВЧ-мощности возрастает.

Как следует из кривых, приведенных на рис. 3, зависимости КСВ (ν) носят ярко выраженный резонансный характер, при этом минимальное отражение СВЧ-мощности наблюдается в области рабочей частоты – $\nu_p = 2450$ МГц в разрешенном диапазоне частот. В области частот слева и справа от ν_p кривые КСВ (ν) слева от ν_p с уменьшением частоты и справа от ν_p с увеличением частоты резко возрастают, при этом с уменьшением объема обрабатываемого материала крутизна нарастания КСВ (ν) увеличивается. Кроме того, с увеличением толщины образца минимум КСВ смещается в область более коротких длин волн. Это принципиально важно с точки зрения КПД установки. Заметим, что минимум КСВ в области рабочей частоты $\nu_p = 2450$ МГц достигается соответствующим подбором оптимальных значений параметров $L_{л1}$ и $L_{лр}$.

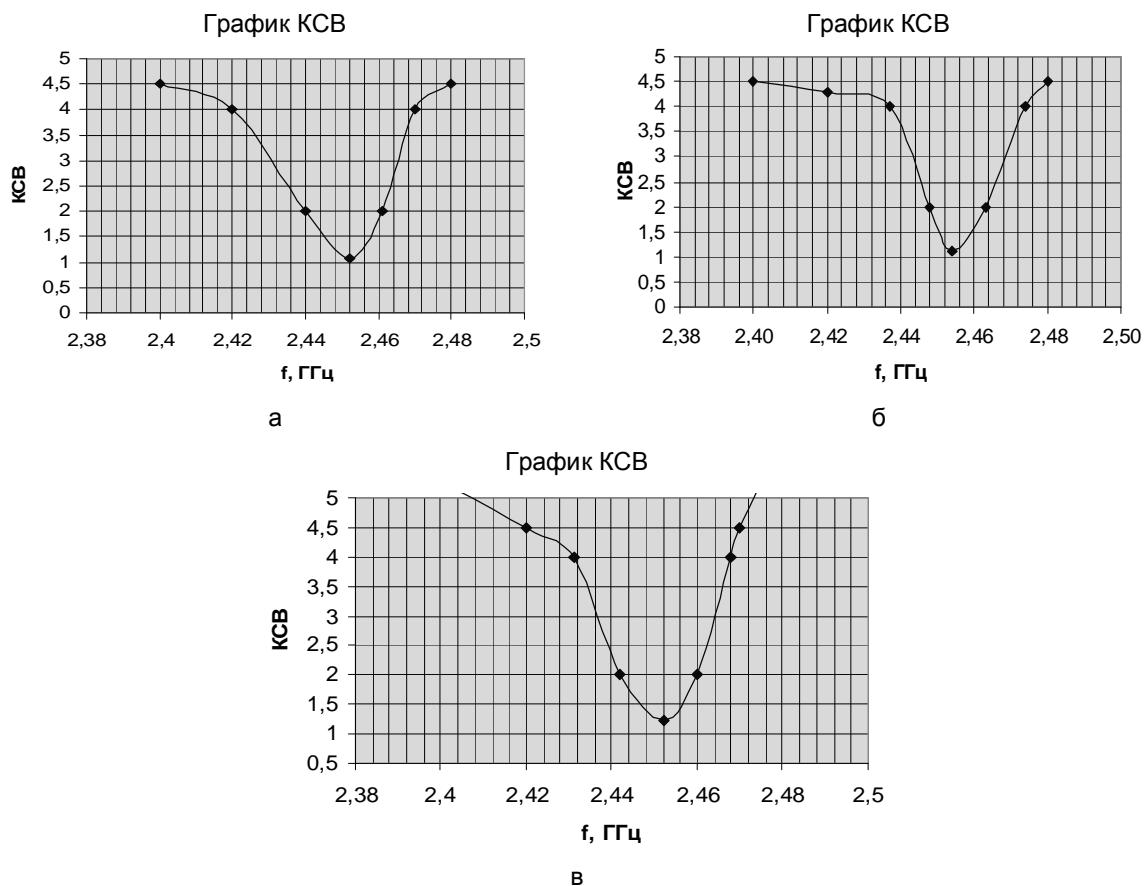


Рис. 3. Распределение КСВ в резонаторной камере при различном объеме воды в пластиковых стаканчиках: а – при объеме $V = 60$ г; б – при объеме $V = 40$ г; в – при объеме $V = 20$ г

Одним из основных параметров, характеризующих процесс термообработки диэлектрического материала в СВЧ-нагревательных установках резонаторного типа является уровень поглощенной образцом электромагнитной мощности – $P_{пог}$, который существенно зависит от габаритов, электрофизических и тепловых свойств обрабатываемого материала, а также от места его расположения в рабочей камере. Кроме того, уровень $P_{пог}$ во многом определяется конструкцией системы возбуждения электромагнитного поля в рабочей камере и однозначно

определяет КПД СВЧ-нагревательной установки. Необходимо отметить, что величина уровня поглощенной СВЧ-мощности может быть определена только в динамическом режиме по исследованию распределения теплового поля в объеме обрабатываемого материала. Мощность определяется классическим соотношением [3] для высокоскоростных процессов нагрева:

$$P_{noz} = c_T \cdot V \cdot \Delta t_{cp} \cdot \rho_T / \tau, \quad (1)$$

где V – объем обрабатываемого материала; τ – время термообработки; $\Delta t_{cp} = t_{cp} - t_0$ (t_0 – температура окружающей среды; t_{cp} – средняя температура нагрева образца, которая для образцов нестандартной формы однозначно определяется теоремой о среднем значении:

$$t_{cp} = \frac{1}{V_0} \int_0^{V_0} t(\mathbf{r}) dr, \quad (2)$$

где V_0 – объем обрабатываемого материала. В нашем случае средняя температура t_{cp} определяется соотношением:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{k=1}^N t_k}{16}, \quad (3)$$

где t_k – температура в k -м стаканчике). Особо следует отметить, что остальные параметры, характеризующие электродинамические и тепловые процессы в резонаторных рабочих камерах, так же как и P_{noz} , определяемая соотношением (1), при своем определении требуют экспериментального исследования температурного поля в объеме обрабатываемого материала, то есть t и P_{noz} определяются в динамическом режиме. Это означает, что соотношение (1) позволяет определить величину P_{noz} лишь на рабочей частоте генератора, а не во всем разрешенном диапазоне частот, отпущенных для целей СВЧ-энергетики, что не позволяет определить потенциальные возможности микроволновых нагревательных установок резонаторного типа. В связи с этим представляет практический интерес распределение уровня поглощенной СВЧ-мощности по частоте $P_{noz}(\nu)$ в рабочем диапазоне частот $\nu = 2450 \pm 2,5\%$ МГц.

Анализ $P_{noz}(\nu)$ проведен на основе кривых КСВ (ν) (рис. 3) во всем рабочем диапазоне частот. Для вывода соотношения, связывающего уровень поглощенной мощности с величиной КСВ (ν), воспользуемся следующими соотношениями теории длинных линий и регулярных волноводов [4]:

$$\Gamma_p = |\Gamma_u|^2 = \left(\frac{КСВ - 1}{КСВ + 1} \right); \quad (4)$$

$$\Gamma_p = \frac{P_{отр}}{P_{ген}} = \frac{P_{ген} - P_{погл.}}{P_{ген}},$$

где Γ_u и Γ_p – коэффициенты отражения по напряжению и мощности; $P_{отр}$ – мощность, отраженная от нагрузки (резонатор с частичным, поглощающим СВЧ-мощность диэлектрическим заполнением); $P_{ген}$ – мощность, излучаемая генератором. Соотношения (3) позволяют определить выражение, напрямую связывающее $P_{noz}(\nu)$ с КСВ (ν), которое имеет следующий вид:

$$P_{noz}(\nu) = \vartheta(\nu) \cdot P_{ген}; \quad (5)$$

$$\vartheta(\nu) = 1 - \left(\frac{КСВ(\nu) - 1}{КСВ(\nu) + 1} \right)^2.$$

На рис. 4 приведены кривые $P_{noz}(\nu)$ для значений КСВ (n), приведенных на рис. 3 во всем рабочем диапазоне частот. Данные результаты получены для $P_{ген} = 700$ Вт. Поскольку

диапазонные кривые $P_{\text{пог}}(\nu)$ напрямую связаны с КСВ (n), то выводы, сделанные по результатам анализа кривых КСВ (ν), рис. 3, справедливы и для диапазонного изменения уровня поглощаемой образцом СВЧ-мощности.

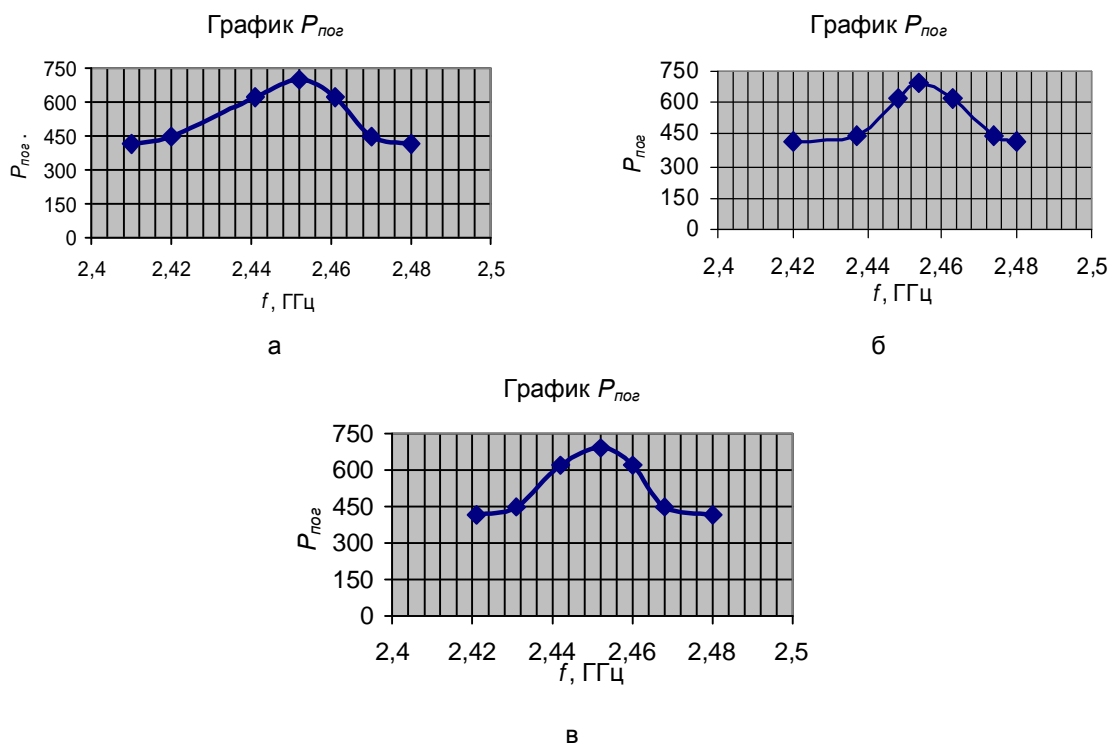


Рис. 4. Изменение $P_{\text{пог}}$ в рабочем диапазоне частот для различных объемов воды в пластиковых стаканчиках: а – при объеме $V = 60$ г; б – при объеме $V = 40$ г; в – при объеме $V = 20$ г

Необходимо особо отметить резкое изменение $P_{\text{пог}}(\nu)$ в рабочем диапазоне частот – $\nu = 2450 \pm 2,5\%$ МГц ($\Delta\nu = 122,5$ МГц). Так, изменение частоты генератора на 20 МГц от $\nu_p = 2450$ МГц, что укладывается в ТУ при серийном выпуске магнетронов фирмы LG-electronics, может привести к заметному (порядка 30%) изменению уровня поглощенной СВЧ-мощности. Это обстоятельство имеет важное практическое значение в технике и энергетике СВЧ, поскольку замена вышедшего из строя магнетрона может привести к необходимости дополнительной настройки СВЧ-нагревательной установки резонаторного типа с учетом изменения рабочей частоты – $\Delta\nu_p$ для достижения максимального КПД нагревательной установки и обеспечения устойчивого режима работы магнетронного генератора СВЧ-мощности ($\text{КСВ} \leq 3$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тишер Ф. Техника измерений на сверхвысоких частотах: справ. руководство / Ф. Тишер; пер. с нем.; под ред. В.Н. Сретенского. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1963. 367 с.
2. Сазонов Д.М. Устройства СВЧ / Д.М. Сазонов, А.Н. Гридин, Б.А. Микустин. М.: Высшая школа, 1981. 295 с.
3. Неганов В.А. Современные методы проектирования линий передачи и резонаторов сверх- и крайневых частот / В.А. Неганов, Е.И. Нефедов, Г.П. Яровой. М.: Педагогика-пресс, 1998. 327 с.

4. Левин Л. Теория волноводов / Л. Левин. М.: Радио и связь, 1981. 312 с.

5. Калинин В.И. Введение в радиофизику / В.И. Калинин, Г.М. Герштейн. М.: Гос. изд-во технико-теоретической лит-ры, 1963. 340 с.

Дрогайцева Ольга Викторовна – ассистент кафедры «Радиотехника» Саратовского государственного технического университета

Drogaitseva Olga Viktorovna – Assistant of the Department of «Radio Engineering» of Saratov State Technical University

Коломейцев Вячеслав Александрович – доктор технических наук, профессор кафедры «Радиотехника» Саратовского государственного технического университета

Kolomeitsev Vyacheslav Aleksandrovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Radio Engineering» of Saratov State Technical University

Семенов Александр Эдгарович – кандидат технических наук, заместитель генерального директора ЗАО НПЦ «АЛМАЗ-ФАЗОТРОН»

Semenov Aleksander Edgarovich – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director of ALMAZ-PHAZOTRON

Статья поступила в редакцию 21.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 621.375.4

В.А. Коломейцев, А.В. Езопов

КОРРЕКТИРОВКА ПАРАМЕТРОВ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ СВЧ-ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА С ЗАТВОРОМ ШОТТКИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УСИЛИТЕЛЯ МОЩНОСТИ В X-ДИАПАЗОНЕ

Описан цикл разработки усилителя мощности X-диапазона. Проведена корректировка параметров эквивалентной схемы СВЧ-полевого транзистора. Приведены сравнительные графики теоретических и экспериментальных частотных зависимостей параметров усилителя до и после корректировки. Предложен способ нахождения уточненной модели усилителя мощности.

Усилитель мощности X-диапазона, полевой транзистор, проектирование монолитных интегральных схем.

V.A. Kolomeitsev, A.V. Ezopov

THE ADJUSTMENT OF EQUIVALENT CIRCUIT PARAMETERS OF THE FIELD-EFFECT TRANSISTOR WITH SHOTTKY GATE FOR THE DEVELOPMENT OF X-BAND POWER AMPLIFIER

The article describes the development cycle of X-band power amplifier. Adjustment of the equivalent circuit parameters of field-effect transistor are carried out here. Diagrams considering theoretical and experimental frequency depend-

ence of amplifier parameters before and after adjustment and also a method for finding more accurate model of power amplifier are given in the article below.

X-band power amplifier, field-effect transistor, monolithic integrated circuits designing.

Увеличение функциональности, повышение надежности и снижение стоимости элементной базы – это актуальные проблемы современной радиоэлектроники СВЧ-диапазона. Использование в многофункциональных модулях СВЧ-диапазона, применяемых как для систем космической связи, так и для систем современной радиолокации, монолитных интегральных схем позволяет существенно снизить их габариты и увеличить функциональность. А упрощение цикла проектирования устройств существенно снижает конечную стоимость аппаратуры. Миниатюризация модулей достигается за счет переноса согласующих цепей и пассивных элементов непосредственно на кристалл арсенида галлия. Увеличение же функциональности достигается за счет повышения интеграции элементов в кристалл и, как следствие, кристаллов в модули.

Эффективным способом достижения высокого энергетического потенциала узлов радиоэлектронной аппаратуры для бортовой аппаратуры космических систем связи и наземной аппаратуры переносного и передвижного исполнения является применение в ней полупроводниковых мощных СВЧ-усилителей.

Для создания таких усилителей мощности необходимы современная производственная база и точный расчет топологии кристалла. Расчеты выходных характеристик усилителей мощности по используемой в практике эквивалентной схеме полевого транзистора с затвором Шоттки (ПТШ) дают завышенные параметры по сравнению с достигнутыми результатами на изготовленных образцах.

Целью данной работы являлось уточнение параметров эквивалентной схемы СВЧ-транзисторного усилителя мощности для обеспечения более точного проектирования усилителей СВЧ, снижения конечной стоимости продукции, повышения процесса выхода годных изделий.

Проектирование усилителя мощности проводилось с использованием пакета программ Microwave Office (MWO) в три этапа:

1. Построение схемы с одним ПТШ для оценки возможности реализации заданных характеристик и подборки входного и выходного импеданса.

2. Построение принципиальной схемы на модели нашего транзистора и идеальных пассивных элементах согласования.

3. Построение топологической схемы с использованием моделей полосков и МДМ конденсаторов, рис. 1.

Разработанный усилитель мощности изготовлен на производственной базе ЗАО НПЦ «Алмаз-Фазотрон».

Изготовленный усилитель мощности имеет размеры 2,2×3,9 мм.

После изготовления усилителя мощности и снятия час-

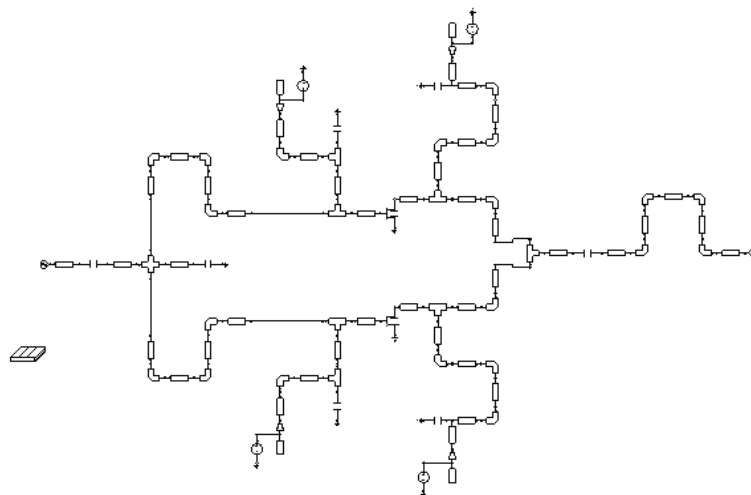


Рис. 1. Схема усилителя топологическая

тотных характеристик выходной мощности и коэффициента усиления было проведено сравнение теоретических и экспериментальных данных. Результаты этого сравнения представлены на рис. 2 и 3.

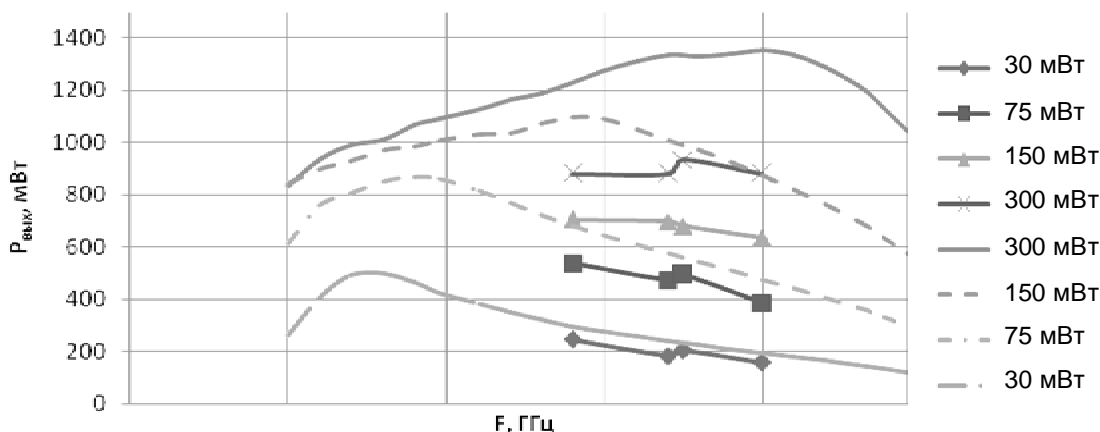


Рис. 2. Теоретические (без маркеров) и экспериментальные (с маркерами) зависимости $P_{\text{вых}}$ от частоты при различных значениях $P_{\text{вх}}$

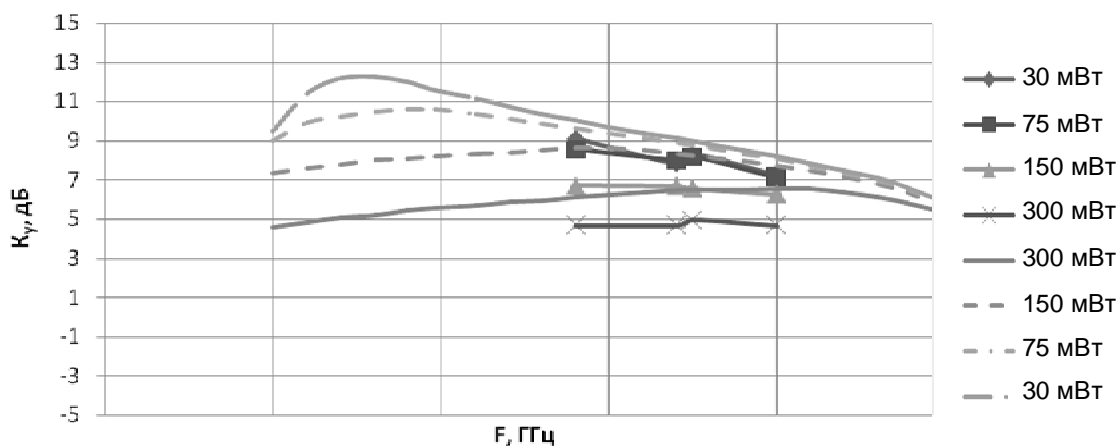


Рис. 3. Теоретические (без маркеров) и экспериментальные (с маркерами) зависимости K_y от частоты при различных значениях $P_{\text{вх}}$

На приведенных графиках (рис. 2 и 3) видно, что экспериментальные результаты не совпадают с теоретическими и чем больше уровень входного сигнала, тем больше расхождение. При $P_{\text{вх}} = 30$ мВт K_y отличается менее чем на 1 дБ, а $P_{\text{вых}}$ – менее чем на 40 мВт. При $P_{\text{вх}} = 300$ мВт K_y отличается более чем на 2 дБ, а $P_{\text{вых}}$ – более чем на 400 мВт.

Расхождение расчетных и измеренных величин может быть связано как с неточностями измерений, так и с неточностями используемой модели усилителя мощности. Для измерений использовалась поверенная аппаратура МЗ-51, которая обеспечивает погрешность измерений не более 0,4%, следовательно, основная причина расхождения теоретических и экспериментальных данных заключается в неточности модели, использованной для расчета.

Попробуем уменьшить указанное различие путем подбора параметров модели. Даже небольшое изменение этих величин очень сильно влияет на характеристики усилителя. Методом подбора удалось приблизить результаты расчетов к экспериментальным так, что расхождение теоретических и экспериментальных данных не превышало 5% (рис. 4, 5).

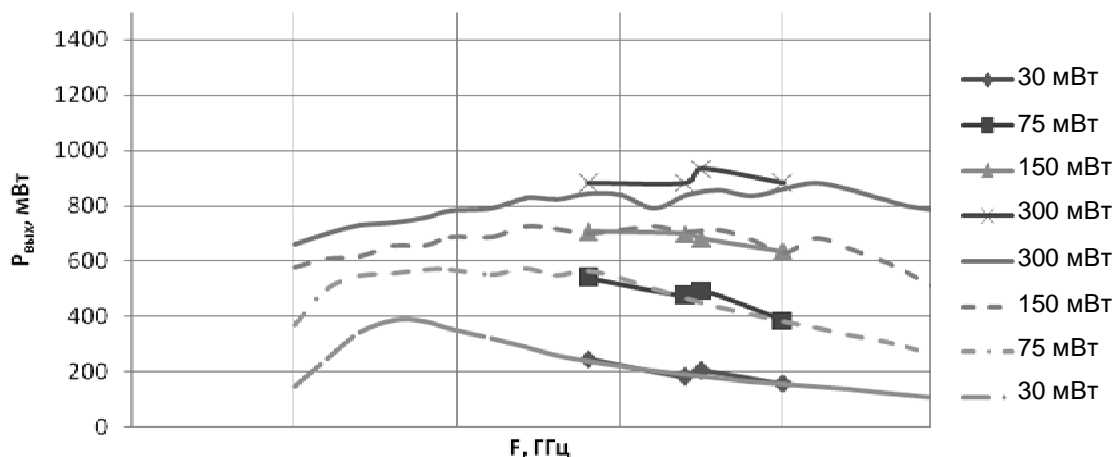


Рис. 4. Теоретические уточненные (без маркеров) и экспериментальные (с маркерами) зависимости $P_{вых}$ от частоты при различных значениях $P_{вх}$

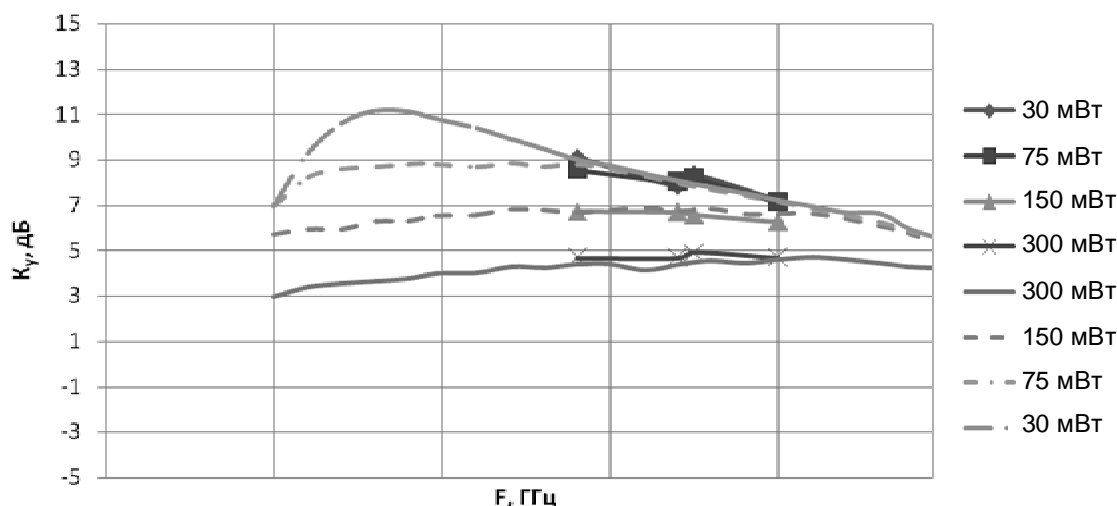


Рис. 5. Теоретические уточненные (без маркеров) и экспериментальные (с маркерами) зависимости K_{γ} от частоты при различных значениях $P_{вх}$

Таким образом были найдены уточненные параметры модели ПТШ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проектирование монолитного усилителя мощности диапазона 8-12 ГГц с помощью программ автоматизированного синтеза / Ф.И. Шеерман, Л.И. Бабак, А.А. Баров, В.А. Вьюшков // Электронные средства и системы управления: сб. докл. конф. Томск: ТГУ, 2005. С. 115-118.
2. Справочное руководство пакета программного моделирования MWO, каталог элементов. <http://web.awrcorp.com/Usa/Products/Microwave-Office/>
3. Кищинский А.А. Комплекс программных средств для быстрого получения нелинейных моделей ПТШ на основе измерений S-параметров и импульсных вольт-амперных характеристик / А.А. Кищинский, Б.Б. Надеждин, Е.А. Свистов // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы 8-й Междунар. Крымской конф. Севастополь, 1998. С. 362-365.

4. Метод автоматизированного определения параметров линейной модели СВЧ-полевого транзистора / А.А. Кищинский, Б.Б. Надеждин, Е.А. Свистов, Н.В. Шульга // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии: материалы 10-й Междунар. Крымской конф. Севастополь, 2000. С. 56-58.

Коломейцев Вячеслав Александрович –
доктор технических наук,
профессор кафедры «Радиотехника»
Саратовского государственного
технического университета

Kolomeitsev Vyacheslav Aleksandrovich –
Doctor of Technical Science,
Professor of the Department
of «Radio Engineering»
of Saratov State Technical University

Езопов Андрей Владимирович –
аспирант кафедры «Радиотехника»
Саратовского государственного
технического университета

Ezopov Andrey Vladimirovich –
Postgraduate Student of the Department
of «Radio Engineering»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 18.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 621.37, 621.365

Б.К. Сивяков, Ю.П. Слаповская

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ РЕЗОНАТОРОВ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Построена математическая модель и проведен анализ переходных процессов в кольцевом резонаторе. Исследовано влияние количества генераторов, их положения в резонаторе, а также потерь на равномерность действующего значения электрического поля в резонаторе.

Камера со стоячей волной, кольцевой резонатор, математическая модель, переходные процессы.

B.K. Sivyakov, J.P. Slapovskaya

MATHEMATICAL MODELING OF SUPER-HIGH-FREQUENCY RING RESONATORS OF ELECTRO-TECHNOLOGICAL SYSTEMS

There has been constructed a mathematical model and analysis of transition processes in the ring resonator was carried out. In the article the influence of generators amount and their position in the resonator and also a cavity loss influence on the uniformity of the electric field in the resonator were investigated.

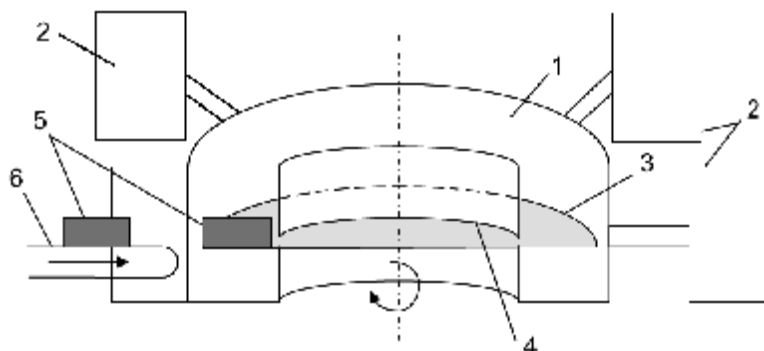
Standing wave chamber, ring resonator, mathematical model, transition processes.

В настоящее время известны различные конструкции камер СВЧ-электротермического оборудования: лучевые камеры, камеры с бегущей волной, камеры со стоячей волной [1].

Камеры со стоячей волной (КСВ) на резонаторах могут быть: прямоугольного сечения, круглого сечения, на коаксиальных резонаторах, открытых резонаторах, резонаторах сложной формы. Представляется интересным рассмотреть возможность применения в качестве камер со стоячей волной кольцевых резонаторов на отрезках линии передачи. В камерах такого типа сочетаются преимущества камер с бегущей волной (хорошее согласование, большая протяженность и возможность обеспечения равномерности обработки) и камер со стоячей волной (КПД и высокая напряженность электромагнитного поля). Кроме этого, появляется возможность циклической обработки, применения нескольких генераторов СВЧ и использования в автоматических технологических линиях карусельного типа.

На рис. 1 приведена схема конструкции камеры со стоячей волной на кольцевом резонаторе прямоугольного сечения.

Рис.1. Конструкция КСВ на кольцевом резонаторе из волновода прямоугольного сечения:
1 – кольцевой резонатор;
2 – СВЧ-генераторы;
3 – вращающийся транспортер;
4 – щель;
5 – обрабатываемые объекты;
6 – система загрузки-выгрузки



Рабочей камерой является резонатор, выполненный из волновода прямоугольного сечения 1 или другой линии передачи, свернутой в кольцо и замкнутой сама на себя. СВЧ-энергия поступает в резонатор от генератора(ов) 2. Внутри резонатора находится вращающийся транспортер 3 для обрабатываемых объектов (конвейер карусельного типа). В широкой стенке резонатора сделана щель 4 для свободного вращения транспортера. Загрузка и выгрузка обрабатываемых объектов 5 осуществляются с помощью конвейера 6 внутри четвертьволнового отрезка волновода для устранения излучения СВЧ-энергии. Для обработки жидких материалов, эмульсий, суспензий целесообразно разместить внутри кольца резонатора диэлектрическую трубку, по которой будет циркулировать обрабатываемый материал.

Рассмотрим процесс накопления энергии в резонаторе. При подаче СВЧ-энергии в резонаторе от каждого из генераторов возбуждаются две волны, распространяющиеся в противоположных направлениях от точки возбуждения (рис. 2). Вначале проанализируем переходный процесс установления стоячей волны в резонаторе при подаче энергии от одного генератора. При средней длине кольца L , составляющей целое число длин волн λ , в рассматриваемой линии будет наблюдаться резкое увеличение напряженностей электрического и магнитного полей (резонанс).

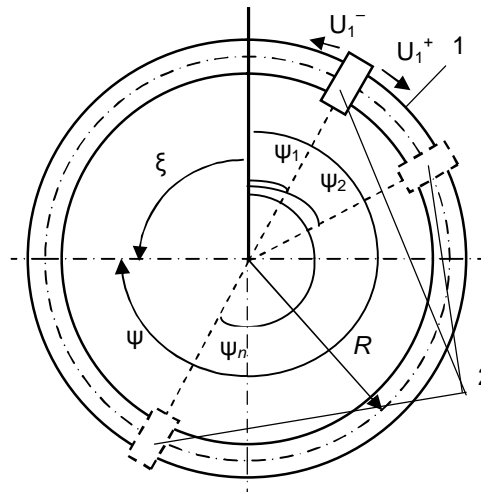


Рис. 2. Схематическое изображение резонатора:
1 – кольцевой резонатор; 2 – генераторы

Резонансная длина волны кольцевого резонатора определяется условием [2]:

$$L = m \cdot \lambda, \quad (1)$$

где L – периметр кольцевого резонатора по средней линии, m ; m – число длин волн в рассматриваемом резонаторе, $n = 1, 2, 3 \dots$; λ – резонансная длина волны кольцевого резонатора, м.

Обозначим напряжение волны, распространяющейся по часовой стрелке (прямая волна), $U^+(l^+, t)$, а напряжение волны, распространяющейся в противоположном направлении (встречная волна), $U^-(l^-, t)$, где l^\pm – линейная координата вдоль осевой линии резонатора, t – текущее время.

Выражение, описывающее процесс распространения волны, имеет вид для прямой волны:

$$U^+(l^+, t) = U_m^+ \cdot e^{-\alpha l^+} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot l^+ + \varphi_0^+], \quad (2)$$

для встречной волны:

$$U^-(l^-, t) = U_m^- \cdot e^{-\alpha l^-} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot l^- + \varphi_0^-], \quad (3)$$

где α – коэффициент затухания волны; β – фазовая постоянная волны; φ_0^\pm – начальная фаза волн при $t = 0$. При синфазном возбуждении волн $\varphi_0^+ = \varphi_0^- = \varphi_0$, при противофазном $\varphi_0^- = \varphi_0^+ + \pi$. Возможны и иные варианты возбуждения, определяемые устройством элемента связи. Амплитуды волн U_m^+ и U_m^- также зависят от способа возбуждения резонатора, например, при параллельном подключении входного тракта к волноводной линии резонатора $U_m^+ = U_m^- = U_m$.

Для анализа перейдем от линейных координат l^+ и l^- к одной угловой.

$$l^+ = \psi \cdot R, \quad l^- = \xi \cdot R, \quad (4)$$

где ψ и ξ – угловые координаты, соответствующие l^+ и l^- (рис. 2).

С учетом цикличности угол ψ :

$$\psi = 2 \cdot \pi \cdot n + \psi', \quad (5)$$

где n – число полных оборотов; ψ' – угол на текущем $n+1$ обороте. Обороты начинаем отсчитывать с момента времени $t = 0$. Для встречной координаты ξ имеем:

$$\xi = 2 \cdot \pi \cdot n + \xi', \quad (6)$$

где $\xi' = 2 \cdot \pi - \psi'$ – угол на текущем $n+1$ обороте ξ . Выразим ξ через n и ψ' :

$$\xi = 2 \cdot \pi \cdot (n+1) - \psi'. \quad (7)$$

Следовательно,

$$l^+ = (2 \cdot \pi \cdot n + \psi') \cdot R, \quad (8)$$

$$l^- = [2 \cdot \pi \cdot (n+1) - \psi'] \cdot R. \quad (9)$$

Таким образом, пути l^+ и l^- выражены через количество полных оборотов n и угол ψ' на текущем $n+1$ обороте. Для каждой из волн получим в новой координате ψ' :

$$U^+(n, \psi', t) = U_m^+ \cdot e^{-\alpha(2\pi n + \psi')R} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot (2 \cdot \pi \cdot n + \psi') \cdot R + \varphi_0^+], \quad (10)$$

$$U^-(n, \psi', t) = U_m^- \cdot e^{-\alpha(2\pi(n+1) - \psi')R} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot [2 \cdot \pi \cdot (n+1) - \psi'] \cdot R + \varphi_0^-]. \quad (11)$$

В силу цикличности распространения происходит интерференция как прямых, так и встречных волн:

$$U_\Sigma^+(n, \psi', t) = \sum_{n=0}^N U_m^+(t_0^+) \cdot e^{-\alpha(2\pi n + \psi')R} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot [2 \cdot \pi \cdot n + \psi'] \cdot R + \varphi_0^+], \quad (12)$$

$$U_{\Sigma}^{-}(n, \psi', t) = \sum_{n=0}^N U_m^{-}(t_0^{-}) \cdot e^{-\alpha[2\pi(n+1)-\psi']R} \cdot \sin[\omega \cdot t - \beta \cdot [2 \cdot \pi \cdot (n+1) - \psi'] \cdot R + \varphi_0^{-}], \quad (13)$$

где $U_m^{\pm}(t_0^{\pm})$ – амплитуда напряжения на входе резонатора $\psi = 0$ в момент времени t_0^{\pm} ; N – число циклов сложения волн.

Интерференция волн происходит в сечении резонатора с координатой n , ψ' в данный момент времени t . Интерферирующие волны поступают в резонатор в разные моменты времени t_0^{\pm} , которые определяются следующими выражениями:

$$t_0^{\pm} = t - t_p^{\pm}, \quad (14)$$

где t_p^{\pm} – время, затрачиваемое прямой и встречной волнами для достижения рассматриваемого сечения (n, ψ') . Соответственно,

$$t_p^{+} = (2 \cdot \pi \cdot n + \psi') \cdot R / V_{\phi}; \quad t_p^{-} = [2 \cdot \pi \cdot (n+1) - \psi'] \cdot R / V_{\phi}, \quad (15)$$

где V_{ϕ} – фазовая скорость волны.

Суммарная (стоячая) волна является результатом интерференции прямых и встречных волн:

$$U(n, \psi', t) = U_{\Sigma}^{+}(n, \psi', t) + U_{\Sigma}^{-}(n, \psi', t). \quad (16)$$

Полученное выражение позволяет вычислить напряжение стоячей волны на любом обороте и при любых значениях ψ' и t .

Поскольку обороты начинают отсчитывать с момента времени $t = 0$, то время можно выразить через число оборотов n_t и фазовую скорость волны V_{ϕ} :

$$t_n = 2 \cdot \pi \cdot n_t \cdot R / V_{\phi}. \quad (17)$$

В этом случае выражение для стоячей волны примет следующий вид:

$$U(n, \psi', n_t) = \sum_{n=0}^{n_t} U_m^{+}(t_0^{+}) \cdot e^{-\alpha(2\pi n + \psi')R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - n) - \psi') + \varphi_0^{+}] + \\ + \sum_{n=0}^{n_t} U_m^{-}(t_0^{-}) \cdot e^{-\alpha[2\pi(n+1)-\psi']R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - (n+1)) + \psi') + \varphi_0^{-}]. \quad (18)$$

Следовательно, задавая время дискретно, как время, необходимое прямой волне на совершение n_t оборотов, для каждого оборота по полученной формуле можно построить распределение напряжения стоячей волны в резонаторе по координате ψ' .

В случае возбуждения резонатора от одного генератора положение этого генератора можно считать начальной точкой отсчета. В случае возбуждения резонатора от двух или более генераторов положение каждого k -го генератора будет определяться углом ψ_k . Выражение для стоячей волны от k -го генератора в исходной системе координат для первого генератора будет иметь вид:

$$U_k(n, \psi', n_t) = \sum_{n=0}^{n_t} U_{m_k}^{+}(t_0^{+}) \cdot e^{-\alpha(2\pi n + |\psi' - \psi_k|)R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - n) - |\psi' - \psi_k|) + \varphi_{0_k}^{+}] + \\ + \sum_{n=0}^{n_t} U_{m_k}^{-}(t_0^{-}) \cdot e^{-\alpha[2\pi(n+1) - |\psi' - \psi_k|]R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - (n+1)) + |\psi' - \psi_k|) + \varphi_{0_k}^{-}], \quad (19)$$

где $|\psi' - \psi_k|$ берется по модулю, поскольку расстояние отсчитывается от места расположения k -го генератора.

Суммарная стоячая волна от K синхронизированных генераторов будет определяться выражением:

$$U_{\Sigma}(k, n, \psi', n_t) = \sum_{n=0}^{n_t} \left\{ \sum_{k=1}^K U_{m_k}^+(t_0^+) \cdot e^{-\alpha(2\pi n + |\psi' - \psi_k|)R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - n) - |\psi' - \psi_k|) + \phi_{0_k}^+] + \right. \\ \left. + \sum_{k=1}^K U_{m_k}^-(t_0^-) \cdot e^{-\alpha[2\pi(n+1) - |\psi' - \psi_k|]R} \cdot \sin[\beta \cdot R \cdot (2 \cdot \pi \cdot (n_t - (n+1)) + |\psi' - \psi_k|) + \phi_{0_k}^-] \right\}. \quad (20)$$

В установках электротермического оборудования СВЧ-обработки материалов используются несинхронизированные генераторы. В этом случае в каждой точке пространства резонатора эффект от суммарного действия полей, создаваемых каждым из генераторов, будет характеризоваться действующим значением напряжения:

$$U_{\Sigma}^{действ.}(k, n, \psi', n_t) = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \sum_{k=1}^K (U_k(n, \psi', n_t))^2}, \quad (21)$$

где K – количество генераторов.

Проведем моделирование переходного процесса в кольцевом резонаторе при подаче СВЧ-энергии от двух генераторов, расположенных в точках $\psi_1 = 0$ и $\psi_2 = 5^\circ$ (на расстоянии четверти длины волны) в среде DELPHI. Волновод прямоугольного поперечного сечения с размерами $a \times b = 45 \times 90$ мм, выполненный из меди $\sigma_{cm} = 5,8 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$, возбуждается на волне типа H_{10} на частоте 2,45 ГГц, радиус кольца $R = 50$ см, амплитуда напряжения от каждого генератора $U_{m_{1,2}}^{\pm} = 100$ В, начальные фазы волн $\phi_{0_{1,2}}^{\pm} = \pi/2$, процесс рассматривается в сечении резонатора $\psi' = \pi$.

На рис. 3 а приведен график переходного процесса в резонаторе (суммарное действующее значение напряжения, время прохождения волной одного оборота 7,68 нс). На рис. 3 б приведены графики стоячих волн в резонаторе от генераторов 1 и 2 (рис. 3 б, кривые 1, 2), а также график суммарного действующего значения напряжения вдоль периметра резонатора (рис. 3 б, кривая 3) на обороте $n_t = 1000$. Поскольку вводы энергии расположены на расстоянии, равном четверти длины волны, суммарное действующее значение напряжения (рис. 3 б, кривая 3) от двух несинхронизированных генераторов будет практически постоянным и близким к максимальному по всей длине резонатора.

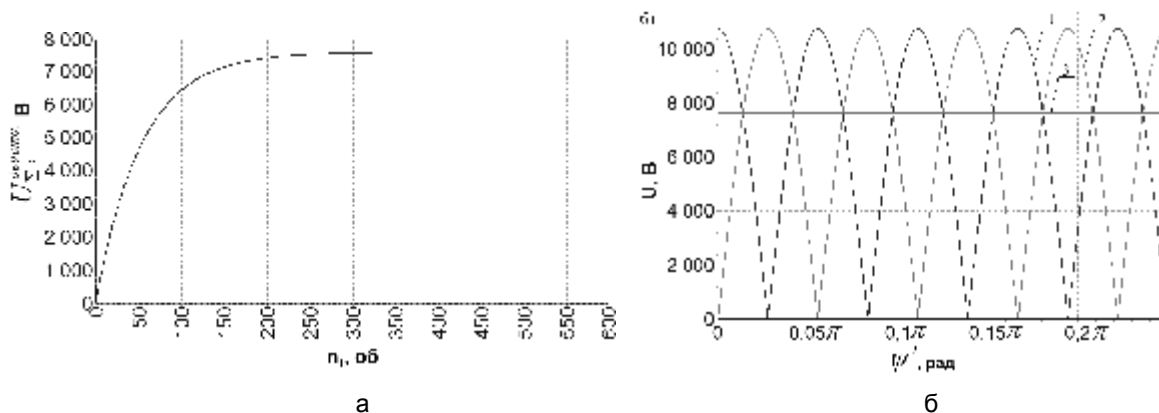


Рис. 3. Переходный процесс (а) и графики стоячих волн и действующего значения напряжения (б) в резонаторе: 1 – картина стоячей волны от первого генератора; 2 – картина стоячей волны от второго генератора; 3 – действующее значение напряжения в резонаторе

На рис. 4 а приведены графики переходного процесса в кольцевом резонаторе при изменении потерь в резонаторе (помещении в резонатор материала для обработки) в сечении резонатора $\psi' = \pi$. Как видно из графика, уровень напряжения в резонаторе падает. В случае

отсутствия обрабатываемого материала (рис. 4 а, кривая 1) при $\alpha_0 = 0,00591$ 1/м $U_{\Sigma}^{действ.} = 7,62$ кВ ($U_m = 10,77$ кВ). При потерях $\alpha = 10\alpha_0$ $U_{\Sigma}^{действ.} = 760$ В ($U_m = 1,08$ кВ) (рис. 4 а, кривая 2). При потерях $\alpha = 100\alpha_0$ $U_{\Sigma}^{действ.} = 66,2$ В ($U_m = 93,7$ кВ) (рис. 4 а, кривая 3).

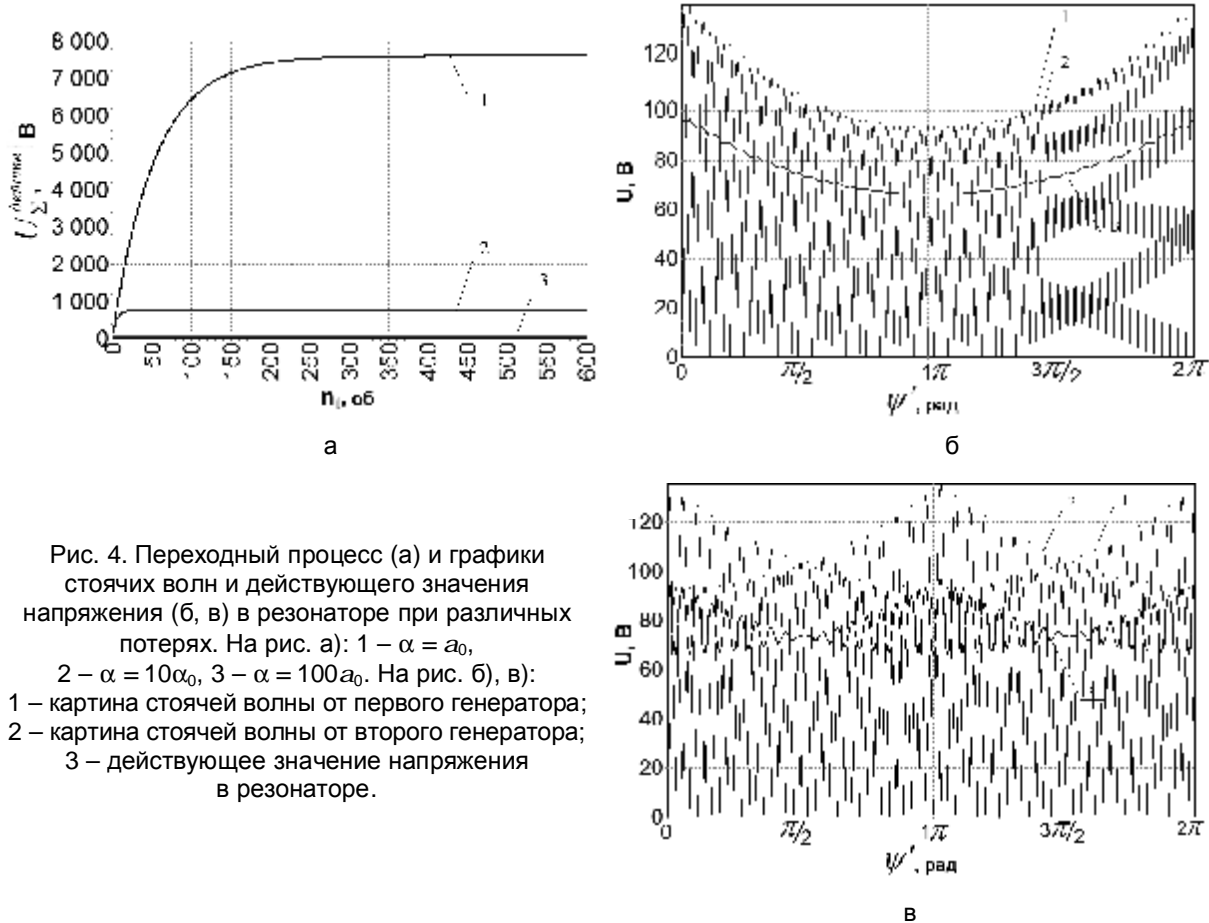


Рис. 4. Переходный процесс (а) и графики стоячих волн и действующего значения напряжения (б, в) в резонаторе при различных потерях. На рис. а): 1 – $\alpha = \alpha_0$, 2 – $\alpha = 10\alpha_0$, 3 – $\alpha = 100\alpha_0$. На рис. б), в): 1 – картина стоячей волны от первого генератора; 2 – картина стоячей волны от второго генератора; 3 – действующее значение напряжения в резонаторе.

На рис. 4 б показано изменение амплитуд стоячих волн от каждого генератора 1 и 2 и действующего напряжения 3 вдоль периметра резонатора при $\psi_1 = 0$ и $\psi_2 = \pi/36$ (генераторы расположены на расстоянии четверти длины волны), потери $\alpha = 100\alpha_0$. В связи с большим коэффициентом затухания в точке, наиболее удаленной от каждого генератора, наблюдается минимальное амплитудное значение напряжения стоячей волны (соответственно, для первого генератора в точке $\psi' = \pi$, для второго генератора $\psi' = \pi + \pi/36$). На рис. 4 в показано изменение амплитуд стоячих волн от каждого генератора 1 и 2 и действующего напряжения 3 вдоль периметра резонатора при $\psi_1 = 0$ и $\psi_2 = \pi + \pi/36$ (генераторы расположены напротив друг друга по кольцу резонатора), потери $\alpha = 100\alpha_0$. В этом случае минимальное амплитудное значение напряжения стоячей волны для первого генератора наблюдается в точке $\psi' = \pi$, а для второго генератора $\psi' = \pi/36$. Соответственно изменяется график действующего значения напряжения вдоль периметра резонатора (рис. 4 а, кривая 3), на котором наблюдаются пульсации, вызванные различием амплитуд стоячих волн от первого и второго генераторов.

Таким образом, предложена математическая модель сверхвысокочастотного кольцевого резонатора, позволяющая анализировать процессы накопления энергии и установления стоячих волн для случая произвольного числа генераторов и их взаимного расположения в

резонаторе. Исследовано влияние потерь на переходный процесс и картину стоячих волн в резонаторе. Показана эффективность применения сверхвысокочастотного кольцевого резонатора для обработки диэлектрических материалов при возбуждении его от двух генераторов, расположенных на расстоянии четверти длины волны, т. к. в этом случае действующее значение электрического поля становится практически постоянным и близким к максимальному вдоль периметра резонатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архангельский Ю.С. СВЧ электротермия / Ю.С. Архангельский. Саратов: СГТУ, 1998. 408 с.
2. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ: в 2 т. / И.В. Лебедев. М.: Высшая школа, 1970. Т. 1. 440 с.

Сивяков Борис Константинович –
доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой
«Электротехника и электроника»
Саратовского государственного
технического университета

Sivakov Boris Konstantinovich –
Doctor of Technical Sciences,
Professor, Head of the Department
of «Electrical Engineering and Electronics»
of Saratov State Technical University

Слаповская Юлия Петровна –
аспирант кафедры
«Электротехника и электроника»
Саратовского государственного
технического университета

Slapovskaya Yuliya Petrovna –
Postgraduate Student of the Department
of «Electrical Engineering and Electronics»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 16.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 658.26

Д.А. Васильев

АЛГОРИТМ ВЫБОРА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В АВАРИЙНЫХ И ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Рассмотрены постановка и решение задачи поиска схемы электро-снабжения потребителей электроэнергии на промышленных предприятиях в аварийных и предаварийных ситуациях. Приведена классификация аварийных ситуаций на электросетях предприятий. Разработан генетический алгоритм, реализующий эволюционную модель поиска решений. Представлены описание этапов и блок-схема реализации алгоритма.

Электроснабжение, электрическая сеть, промышленное предприятие, эволюционное моделирование.

D.A. Vasiliyev

SELECTION ALGORITHM SCHEMES FOR ELECTRICITY CONSUMERS IN EMERGENCY AND PRIOR EMERGENCY SITUATIONS

Formulation and solution of circuit power supply search for electricity consumers of industrial enterprises in emergency and prior emergency situations. The emergency classification of electricity supply enterprises is given in the article. Genetic algorithm that implements evolutionary model solutions is developed. Stage description and block diagram of the algorithm implementation are also considered.

Electricity supply, electricity grid, enterprise, evolutionary modeling.

Основной функцией электрических сетей промышленных предприятий является транспорт электрической энергии от вводов в предприятие или с шин собственной электростанции к потребителям электроэнергии.

Максимальное число вариантов питания электроприемников электрической энергии в различных ситуациях достаточно велико, и выбор рациональной схемы электроснабжения является основной задачей управления транспортом электроэнергии на промышленных предприятиях.

Состояние электрической сети как преобразователя электроэнергии характеризуется тем, включены или выключены соответствующие коммутационные устройства, находятся ли

в нормальном, аварийном состоянии или в ремонте ее элементы. Кроме того, сеть-объект или ее фрагменты могут находиться в состоянии реконструкции (развития). Состояние сети-преобразователя тесным образом связано с параметрами режима электропотребления. Отклонения параметров режима от нормальных приводят к авариям, ускоренному износу элементов сети [1].

Для определения наиболее рационального варианта электроснабжения потребителей в аварийных и предаварийных ситуациях требуется классифицировать эти ситуации и определить те параметры сети электроснабжения, на основе которых будет осуществляться выбор. В условиях ограничений по мощности необходимо найти такой вариант электроснабжения, чтобы ущербы от отключенных потребителей были минимально возможными, а резервы мощности были задействованы максимально [2]. Такой выбор будут определять следующие параметры, от которых будет зависеть выбор: Y_j – оценка удельного ущерба (ущерба, приходящегося на единицу времени, обычно измеряемую в минутах), включающего ущерб от простоя рабочих, плату за фонды и амортизационные отчисления на отключаемое оборудование, расходы на оплату за мощность и издержки от нарушения технологического процесса, от отключения (перевода на пониженный режим работы) j -го приёмника-потребителя ($j = \overline{1, n}$); P_j – нагрузка j -го приёмника-потребителя ($j = \overline{1, n}$); P_{mpj} – мощность j -го трансформатора ($j = \overline{1, k}$); $P_{\phi j}$ – мощность j -го вводного фидера ($j = \overline{1, m}$).

На электросети промышленного предприятия выделяются следующие аварийные и предаварийные ситуации:

- Аварии, вследствие которых отключается один или несколько вводов в предприятие (авария на коммутационной аппаратуре или внешнее отключение), при возникновении которых возможно использование резервов мощности на другом фидере и резервов мощности на уровне шин низкого напряжения.

- Аварии, вследствие которых у одной или нескольких секций шин на уровне низкого напряжения отключается электроснабжение (аварии на шине, на выходе фидера, на коммутационной аппаратуре, на трансформаторе), при возникновении которых возможно использование резервов мощности на уровне шин низкого напряжения.

Если резерв мощности, выделенный для электроснабжения группы потребителей, оказывается недостаточным, то часть потребителей следует отключить. При отключении трансформатора (и, как следствие, потребителей, питающихся от него), электроснабжение которого было нарушено вследствие аварии, или трансформаторов (и, как следствие, группы потребителей), относящихся к вводному фидеру, на котором произошла авария, должен быть использован выделенный резерв мощности с другого трансформатора или фидера таким образом, чтобы при этом сумма ущербов от отключенных потребителей была минимальной, и, как следствие, сумма ущербов от потребителей, электроснабжение которых было продолжено от используемого резерва мощности – максимальной.

Таким образом, получается постановка задачи, имеющая вид:

$$F = \sum_{i=1}^n Y_i x_i \rightarrow \max ; \quad \sum_{i=1}^n P_i x_i \leq R ; \quad x_i \in \{0;1\}, \quad i = \overline{1, n},$$

где P_i – нагрузка i -го потребителя, электроснабжение которого продолжено от резерва мощности R ; Y_i – ущерб от отключения i -го потребителя, электроснабжение которого продолжено от резерва мощности R ; x_i – булева переменная, принимающая значение 1, если электроснабжение i -го потребителя продолжено, и 0, если потребитель отключен.

В качестве решения данной задачи будет выступать двоичный вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$, отдельные элементы которого отвечают за факт включения или отключения потребителя. После нахождения вектора X можно легко определить сумму ущерба от отключенных потребителей

$$F' = \sum_{i=1}^n \bar{x}_i Y_i,$$

где \bar{x}_i – инверсия значения x_i .

Для оценки ущерба от перебоев в электроснабжении группы потребителей с нагрузками P и ущербами Y , определим функцию

$$Yot(P, Y, R) = \begin{cases} 0, & \text{если } \sum_{i=1}^n P_i \leq R; \\ F'(P, Y, R), & \text{если } \sum_{i=1}^n P_i > R; \\ \sum_{i=1}^n Y_i, & \text{если } R = 0. \end{cases}$$

Для решения задачи выбора варианта электроснабжения потребителей нижнего уровня в аварийных и предаварийных ситуациях на электрической сети предприятия используется генетический алгоритм, включающий следующие этапы:

1. *Создание начальной популяции (получение множества исходных решений задачи).* Каждая особь популяции кодируется одной хромосомой G , которая определяет состав потребителей, рекомендуемый для рационального способа электроснабжения. Количество ген, образующих хромосому, определяется числом потребителей n , относящихся к нижнему уровню иерархии электрической сети предприятия.

Значения i -го гена хромосомы особи $Z (G_i^Z)$ принимают значения из множества $\{0, 1\}$. G_i^Z равна 1, если потребитель нижнего уровня сети включен в список получающих электроэнергию, и равна 0, если потребитель подлежит отключению ($i = \overline{1, n}$; $Z = \overline{1, \lambda_j}$ (λ_j – количество особей j -й популяции)).

Для каждой особи (списка потребителей на подключение) рассчитывается целевая функция F^Z оценки ущерба от изменения режима работы потребителей электрической энергии

$$F^Z = \sum_{i=1}^n y_i q_i G_i^Z.$$

Функция q_i задается булевым выражением $q_i = \alpha_i \wedge \beta_i$, где булевы переменные α_i, β_i определяют факт наличия или отсутствия коммутационной аппаратуры с i -м потребителем и ее состояние, соответственно.

При расчете значения функции F^Z используется информация о состоянии системы электроснабжения L . Поэтому с каждым потребителем (геном хромосомы текущей популяции G_i) связывается набор параметров $L_i = \{P_i, y_i, \alpha_i, \beta_i, q_i\}$, $i = \overline{1, n}$.

Поскольку каждая особь представляет собой список потребителей, рекомендуемых для восстановления электроснабжения, то, помимо функции F^Z , с каждой особью популяции должно быть связано значение суммарной мощности потребителей, представленных в ней (образующих список потребителей).

Суммарная мощность потребителей, соответствующая отдельной особи популяции, вычисляется по выражению

$$\Sigma^Z = \sum_{i=1}^n P_i (\alpha_i \wedge \beta_i) G_i^Z = \sum_{i=1}^n P_i q_i G_i^Z.$$

Исходя из этого, справедливы следующие соотношения для особей популяции:

$$\forall Z \in [1, \lambda_j] (G^Z \rightarrow F^Z), \quad \forall Z \in [1, \lambda_j] (G^Z \rightarrow \Sigma^Z).$$

При начальной генерации популяции возможно варьировать процентным соотношением групп особей насыщенных и не насыщенных единицами.

2. *Скрещивание (получение новых решений)*. После создания исходной популяции начинается ее развитие путем скрещивания особей. Скрещивание происходит следующим образом: из текущего поколения случайно выбираются две различные особи и далее каждый ген хромосомы потомка G_{nom} с одинаковой вероятностью может принять значение соответствующего гена либо одного, либо другого родителя. Таким образом, получается новое решение задачи.

На следующем этапе вычисляется суммарная мощность Σ_{nom} списка потребителей, представленного потомком G_{nom} , т.е.

$$\Sigma_{nom} = \sum_{i=1}^n P_i q_i G_{inom}.$$

Если полученная суммарная мощность превышает резервную на данном шаге регулирования мощность R , то потомок погибает (представляемый потомком список потребителей не укладывается в резерв мощности), в противном случае он выживает (список потребителей удовлетворяет условию регулирования).

Пусть условие $\Sigma_{nom} \leq R$ будет условием «жизнепригодности» потомка. Если оно для полученного потомка выполняется, то осуществляется сравнение его оценочной функции $F_{nom} = \sum_{i=1}^n y_i q_i G_{inom}$ с оценочной функцией наихудшей особи G^H текущего поколения, которая определяется, исходя из выражения $F^H = \min_{i \in \{1, \lambda_j\}} \{F^i\}$.

В случае, если $F_{nom} < F^H$, полученный потомок погибает (не приближает к оптимальному решению), иначе выживает и заносится в следующее поколение (поколение потомков – новых решений задачи).

В случае, если потомок G_{nom} выживает, то в текущем поколении родителей уничтожаются наихудшая особь G^H (с наименьшей оценочной целевой функцией F^H).

3. *Мутация (получение модифицированного решения)*. В процессе решения возможна такая ситуация, когда среди всех генов особей популяции может не оказаться того гена, который соответствует оптимальному решению. С целью исключения этого применяется процедура мутации, которая заключается в следующем:

- из текущего поколения случайным образом выбирается некоторая особь G^L , $L = \text{rand} \{1, \dots, \lambda_j\}$;

- параметры этой особи (F^L ; Σ^L ; G^L_i , $i = \overline{1, n}$) записываются в некоторый буфер памяти;

- из хромосомы данной особи случайным образом выбирается ген, значение которого изменяется путем инвертирования его значения, т.е. $G_i^L = \overline{G_i^L}$, $i = \text{rand} \{1, \dots, n\}$; в результате образуется особь G^{L*} – мутант особи G^L (модифицированное решение задачи);

- рассчитываются параметры мутанта (Σ^{L*} , F^{L*}), причем, если выполняются условия,

представленные системой $\begin{cases} \Sigma^{L*} \leq R \\ F^{L*} > F^L \end{cases}$, то считается, что произошла «хорошая мутация» и

особь G^L , приобретая характеристики и параметры полученного мутанта, остается в текущем поколении особей, качественно улучшая данное поколение.

Если условия не выполняются, то мутация отменяется («плохая мутация»), и из буфера памяти возвращаются исходные значения выбранной для мутации особи.

Последовательное выполнение процедур скрещивания и мутации дает новое поколение особей (потомков, представляющих новые сочетания потребителей для восстановления

электроснабжения), которое качественно не хуже предыдущего поколения (находится ближе к оптимальному решению задачи).

Таким образом, для задачи выбора списка потребителей каждое новое поколение содержит списки выбранных потребителей, позволяющих использовать резервы мощности не больше чем R , и имеющих стремящиеся к максимуму функции ущерба, т.е. для каждого вновь образовавшегося поколения справедливо

$$\forall Z \in [1, \lambda_j] (\Sigma_j^Z \leq R), j = \overline{2, kp},$$

$$\overline{F}_{j-1} \leq \overline{F}_j, j = \overline{2, kp},$$

где j – индекс поколения; Z – индекс особи в поколении; kp – количество поколений, образовавшихся в процессе эволюции; \overline{F}_j – усредненная обобщенная целевая функция по j -му поколению.

В предложенном алгоритме процесс развития текущего поколения особей организован таким образом, что при наблюдении последовательности длиной ω из подряд идущих неудачных скрещиваний (получений новых решений задачи), развитие текущего поколения прекращается и осуществляется переход к следующему поколению. Это позволяет получать качественно лучшие поколения потомков, снизить их размерность, достигая при этом приемлемые по точности результаты работы алгоритма. При этом уменьшается время, затрачиваемое на решение поставленной задачи, что является существенным при большой ее размерности (большом количестве потребителей-регуляторов).

Таким образом, для данного алгоритма справедливо $\lambda_{j-1} \geq \lambda_j, j = \overline{2, kp}$.

В случае, когда образуется популяция одинаковых особей, оптимальное решение считается найденным (не может быть получено ни одной особи, улучшающей поколение). Поэтому условие завершения работы алгоритма можно записывать в виде

$$G^{Z-1} = G^Z, Z = \overline{2, \lambda_{kp}}.$$

Решение задачи представляется отдельной особью популяции, соответствующей списку потребителей, рекомендуемых для наиболее рационального способа электроснабжения.

Предложенный алгоритм позволит повысить качество и оперативность принятия решений по электроснабжению потребителей в аварийных и предаварийных ситуациях на сети предприятия и обеспечить снижение ущербов от отключения потребителей и их простоев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резчиков А.Ф. Управление электропотреблением промышленных предприятий / А.Ф. Резчиков, В.А. Иващенко. Саратов: ООО Издательский Центр «Наука», 2008. 183 с.

2. Фисенко А.А. Оценка ущерба при нарушении электроснабжения промышленных предприятий / А.А. Фисенко, В.А. Иващенко, А.Ф. Резчиков // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении: материалы Междунар. конф. / под ред. чл.-корр. РАН А.Ф. Резчикова. Саратов: ИПТМУ РАН, 2007. С. 98-99.

Васильев Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Системотехника» Саратовского государственного технического университета

Vasiliyev Dmitriy Anatolievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «System Engineering» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 10.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 621.311

В.В. Завалишин

**ЭКОНОМИЯ ТОПЛИВА ПРИ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ
С ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТОЙ ВРАЩЕНИЯ ДИЗЕЛЯ**

Рассмотрен метод повышения топливной экономичности дизель-генераторной установки.

Дизель-генераторная установка, удельный расход топлива, частота вращения дизеля, преобразователь частоты, система управления впрыском топлива.

V.V. Zavalishin

**FUEL ECONOMY IN THE PROCESS OF ELECTRICITY GENERATING
BY DIESEL-GENERATOR SET WITH VARIABLE FREQUENCY
OF DIESEL ENGINE ROTATION**

The method to increase fuel economy of diesel-generator set is considered in the article.

Diesel-generator set, specific fuel consumption, frequency of diesel engine rotation, frequency converter, electronic fuel injection.

В настоящее время в качестве источника электроэнергии потребителей, отдаленных от сетей централизованного электроснабжения, наибольшее распространение получили установки, содержащие двигатели внутреннего сгорания. К ним относятся: газотурбинные электрогенераторные (ГТУ) и дизель-генераторные (ДГУ) установки. В последние годы ГТУ нашли применение в качестве резервных и основных источников электроэнергии. Прежде всего, это связано с малым удельным весом, компактностью, простотой транспортировки и легкостью монтажа, высокими экологическими показателями.

Электрогенерирующие установки с дизельным двигателем занимают значительное место в электрификации народного хозяйства страны. Широкое использование ДГУ связано с высокой готовностью к работе, быстротой запуска, простотой обслуживания, комплектностью и высокой степенью автоматизации. Эффективный КПД дизеля составляет 25-42%, ресурс до первого капитального ремонта составляет 10-20 тысяч часов, удельная масса – 10-50 кг/кВт, а частота вращения в основном 1500 или 1000 об/мин. Они распространены в различных отраслях легкой и местной промышленности, коммунальном и сельском хозяйствах.

К недостаткам дизеля можно отнести:

- наличие большого количества трущихся и вращающихся деталей, усложняющих конструкцию и ограничивающих возможность повышения частоты вращения;
- сравнительно высокую стоимость и большой расход топлива, составляющий 200-300 г/(кВт·ч);
- малый (не более 500 ч) межремонтный ресурс работы;
- наличие токсичных выбросов отработанных газов и высокий уровень шума (85-90 дБ).

К вновь разрабатываемым автономным электростанциям предъявляются следующие требования, основными из которых являются: повышение экономичности и увеличение ресурса работы, снижение массы и габаритов при одновременном увеличении установленной мощ-

ности; увеличение КПД и повышение надежности; повышение стабильности и точности поддержания параметров электроэнергии; обеспечение простоты и безопасности эксплуатации.

Одним из основных показателей эффективной работы дизель-генераторной автономной электростанции является удельный расход топлива на выработку одного кВт·ч электрической энергии. Минимальный расход топлива дизельных электростанций (ДЭС) обеспечивается только при номинальной нагрузке.

Автономные электростанции, питающие распределенную нагрузку, как правило, работают при умеренных и низких коэффициентах использования установленной мощности, то есть при недостаточной загрузке оборудования и резкопеременных сезонных и суточных графиках энергопотребления, типичных для нашей страны и обострившихся из-за резкого падения промышленного производства.

Переменные режимы работы автономной электростанции определяются следующими внешними по отношению к дизелю причинами.

– во-первых, необходимостью изменять мощность, вырабатываемую автономной электростанцией, если изменилась потребляемая мощность;

– во-вторых, изменением атмосферных условий: давления и особенно температуры атмосферного воздуха, поступающего в дизель.

Для дизеля, как и для любого первичного двигателя, основной задачей является обеспечение необходимой мощности (заданной потребителем), при этом должно быть обеспечено поддержание постоянной частоты вращения электрического генератора для получения стабильной частоты (50 Гц) генерируемого напряжения.

Это требование должно быть выполнено при произвольных атмосферных условиях и параметрах нагрузки.

Наличие переменного графика нагрузки не позволяет эксплуатировать дизель-генераторы в экономически выгодном режиме с минимальным удельным расходом топлива.

Необходимо отметить, что одновременно с существенным увеличением удельного расхода топлива при малых нагрузках ухудшаются условия эксплуатации первичного двигателя, и сокращается его моторесурс, поэтому для каждого типа первичного двигателя устанавливается величина минимально допустимой нагрузки.

Несмотря на незначительную мощность этих установок генерируемое ими напряжение должно строго укладываться в установленные Правилами пределы, так как в данном случае ДЭС используется как основной источник электроснабжения.

Рассмотрим, как можно удовлетворить сформулированным условиям на примере дизельной автономной электростанции.

Повышение топливной экономичности ДГУ в настоящее время может достигаться несколькими способами:

1. Первый способ заключается в наличии нескольких ДГУ различной мощности.

Так как средняя нагрузка автономной электростанции всегда меньше, чем номинальная мощность генераторов, то значительную часть времени электроагрегаты работают в режиме с увеличенным расходом топлива.

Потребление топлива можно уменьшить, если количество и мощности одновременно работающих электроагрегатов оперативно приводить в соответствие с нагрузкой. Другими словами, должна решаться задача минимизации функционала

$$\Phi = \sum_{k=1}^m P_{k,n,n} - P_{50}, \quad (1)$$

где $P_{k,n,n}$ – номинальная мощность k -го электроагрегата; P_{50} – мощность электроприемников стандартной частоты 50 Гц.

Для выполнения поставленной задачи необходимо, чтобы в составе автономной СЭС были электроагрегаты различной единичной мощности, а изменение набора работающих агрегатов происходило за минимальное время [1].

2. Второй способ снижения эксплуатационного расхода топлива ДГУ заключается в том, что при работе дизель-генератора с малой нагрузкой или в режиме холостого хода часть цилиндров дизельного двигателя отключают.

3. Третий способ заключается в том, что при изменении графика нагрузки изменяют скорость вращения первичного двигателя таким образом, чтобы скоростной режим работы двигателя попал в область оптимальных значений минимального расхода топлива при данной величине нагрузки.

Поясним это на следующем примере.

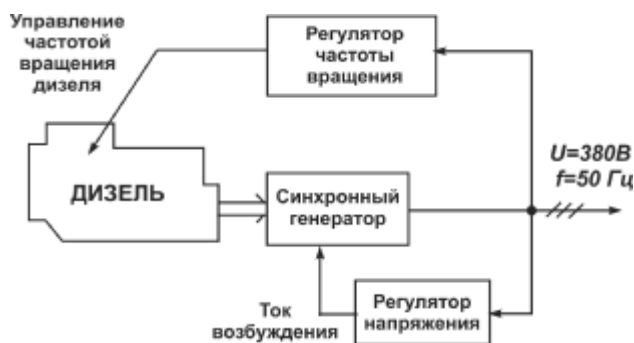


Рис. 1. Классическая схема дизель-генераторной установки

На рис. 1 приведена схема классической электрической части ДГУ.

Схема содержит две системы автоматического управления: частотой вращения дизеля и напряжением генератора. Однако у представленной схемы есть два принципиальных недостатка. Во-первых, дизель должен работать при строго постоянной частоте вращения, требуемой для стабилизации частоты выходного напряжения, что вынуждает отказываться от оптимизации режимов его работы, обеспечивающих уменьшение расхода топлива и увеличение срока его службы. Во-вторых, при резких изменениях электрической нагрузки происходит значительное изменение напряжения генератора по величине и частоте, которое не может быть быстро отработано системами автоматического управления генератора и дизеля.

Для устранения отмеченных недостатков, присущих классической схеме построения ДГУ, необходимо схему дополнить устройством, имеющим собственные каналы регулировки частоты и напряжения, и создать автоматическую систему оптимизации частоты вращения дизеля по минимуму расхода топлива. Устройством, имеющим собственные каналы регулировки частоты и напряжения с лучшими динамическими характеристиками, являются полупроводниковые преобразователи частоты.

Задачу создания автоматической системы управления частотой вращения дизеля по минимуму расхода топлива во всех режимах работы возможно решить на основе модернизации существующих микропроцессорных систем управления работой дизеля.

Стандартная структурная схема управления подачей топлива с применением микропроцессорного блока представлена на рис. 2.



Рис. 2. Структурная схема электронного управления подачей топлива

К электронным системам управления впрыском топлива программного типа относятся системы, осуществляющие управление электромагнитными форсунками по заранее заданному закону управления

или программе. Необходимым элементом таких систем является постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), где хранится информация о необходимом количестве впрыскиваемого топлива в виде кодовых комбинаций, представленных в двоичной системе исчисления (программа включения-выключения форсунок в зависимости от режимов работы двигателя).

Микропроцессорный блок управления двигателем (МПБУД) включает в себя микропроцессор, постоянное запоминающее устройство, аналого-цифровой преобразователь (АЦП), совокупность датчиков и органы управления. Для эффективного управления системой определяются характеристики режимов работы двигателя, которые изменяются с изменением мощности электропотребления. МПБУД отслеживает данные о состоянии дизеля, рассчитывает необходимую потребность топлива и определяет длительность импульсов для подачи топлива форсунками.

Для сбора информации о работе дизельного двигателя предусмотрены три типа датчиков. К первому типу относятся: датчик частоты вращения вала дизеля, датчик мощности нагрузки и датчик положения рейки топливного насоса высокого давления (ТНВД). Ко второму типу относятся датчики, осуществляющие коррекцию подачи топлива в зависимости от условий работы дизельного двигателя. Они определяют температуру топлива в топливном баке, температуру всасываемого воздуха ТНВД, атмосферное давление. К третьему типу относятся блок датчиков предупреждения аварийных режимов дизеля (БАД): датчики температуры и давления масла дизельного двигателя, датчик температуры охлаждающей жидкости дизельного двигателя.

На рис. 3 представлена схема ДГУ с микропроцессорной системой управления впрыском топлива.

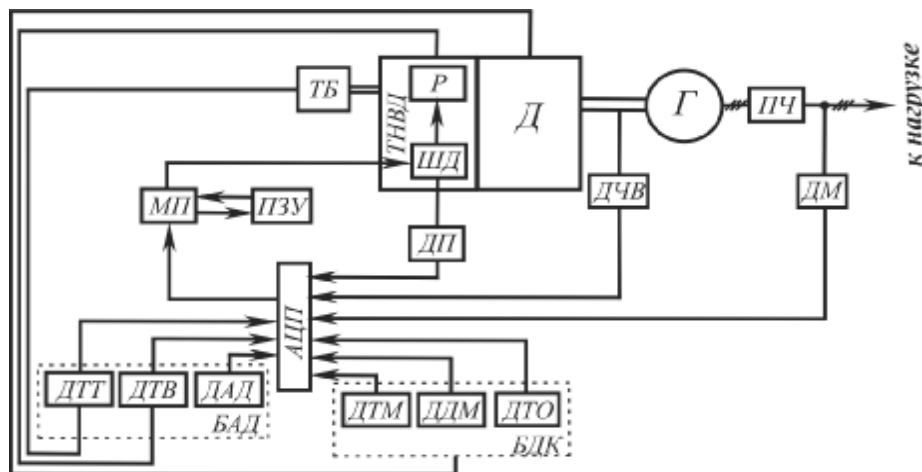


Рис. 3. Структурная схема ДГУ с микропроцессорной системой управления впрыском топлива

Дизель-генераторная установка работает следующим образом. При изменении нагрузки электропотребления происходит изменение частоты вращения вала дизельного двигателя и, как следствие, напряжения на выходе генератора. Установленный за генератором преобразователь частоты стабилизирует параметры сгенерированной электроэнергии.

Зафиксированные сигналы с датчика мощности (ДМ), датчика частоты вращения вала дизельного двигателя и генератора (ДЧВ), датчика положения рейки топливного насоса высокого давления (ДП), датчика температуры масла дизельного двигателя (ДТМ), датчика давления масла дизельного двигателя (ДДМ), датчика температуры охлаждающей жидкости дизельного двигателя (ДТО), датчика температуры топлива в топливном баке (ДТТ), датчика температуры всасываемого воздуха в топливный насос высокого давления (ДТВ) и датчика

атмосферного давления (ДАД) поступают в аналого-цифровой преобразователь, который переводит их в цифровую форму и передает на микропроцессор (МП). По данным с блока датчиков коррекции (БДК) осуществляется корректировка необходимого количества впрыскиваемого топлива и воздуха в дизельный двигатель. По сигналам с датчика мощности, датчика частоты вращения вала дизельного двигателя и генератора, датчика положения рейки топливного насоса высокого давления вычисляется необходимое воздействие на шаговый двигатель топливного насоса высокого давления (ШД).

Постоянное запоминающее устройство хранит информацию значений о выходной мощности установки, частоте вращения вала дизельного двигателя, положении рейки топливного насоса высокого давления, температуре топлива в топливном баке, температуре всасываемого воздуха, атмосферном давлении, температуре и давлении масла в дизельном двигателе, температуре охлаждающей жидкости в дизельном двигателе, количестве и длительности впрыска топлива в дизельный двигатель, а также программное обеспечение, которое осуществляет опрос всех датчиков, обработку полученных данных и формирование управляющего воздействия.

Микропроцессор осуществляет сравнение данных, поступающих с аналого-цифрового преобразователя, с данными, хранящимися в постоянном запоминающем устройстве, производит расчет и выбор режима работы дизельного двигателя в соответствии с минимальным расходом топлива в зависимости от изменяемой нагрузки.

Определение удельного расхода топлива при разной величине нагрузки и частоты вращения выходного вала дизеля (в качестве примера выбран дизель 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н)) производится на основе комбинированных характеристик дизельного двигателя, представленных на рис. 4.

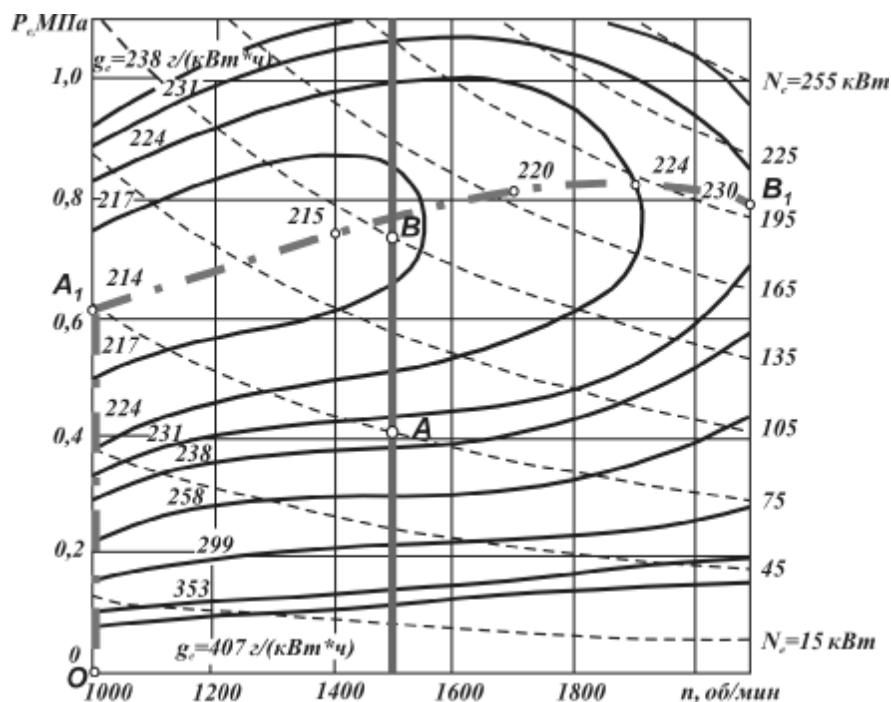


Рис. 4. Комбинированная характеристика дизеля 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н)

При выработке электроэнергии на существующих традиционных схемах построения ДГУ (рис. 1) поддерживается строго постоянная частота вращения вала генератора, что является необходимым условием для получения стандартной частоты генерируемого напряже-

ния. Прямой линией АВ отмечены режимы работы дизель-генераторной электростанции при постоянной частоте вращения ротора генератора. Из графика видно, что удельный расход топлива при изменении нагрузки от 15 до 200 кВт сопровождается изменением удельного расхода топлива от 450 до 238 г/кВт·ч. Минимум расхода топлива приходится на мощность 140 кВт (точка В) и составляет при этом 216,2 г/кВт·ч.

Штрихпунктирная линия OA_1B_1 соответствует наиболее экономичным режимам работы дизеля с точки зрения расхода топлива при изменяющейся нагрузке. Графики показывают, что с изменением нагрузки необходимо изменять и частоту вращения вала дизеля.

На рис. 5 в ортогональной системе координат построен график экономической характеристики частоты вращения дизеля при изменении нагрузки на его валу, соответствующей минимальному удельному расходу топлива

График (рис. 5) состоит из двух участков. Первый участок – это участок, в пределах которого частота вращения вала дизеля остается постоянной и равной 1000 об/мин. Нагрузка при этом может меняться от 15 до 75 кВт. По условиям работы дизеля мы не имеем возможности регулировать обороты дизеля на этом участке. Второй участок – это участок регулировки оборотов дизеля в зависимости от величины нагрузки. Частота вращения здесь меняется от 1000 до 2000 об/мин, мощность при этом изменяется в пределах от 75 до 200 кВт. Удельный расход топлива на этом участке составляет 214-230 г/кВт·ч.

Аналитическое выражение для графика частоты вращения дизеля 8 ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н), соответствующей минимальному удельному расходу топлива при изменении нагрузки на его валу, можно записать в виде следующей системы:

$$n_{g_{e\min}} = \begin{cases} y, & 15 < N_e \leq 75 \\ h \cdot (k \cdot N_e + x)^\Omega, & 75 < N_e \leq 200 \end{cases} \quad (2)$$

где $n_{g_{e\min}}$ – частота вращения дизельного двигателя при минимальном удельном расходе топлива, об/мин; $y = 1000$, $h = 998,35$, $k = 1/30$, $x = -1,5$, $\Omega = 0,3363$ – постоянные коэффициенты.

Изменение частоты вращения приводит к необходимости регулировки подачи топлива дизеля. График минимального удельного расхода топлива для поддержания скорости $n_{g_{e\min}}$ дизеля 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н) при изменении нагрузки представлен на рис. 6.

Аналитическое выражение количества минимального удельного расхода топлива, необходимое для поддержания скорости $n_{g_{e\min}}$ для дизельного двигателя 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н) имеет вид:

$$g_{e\min} = a \cdot (k \cdot N_e + b)^6 + c \cdot (k \cdot N_e + b)^5 + d \cdot (k \cdot N_e + b)^4 + e \cdot (k \cdot N_e + b)^3 + f \cdot (k \cdot N_e + b)^2 + m \cdot (k \cdot N_e + b) + p, \quad (3)$$

где $g_{e\min}$ – наименьший удельный расход топлива, г/кВт·ч; N_e – мощность, вырабатываемая дизельным двигателем, кВт; $a = 0,0383$, $b = 0,5$, $c = -1,2144$, $d = 15,601$, $e = -103,51$, $f = 373,54$, $k = 1/30$, $m = -694,76$, $p = 734,29$ – постоянные коэффициенты.

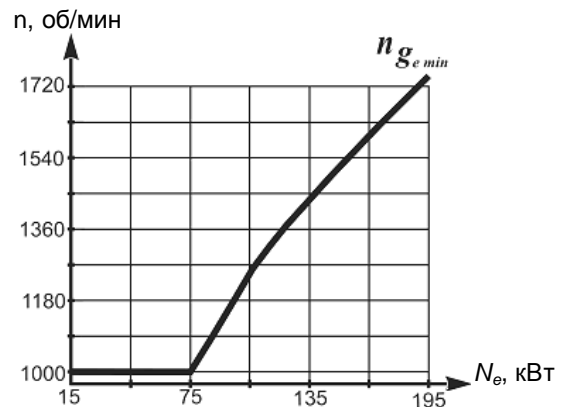


Рис. 5. График частоты вращения дизеля 8 ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н), соответствующий минимальному удельному расходу топлива при изменении нагрузки на его валу

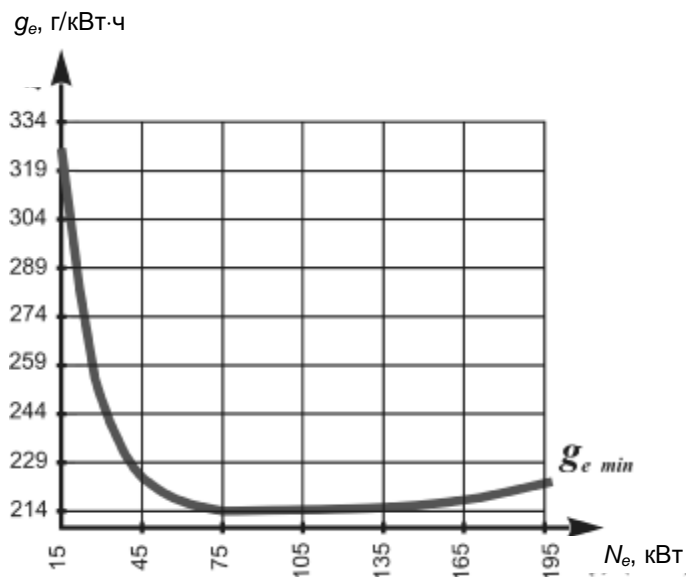


Рис. 6. График минимального удельного расхода топлива дизеля 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н)

По выбранному значению минимального удельного расхода топлива дизель-генераторной установки $g_{e \min}$ микропроцессор подает сигналы на шаговый двигатель топливного насоса высокого давления, который перемещает рейку топливного насоса высокого давления (P), тем самым изменяет подачу топлива в дизельный двигатель.

На рис. 7 представлен суточный график нагрузки АЭ.

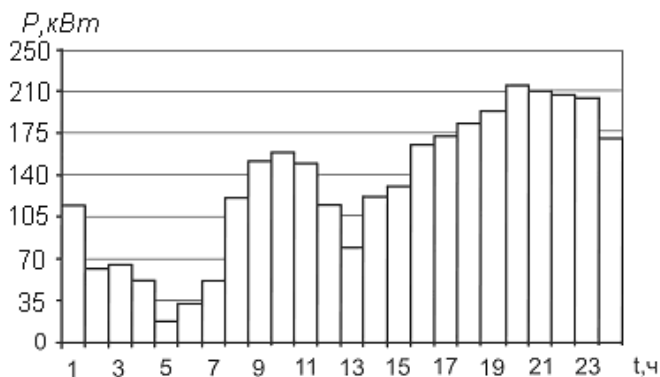


Рис. 7. График суточной нагрузки

Используя суточный график нагрузки и комбинированную характеристику дизеля, можно рассчитать расход топлива за сутки.

По суточному графику нагрузки (рис. 7) определяем мощность, необходимую потребителю в каждый период времени. Затем эту мощность находим на комбинированной характеристике дизеля (рис. 4) при скорости вращения 1500 об/мин (прямая АВ). На их пересечении будет расположена точка с удельным расходом топлива. Например, при мощности нагрузки 75 кВт удельный расход топлива равен 235 г/кВт·ч (точка А). Умножая величину удельного расхода топлива на время действия нагрузки, находим расход топлива за этот промежуток времени. Аналогично определяем расход топлива для всех других периодов времени и нагрузки. Суммируя расходы топлива за все периоды времени, получаем суточ-

ный расход топлива при постоянной скорости вращения генератора. Результат расхода топлива представлен на рис. 8.

При изменении скоростного режима работы дизеля в зависимости от величины нагрузки, выбор скорости вращения будет осуществляться исходя из экономически оптимального режима работы. Например, при мощности нагрузки 75 кВт необходимо уменьшить частоту вращения вала дизеля до 1000 об/мин. При этом удельный расход топлива составит 214 г/кВт·ч (точка А1). Аналогично определяются удельный расход и скоростной режим работы дизеля при других нагрузках. Результат расхода топлива за сутки при переменной частоте работы дизеля представлен на рис. 8.

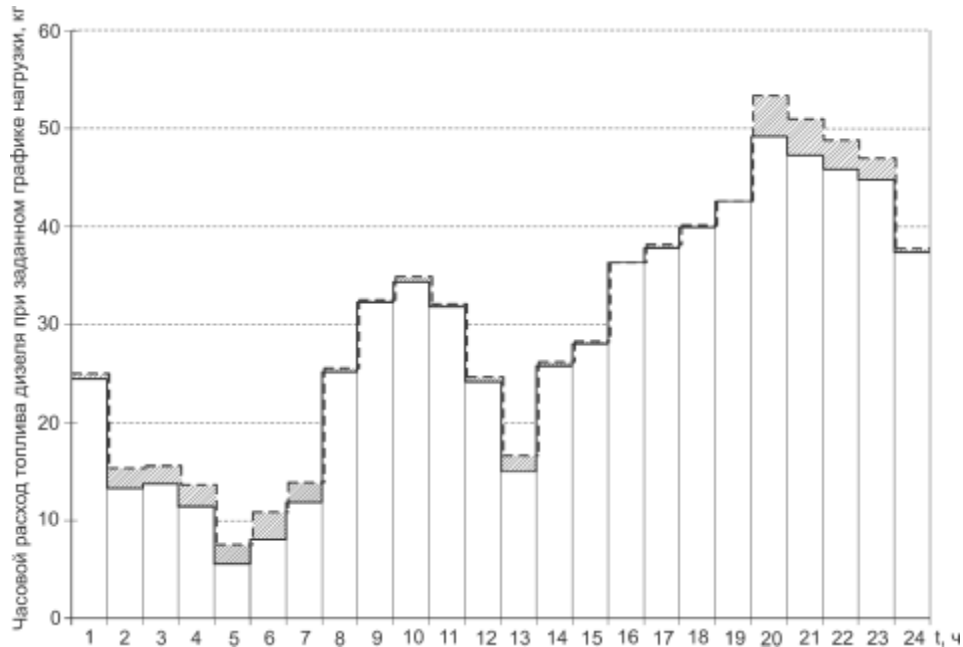


Рис. 8. График часового расхода топлива дизель-генератора: а – - - при вращении вала генератора со скоростью 1500 об/мин; б – — при вращении вала генератора с переменной скоростью

Расчет в такой системе топливной составляющей в себестоимости выработанной электроэнергии производится по формуле:

$$C_{эл.эн} = \frac{Ц_T (P_1 G_{T1} + P_2 G_{T2} + \mathbf{K} P_{24} G_{T24})}{P_1 t_1 + P_2 t_2 + \mathbf{K} P_{24} t_{24}} C, \quad (4)$$

где $C_{эл.эн}$ – себестоимость выработанной электроэнергии, руб/кВт·ч; $Ц_T$ – цена топлива, руб/г; $G_{T1}, G_{T2}, \dots, G_{T24}$ – расход топлива на каждой ступени суточного графика нагрузки, г/кВт; P_1, P_2, \dots, P_{24} – потребляемая мощность, кВт; t_1, t_2, \dots, t_{24} – временной промежуток каждой ступени суточного графика нагрузки, ч.

Теоретический расчет показал, что для дизеля 8ЧН 13/14 (ЯМЗ-238Н) при суточном графике нагрузки (рис. 7) и постоянной скорости вращения генератора 1500 об/мин, себестоимость выработанной энергии за сутки, вычисленная по формуле (4), составляет 5,06 руб/кВт·ч, а при регулируемом скоростном режиме составит 4,7 руб/кВт·ч. Таким образом экономия на выработку каждого кВт·ч составляет 0,36 рубля. Израсходованное топливо при 1500 об/мин составило 834,36 литра, а при изменении частоты вращения дизеля составит 798,05 литра, общая экономия топлива за сутки составит 36,31 литра. На рис. 8 области экономии топлива указаны в виде заштрихованных областей. При расчете

были приняты допущения: плотность дизельного топлива составляет 860 г/см^3 , цена 1 литра дизельного топлива 21 руб/л.

Достоинство данного способа заключается в том, что освобождение дизеля от работы с постоянной частотой вращения позволит улучшить технические и эксплуатационные характеристики дизеля, даст возможность сократить расход топлива и увеличить время работы при малых нагрузках, значительно улучшить экологические характеристики электрогенерирующего оборудования за счет меньшего количества выбрасываемого углекислого газа и снижения теплового загрязнения окружающей среды, сгенерировать электроэнергию, удовлетворяющую ГОСТ 13109-97.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюхов И.И. Повышение эффективности систем автономного электроснабжения на объектах нефтегазовой промышленности / И.И. Артюхов, А.В. Коротков // Проблемы электроэнергетики: межвуз. науч. сб. Саратов: СГТУ, 2006. С. 4-16.

2. Левин В.М. Управление электропотреблением энергетической системы: учеб. пособие / В.М. Левин, Б.Н. Мошкин. Новосибирск: НГТУ, 2000. 88 с.

3. Герасимов А. Дизель-генераторные электростанции: работа при переменной частоте вращения дизеля / А. Герасимов, В. Толмачев, К. Уткин // Новости электротехники. 2005. № 5. С. 8-15.

Завалишин Вячеслав Владимирович –
аспирант кафедры «Электроснабжение
промышленных предприятий»
Саратовского государственного
технического университета

Zavalishin Vyacheslav Vladimirovich-
Postgraduate Student
of the Department of «Electrical Supply
of Industrial Enterprises»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 21.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 536.3:664.655.041

О.Ю. Кулешов, В.М. Седёлкин

ЗОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РАСЧЁТА СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПЕЧАХ

Разработана математическая модель сложного теплообмена в технологических камерах промышленных хлебопекарных печей на базе зонального подхода к описанию процессов теплопереноса и вероятностного моделирования излучения. Численная методика зонального расчёта позволяет с необходимой точностью и детальностью определять результирующие характеристики сложного теплообмена в пекарной камере и таким образом делает расчёт более адекватным и информативным.

Пекарная камера, обогревающие каналы, сложный теплообмен, зональный метод, вероятностное моделирование излучения, численное исследование.

O.Yu. Kuleshov, V.M. Sedelkin

**REGIONAL MATHEMATICAL MODEL AND CALCULATION TECHNIQUE
OF RADIATIVE-CONVECTIVE HEAT TRANSFER
IN INDUSTRIAL BREAD-BAKING FURNACES**

The mathematical model of radiative-convective heat transfer in the technological chambers of industrial bread-baking furnaces is developed on the base of regional approach to heat transfer description and probable radiation modeling. The numerical calculation technique gives a possibility to determine the resulting characteristics of radiative-convective heat transfer in the baking chamber with necessary accuracy and detailing. That makes the calculation more adequate and informative.

Baking chamber, heating channels, radiative-convective heat transfer, regional method, probable radiation modeling, numerical investigation.

Промышленные конвейерные хлебопекарные печи являются агрегатами непрерывного действия с радиационно-конвективным теплообменом в технологической камере, при этом лучистая составляющая теплообмена в 2-3,5 раза больше конвективной составляющей ввиду слаборазвитой газовой динамики.

Обогрев технологической камеры осуществляется дымогарными каналами (в виде плоских или трубчатых поверхностей теплообмена) или ТЭН, расположенными сверху и снизу рабочей ветви конвейера. Температура теплопередающих поверхностей 300-400°C. В настоящее время наибольшее применение находят печи с канальным обогревом и рециркуляцией продуктов сгорания.

В конструктивном отношении технологическая камера рассматриваемых печей бывает туннельного или тупикового типов.

Печи туннельного типа оборудованы ленточным конвейером, имеющим одну рабочую ветвь в виде конвейерного пода, на который укладываются выпекаемые изделия (формовые или подовые). Обогревающие каналы обычно разделены на отдельные поверхности нагрева, соответствующие определённым технологическим зонам пекарной камеры.

Печи тупикового типа оборудованы цепным люлечно-подиковым конвейером, который имеет две (или более) рабочие ветви. Ветви люлечно-подикового конвейера, как правило, разделены между собой различными конструктивными элементами (поверхностями нагрева, экранами) и имеют отдельный обогрев.

Таким образом, технологическая камера конвейерных печей представляет собой относительно независимые секции с высотой надконвейерного пространства 300-500 мм, шириной порядка 2000 мм и со значительно превосходящей эти значения длиной.

Этим объясняется тот факт, что для технологических камер хлебопекарных печей зачастую применяются методы расчёта лучистого переноса в плоскопараллельных системах в предположении одномерного (поперечного) теплопереноса и пренебрежимо малого изменения параметров в других направлениях [1, 2]. Не учитывается роль парогазовой среды пекарной камеры в излучении и поглощении излучения как в поперечном, так и продольном направлениях. Однако на практике эти предположения оказываются неверными и приводят к существенным погрешностям расчёта теплообмена.

При температуре порядка 200-250°C, больших парциальных давлениях водяного пара 0,06-0,07 МПа и эквивалентном радиусе излучающей полусферы (300÷500 мм)×1,8 = 540÷900 мм поглощение и излучение парогазовой среды пекарной камеры в поперечном направлении является заметной величиной, сопоставимой с излучением нагревательных каналов.

В пекарной камере имеет место значительная неравномерность распределения температуры, обусловленная температурным графиком выпечки изделий. Поэтому лучистый перенос в среде пекарной камеры в продольном направлении может оказывать существенное влияние на формирование температурного поля (особенно при слабовыраженном конвективном теплообмене), а опосредованно и на поперечные тепловые потоки к поверхности выпекаемых изделий.

В данной работе для математического моделирования сложного теплообмена в технологической камере хлебопекарных печей применён зональный метод, который основан на разбиении расчётной области на термически и оптически однородные объёмные и поверхностные зоны (в соответствии с особенностями теплообменных процессов) и редукции интегродифференциальных уравнений сложного теплообмена к системе нелинейных алгебраических уравнений теплового баланса зон. В приведённом виде система зональных уравнений записывается следующим образом [3]:

$$\sum_{i=1}^N P_{ij} T_i^4 + \sum_{i=1}^M \Omega_{ij} T_i + C_j = 0, \quad j = [1, N], \quad (1)$$

где N – число действительных зон в расчётной области (зональной геометрической модели пекарной камеры печи); M – число зон, непосредственно контактирующих с j -й зоной; T_i – абсолютная температура i -й зоны; P_{ij} – коэффициент радиационного обмена между зонами i и j ; Ω_{ij} – коэффициент конвективного обмена между зонами i и j ; C_j – свободный член уравнения, включающий в себя внутренний тепловой источник в j -й зоне (например, за счёт ввода пара на увлажнение; тепловосприятия элементами движущегося конвейера и др.); обозначения зон i и j отвечают зоне-источнику и зоне-приёмнику энергии соответственно.

Выражение для коэффициентов радиационного обмена в уравнениях (1) имеет вид:

$$P_{ij} = \begin{cases} 4V_i \sigma_0 \sum_{k=0}^K b_{i,k} \chi_{i,k} \Psi_{ij,k}^*, & i \leq N'; \\ \varepsilon_i F_i \sigma_0 \sum_{k=0}^K b_{i,k} \Psi_{ij,k}^*, & N' < i \leq N; \end{cases} \quad (2)$$

$$\Psi_{ij,k}^* = \begin{cases} \Psi_{ij,k}, & j \leq N', \\ \varepsilon_j \Psi_{ij,k}, & j > N', \end{cases} \quad (3)$$

где N' – число объёмных (газовых) зон в расчётной области; $(N-N')$ – число поверхностных зон в расчётной области; F_i – площадь поверхностной зоны; V_i – объём газовой зоны; σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана; K – число рассматриваемых полос спектра в квазисерой модели излучения водяного пара, являющегося основным оптически активным компонентом среды пекарной камеры; $b_{i,k}$ – доля излучения абсолютно чёрного тела в k -й полосе спектра при температуре i -й зоны; $\chi_{i,k}$ – коэффициент поглощения водяного пара в k -й полосе спектра при температуре и парциальном давлении в i -й зоне; $\Psi_{ij,k}^*$ – разрешающие обобщённые угловые коэффициенты поглощённого излучения (РОУК) между зонами i и j в k -й полосе спектра.

Радиационный перенос в многозональной системе рассматривается в рамках методологии обобщённых угловых коэффициентов поглощённого излучения (ОУК). РОУК учитывают многократное отражение излучения в расчётной области и определяются на основе ОУК путём решения системы уравнений баланса лучистых потоков для зон рассматриваемой области [4]. ОУК в общем случае определяются путём статистического моделирования излучения в многозональной поглощающей системе [3].

Выражение для коэффициентов конвективного обмена в уравнениях (1) имеет вид:

$$\Omega_{ij} = \begin{cases} c_{p,i} (\rho u)_{ij} F_{ij}, & i, j \leq N'; \\ \alpha_{ij} F_{ij}, & ((i \leq N') \mathbf{I} (N' < j < N)) \mathbf{U} ((j \leq N') \mathbf{I} (N' < i < N)), \end{cases} \quad (4)$$

где α_{ij} – коэффициент конвективной теплоотдачи между объёмной и поверхностной зонами i и j ; $c_{p,i}$ – теплоёмкость продуктов сгорания в i -й объёмной зоне; $(\rho u)_{ij}$ – массовый поток газов между объёмными зонами i и j ; F_{ij} – площадь поверхности контакта между зонами i и j .

Газовая динамика в пекарной камере печей радиационно-конвективного типа слабо выражена и представляет собой контуры циркуляции парогазовой среды, обусловленные свободной конвекцией и вентиляционными процессами. В связи с этим в модели используются обобщённые эмпирические данные для характеристики движения газов в печах тупикового и туннельного типов [1].

Расчёт теплообмена в пекарной камере должен проводиться совместно с расчётом обогревающих каналов и при учёте термического состояния выпекаемых изделий.

Уравнения теплообмена в обогревающих каналах различной формы (плоской, трубчатой) подробно рассмотрены в [1]. На излучающей поверхности канала задаются граничные условия сопряжения, которые заключаются в равенстве температур и тепловых потоков на границе сопряжённых расчётных областей (пространство пекарной камеры - стенка канала).

Численное моделирование зональных характеристик сложного теплообмена проведено на примере современной хлебопекарной канальной печи РЗ-ХПА с рециркуляцией продуктов сгорания. Печь имеет тупиковую пекарную камеру с обогревающими каналами в виде продольных однорядных трубных поверхностей, расположенных над и под люлечным конвейером. Все каналы печи выполнены из тонкостенных труб диаметром 80×1,5 мм. Трубы установлены с шагом 110 мм по 18 труб в каждом ряду.

Конструктивная схема печи РЗ-ХПА представлена на рис. 1.

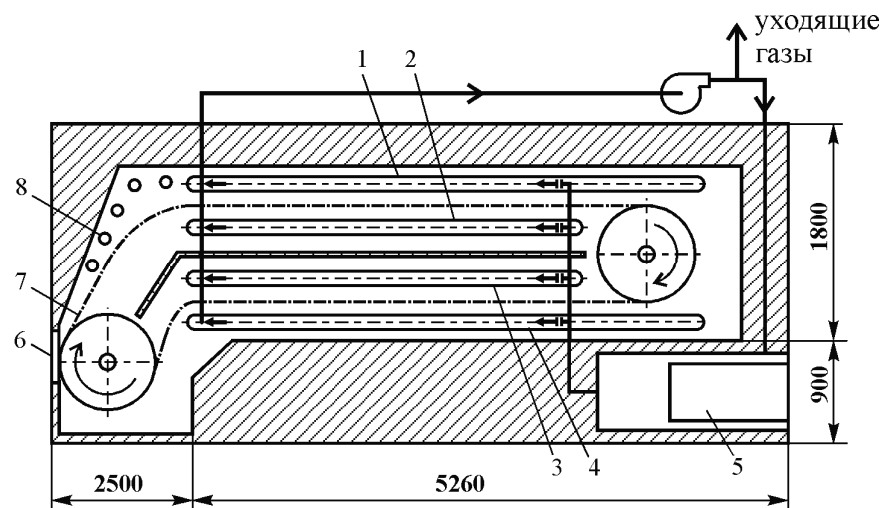


Рис. 1. Конструктивная схема печи РЗ-ХПА: 1, 2, 3, 4 – греющие трубные каналы с соответствующими порядковыми номерами; 5 – топка; 6 – посадочно-выгрузочное окно; 7 – цепной люлечный конвейер; 8 – увлажняющее устройство

Верхняя нитка конвейера с прилегающими обогревающими каналами отделена от нижней ветки и каналов разделяющей перегородкой. Высота образованных таким образом верхней и нижней секций пекарной камеры составляет 700 мм, приблизительно 400 и 300 мм над и под люльками конвейера соответственно. Рассматривался режим работы печи при выпечке формового пшеничного хлеба. Формы размещаются на рамочных люльках конвейера. С учётом высоты форм высота парогазового слоя над конвейером составляет 300 мм.

Расчёт проводился для пекарной камеры в области трубных излучающих каналов, которых нет в зоне увлажнения (на начальном наклонном участке конвейера) и «холодном подгазосливном пространстве» (на конечном наклонном участке конвейера). По этой причине, а

также в силу низкой температуры среды пекарной камеры (120-140°C) на начальном и конечном наклонных участках конвейера теплообмен излучением практически отсутствует. Таким образом, расчётная область составляет $\Lambda = \{0,2 \leq L \leq 0,85; L = l/L_k\}$, где L – безразмерная длина конвейера, L_k – общая длина конвейера в метрах, l – линейная координата вдоль направления движения конвейера, начиная от посадочного окна.

Поэтому зональная геометрическая модель строится только для участка пекарной камеры с горизонтальными нитками конвейера. Поскольку ширина пекарной камеры $B = 2000$ мм значительно превышает её высоту в верхней и нижней секциях $H = 700$ мм, разделённых к тому же примыкающими друг к другу люльками конвейера, то может быть рассмотрена двумерная зональная расчётная область, проходящая через центральную вертикальную плоскость пекарной камеры.

На рис. 2 приведена разбивка расчётной области на поверхностные и объёмные зоны для верхней секции пекарной камеры, поскольку имеет место оптико-геометрическая симметрия расчётной области относительно разделяющей перегородки в рассматриваемой горизонтальной части пекарной камеры.

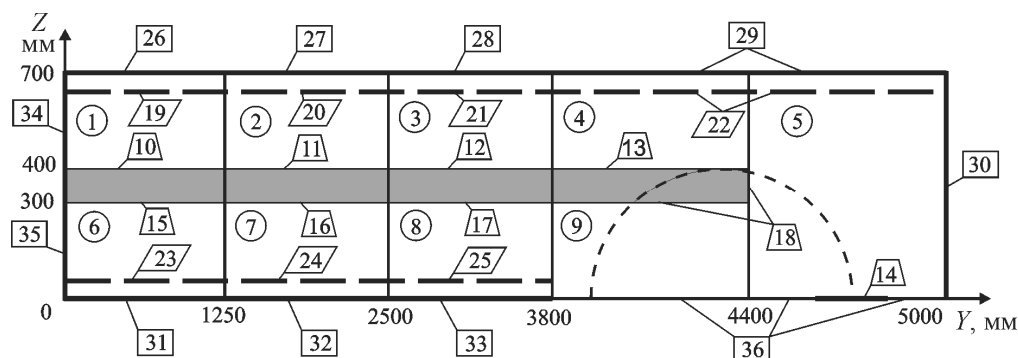


Рис. 2. Зональная геометрическая модель верхней секции пекарной камеры:
 ○ – объёмные газовые зоны; поверхностные зоны: \triangle – выпекаемых изделий и форм;
 \triangle – обогревающих каналов; \square – ограждений и замыкающих оптических плоскостей

Зональная геометрическая модель всего содержит 36 зон, из них 9 объёмных (газовых) и 27 поверхностных. Порядковые номера поверхностных зон в геометрической модели соответствуют следующим типам: 10-18 – зоны открытой поверхности выпекаемых изделий и форм; 19-25 – эффективные зоны трубных каналов (учитывающие реальные эффекты излучения и поглощения трубной поверхностью); 26-33 – зоны ограждений; 34-35 – фиктивные абсолютно чёрные зоны, замыкающие оптико-геометрическую расчётную область при переходе к слабоизлучающему пространству; 36 – зеркальная зона, расположенная в плоскости симметрии пекарной камеры.

Исходными данными для расчёта явились режимные характеристики печи при выпечке формового пшеничного хлеба, приведённые в [1], а также составляющие теплового баланса пекарной камеры (с разбивкой по верхней и нижней секциям), приведённые в таблице.

Печь РЗ-ХПА относится к печам с рециркуляцией продуктов сгорания. Все четыре греющих канала подключены к распределительному газоходу параллельно (рис. 1) и регулирование температуры канала осуществляется изменением расхода газов через него. Температура газов в распределительном газоходе (перед каналами) – 550°C, в сборном газоходе (после каналов) – 265°C.

Относительная влажность среды в верхней и нижней секциях пекарной камеры составляет 70 и 60% соответственно, что при температурах $t_n > 100^\circ\text{C}$ соответствует парциальным давлениям 0,07 и 0,06 МПа.

Характеристики обогревающих каналов

Каналы	Площадь поверхности, м ²	Тепловой поток		Расход дымовых газов ¹		Средняя скорость газов, м/с	Средняя температура поверхности канала, °С
		Вт	%	м ³ /с	%		
Верхняя секция пекарной камеры							
Канал 1	23,48	44576	30	0,34	30	3,83	261
Канал 2	22,7	52005	35	0,41	37	4,51	279
Итого	46,18	96581	65	0,75	67	–	–
Нижняя секция пекарной камеры							
Канал 3	22,7	22288	15	0,16	14	1,77	215
Канал 4	24,48	29717	20	0,21	19	2,38	241
Итого	47,18	52005	35	0,37	33	–	–
Всего	93,36	148587	100	1,12	100	–	–

Примечание. 1 – объёмный расход газов взят при температуре в распределительном газоходе.

Расчётные кривые изменения температуры каналов и среды пекарной камеры по длине печного конвейера показаны на рис. 3 а. Кривая температуры верхней поверхности выпекаемого изделия взята по эмпирическим данным [1]. Расчётные кривые изменения плотности теплового потока и его составляющих на открытой поверхности выпекаемого изделия показаны на рис. 3 б.

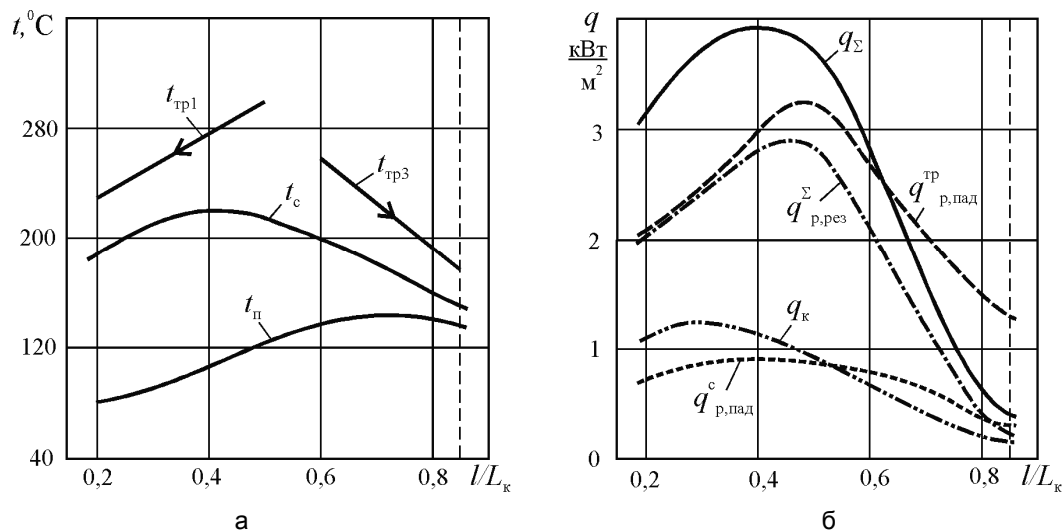


Рис. 3. Расчётные кривые изменения характеристик теплообмена по длине печного конвейера: а – температуры; б – плотности тепловых потоков на поверхности выпекаемых изделий.

Обозначения температур: $t_{тр1}$, $t_{тр3}$ – 1-й и 3-й трубные каналы; t_c – среда пекарной камеры; t_n – поверхность выпекаемых изделий. Обозначения тепловых потоков: $q^r_{p,пад}$ – падающий лучистый от трубных каналов; $q^c_{p,пад}$ – падающий лучистый от среды пекарной камеры; $q^Σ_{p,рез}$ – результирующий лучистый; q_k – конвективный; $q_Σ$ – суммарный

Температура открытой поверхности выпекаемого формового хлеба растёт почти по всей длине конвейера, что, по-видимому, обусловлено углублением зоны испарения, и начинает незначительно снижаться только в конце процесса выпечки (конечной части конвейера), где отмечается значительное снижение температуры поверхностей нагрева и среды пекарной камеры.

Для теплового режима работы печи характерно значительное изменение температуры греющих каналов по длине конвейера (рис. 3 а), обусловленное как их разной тепловой

грузкой, так и остыванием продуктов сгорания по мере движения и теплообмена в каналах большой протяжённости ($l \approx 5$ м при скорости течения 1-5 м/с). Изменение температуры каналов должно обеспечивать тепловой график технологического процесса выпечки.

Компоновка и подключение каналов (рис. 1) осуществлены так, что максимум температуры каналов, а, следовательно, и поперечных тепловых потоков к поверхности изделий (рис. 3 б), приходится на центральную часть двухниточного люлечного конвейера (заднюю часть тупиковой пекарной камеры). При этом каналы верхней секции имеют наибольшую тепловую нагрузку и температуру поверхности (см. таблицу).

Как показывает зональный расчёт, температура парогазовой среды имеет максимум в конце верхней секции пекарной камеры (рис. 3 а), что в целом соответствует распределению тепловой нагрузки каналов. Однако этот максимум оказывается сглаженным и перепады температуры парогазовой среды становятся не столь существенными в связи с продольным лучистым теплопереносом при слабовыраженной конвекции среды в пекарной камере.

Тепловой поток к поверхности изделий в области греющих каналов обусловлен в основном лучистым переносом (рис. 3 б). Конвективная теплоотдача в области максимальных температур каналов составляет около 25-30%. Однако по мере снижения температуры каналов в нижней секции пекарной камеры и роста температуры поверхности изделий происходит постепенное уменьшение результирующего лучистого теплового потока на поверхности изделия и его сближение с величиной конвективной теплоотдачи. На конечном участке конвейера $l/L_k > 0,85$, где поверхности нагрева отсутствуют, конвективная теплоотдача становится преобладающей.

Как показывают результаты расчётов, лучистый тепловой поток к поверхности выпекаемых изделий в значительной мере определяется излучением каналов. Однако парогазовая среда пекарной камеры играет существенную роль в лучистом теплообмене, поглощая и излучая энергию. Составляющая падающего лучистого потока на открытой верхней поверхности изделий, обусловленная излучением среды пекарной камеры, составляет 20-26% во всей области греющих каналов (рис. 3 б).

Таким образом, в технологической камере промышленных хлебопекарных печей имеет место сложный теплообмен при значительной роли парогазовой среды в процессах лучистого переноса. Особенности теплообмена в пекарной камере могут быть в полной мере учтены зональным методом расчёта. Предложенная зональная методика расчёта сложного теплообмена в хлебопекарных печах позволяет уточнить распределение результирующих характеристик теплообмена по отдельным участкам печного конвейера, сделав расчёт более детальным и информативным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маклюков И.И. Промышленные печи хлебопекарного и кондитерского производства / И.И. Маклюков, В.И. Маклюков. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 272 с.
2. Брызун В.А. Расчёт теплоподвода в пекарную камеру от каналов хлебопекарных печей / В.А. Брызун // Научно-технические достижения и передовой опыт в отрасли хлебопродуктов: инф. сборник. М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. Вып. 3. С. 11-12.
3. Кулешов О.Ю. Математический аппарат анализа режимных характеристик технологических печей / О.Ю. Кулешов, В.М. Седёлкин // Моделирование, оптимизация и интенсификация производственных процессов и систем: материалы Междунар. науч.-техн. конф. Вологда: ВГТУ, 2001. С. 27-28.
4. Блох А.Г. Теплообмен излучением / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлёв, Л.Н. Рыжков. М.: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.

Кулешов Олег Юрьевич –
кандидат технических наук, доцент,

Kuleshov Oleg Yuriyevich –
Candidate of Technical Sciences,

докторант кафедры «Машины, аппараты пищевых производств и теплотехника»
Энгельсского технологического института
(филиала) Саратовского государственного
технического университета

Associate Professor of the Department
of «Machines and Mechanisms
of Food industry and Heat Engineering»
of Engels Technological Institute (branch)
of Saratov State Technical University

Седёлкин Валентин Михайлович –
доктор технических наук, профессор
кафедры «Машины, аппараты пищевых
производств и теплотехника»
Энгельсского технологического института
(филиала) Саратовского государственного
технического университета

Sedelkin Valentin Mikhailovich –
Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department
of «Machines and Mechanisms
of Food Industry and Heat Engineering»
of Engels Technological Institute (branch)
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 20.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 620.97:532.227

Д.И. Пашенко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ КОНВЕРСИИ МЕТАНА ПРОДУКТАМИ ПОЛНОГО СГОРАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Рассматривается метод определения максимальной степени конверсии метана продуктами полного сгорания природного газа для различных условий протекания процесса риформинга. Приведены графические и аналитические зависимости степени конверсии метана от технологических параметров. Произведена параметрическая идентификация полученных результатов с использованием экспериментальных данных, полученных при исследовании каталитической конверсии метана.

Термохимическая регенерация, степень конверсии метана, равновесие реакции, уравнение материального баланса, закон действующих масс.

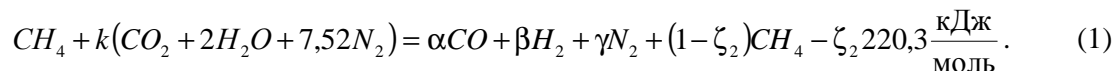
D.I. Paschenko

DETERMINING THE MAXIMUM METHANE CONVERSION RATE BY THE PRODUCTS OF NATURAL GAZ FULL COMBUSTION

Method for determining the maximum methane conversion rate by natural gas full combustion products for different conditions of reforming process is investigated in the article. The graphic and analytical dependence degree of methane conversion on temperature and pressure in the thermo-chemical reactor are shown. The comparison of theoretical values of the converted gas equilibrium to the experimental data is conducted.

Thermo-chemical regeneration, methane conversion rate, reaction equilibrium, mass balance equations, mass action law.

Представляет интерес для большого числа промышленных огнетехнических установок утилизация физической теплоты высокотемпературных дымовых газов путём термохимической регенерации, в основу которой положены эндотермические реакции паровой и углекислотной конверсии метана, описываемые общим уравнением (1):



При условии полного окисления метана и стехиометрического расхода дымовых газов коэффициенты перед соответствующими компонентами реакции будут равны:

$$k = \frac{1}{3}; \alpha = \frac{4}{3}; \beta = \frac{8}{3}; \gamma = 2,51; \zeta_2 = 1. \quad (2)$$

Сущность термохимической регенерации тепла отходящих дымовых газов, как показал Н.А. Семененко [1], заключается в использовании их физического тепла для предварительной эндотермической переработки исходного топлива, которое при этом получает большой запас химически связанного тепла. Способ термохимической регенерации теплоты нуждается в серьезном изучении процессов, протекающих в реакторе. Исследования окисления метана различными веществами, в том числе водяным паром и диоксидом углерода, проводились многими специалистами как теоретически, так и экспериментально. Однако вопрос определения максимальной степени конверсии метана продуктами полного сгорания природного газа, как показал литературный обзор, наиболее широко был исследован экспериментальным путем [2], а теоретические исследования в основном сводились к построению математических моделей лишь для определения вклада той или иной реакции в общий механизм процесса [3]. Настоящая статья дает развернутый анализ процессов, протекающих в термохимическом реакторе, в результате которого становится возможным определение максимальной степени конверсии метана продуктами полного сгорания природного газа в зависимости от технологических параметров и условий протекания процесса.

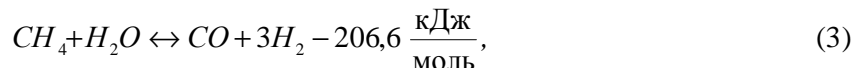
Исследуя энергетическую эффективность применения термохимической регенерации в системах утилизации тепла, необходимо знать максимальную степень конверсии метана, которая при известных технологических параметрах, таких как температура, давление и компонентный состав метано-дымовой смеси, может быть достигнута в термохимическом реакторе. Максимальная степень конверсии метана соответствует равновесной степени конверсии метана для заданных условий протекания процесса.

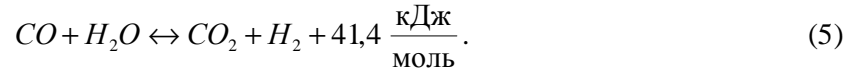
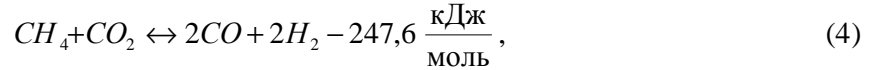
Для определения максимальной степени конверсии метана рассмотрим схему преобразования потоков в термохимическом реакторе (ТХР), приведенную на рис.1. При анализе процесса далее предполагается, что в ТХР поступает чистый метан CH_4 , а также дымовые газы, образованные при сжигании метана, составом $CO_2:H_2O:N_2=1:2:7,52$



Рис. 1. Схема преобразования веществ в термохимическом реакторе

Механизм процессов, протекающих в ТХР в состоянии равновесия, можно представить в виде комплекса химических реакций:





Равновесный состав продуктов, получающихся в процессе риформинга метана, по данным П.А. Теснера [4], определяется реакцией водяного газа (5).

Для определения максимальной степени конверсии метана рассмотрим уравнения материального баланса и закон действующих масс для процессов, протекающих в системе. Уравнения материального баланса по составляющим химико-технологическую систему химическим элементам для стационарного режима функционирования имеет вид:

$$\sum_{j=1}^l n_{ij} = 0, \quad (6)$$

где n_{ij} – поток i -го элемента через j -й вход или выход; l – общее число входов и выходов. Поступающие в систему потоки считаются положительными, а отводимые из системы – отрицательными. Поток отдельного химического элемента выражается через соответствующие потоки химических компонентов системы в соответствии с элементарным составом каждого из компонентов.

При анализе конкретной системы удобно использовать абсолютные величины потоков веществ. Обозначим через ϕ_{ij} – абсолютные величины потоков i -го вещества соответственно на входе ($j = 1$) и выходе ($j = 2$) реактора, моль/с. Тогда уравнения материального баланса по углероду, кислороду и водороду для термохимического реактора примут вид, соответственно:

$$\phi_{CH_4,1} + \phi_{CO_2,1} - \phi_{CH_4,2} - \phi_{CO,2} - \phi_{CO_2,2} = 0, \quad (7)$$

$$\phi_{H_2O,1} + 2\phi_{CO_2,1} - \phi_{CO,2} - 2\phi_{CO_2,2} - \phi_{H_2O,2} = 0, \quad (8)$$

$$4\phi_{CH_4,1} + 2\phi_{H_2O,1} - 4\phi_{CH_4,2} - 2\phi_{H_2,2} - 2\phi_{H_2O,2} = 0. \quad (9)$$

Состав поступающей в реактор газовой смеси характеризуется параметром:

$$\beta = \beta_1 + \beta_2 = \frac{\phi_{H_2O,1} + \phi_{CO_2,1}}{\phi_{CH_4,1}}. \quad (10)$$

Состав продуктов реакции удобно характеризовать двумя параметрами:

$$\zeta_2 = \frac{\phi_{CH_4,1} - \phi_{CH_4,2}}{\phi_{CH_4,1}}, \quad (11)$$

где ζ_2 – степень конверсии метана, т.е. доля метана, прореагировавшего по реакциям (3) и (4); при этом величина $(1-\zeta_2)$ характеризует долю непрореагировавшего метана.

$$\chi_2 = \frac{\phi_{CO_2,2}}{\phi_{CH_4,1}}, \quad (12)$$

где χ_2 – доля метана, окисленного до CO_2 по реакции (3). Равновесие реакции (5) достигается в конце процесса [5], поэтому целесообразно рассматривать параметр χ_2 как долю метана, окисленного до CO_2 по реакции водяного газа.

Нетрудно убедиться, что относительные величины потоков всех компонентов на выходе из реактора (отнесенные к питающему потоку) можно выразить через введенные параметры $\beta = \beta_1 + \beta_2$, ζ_2 , χ_2 .

Из определения ζ_2 следует:

$$\phi_{CH_4,2} = \phi_{CH_4,1}(1 - \zeta_2). \quad (13)$$

На основании отношений (10)-(12) уравнения (7)-(9) примут вид, соответственно:

$$\phi_{CO,2} = \phi_{CH_4,1}(\beta_2 + \zeta_2 - \chi_2), \quad (14)$$

$$\phi_{H_2O,2} = \phi_{CH_4,1}(\beta_1 + \beta_2 - \zeta_2 - \chi_2) = \phi_{CH_4,1}(\beta - \zeta_2 - \chi_2), \quad (15)$$

$$\phi_{H_2,2} = \phi_{CH_4,1}(\beta_1 + 3\zeta_2 - \beta + \chi_2) = \phi_{CH_4,1}(3\zeta_2 - \beta + \chi_2). \quad (16)$$

В этих выражениях по определению $\chi_2 < \zeta_2 < 1$, $\beta > (\chi_2 + \zeta_2)$.

Балансовые уравнения (13)-(16) позволяют минимизировать число параметров, описывающих результирующее изменение состава реакционной смеси на выходе из ТХР, что облегчает последующий анализ системы.

Полагаем, что при достаточно высоких температурах, поддерживаемых в ходе протекания процесса риформинга, реагенты проявляют свойства идеальных газов (в том смысле, что химические потенциалы компонентов определяются их парциальными давлениями). Указанное условие записываем через константы равновесия реакций (3)-(5):

$$K_{p3} = \frac{(p_{H_2})^3 \cdot p_{CO}}{p_{CH_4} \cdot p_{H_2O}}, \quad (17)$$

$$K_{p4} = \frac{(p_{H_2})^2 \cdot (p_{CO})^2}{p_{CH_4} \cdot p_{CO_2}}, \quad (18)$$

$$K_{p5} = \frac{p_{H_2} \cdot p_{CO_2}}{p_{CO} \cdot p_{H_2O}}, \quad (19)$$

где p_i – парциальное давление i -го компонента.

В работе, касающейся термодинамического анализа риформинга метана [6], в качестве независимых уравнений, описывающих все возможные химические превращения в системе, принимаются уравнения полной диссоциации всех компонентов на элементы. Однако, решение такой сложной системы уравнений является нерациональным для процессов, протекающих при температуре, не превышающей 1600 К. Здесь можно пренебречь диссоциацией продуктов реакций (3) и (4), которые содержат большое количество CO и H₂, смещающих равновесие диссоциации CO₂ и H₂O в сторону недиссоциированных молекул.

Известно, что реакция (5) протекает со значительно большей скоростью, чем реакции (3) и (4) [5]. Поэтому вполне обоснованным шагом будет введение в балансовые уравнения дополнительного условия о близком к равновесному соотношению концентраций компонентов реакции на выходе газового потока из ТХР. Введение этого условия, позволяющего уменьшить число независимых переменных параметров при анализе процессов, тем более обоснованно, что при высоких температурах равновесие экзотермической реакции (5) сдвинуто влево, и поэтому вклад этой реакции в материальный и энергетический балансы системы невелик по сравнению с реакциями (3) и (4).

Для определения состава газов при заданных параметрах на выходе из реактора необходимо решить систему, описываемую уравнениями (13)-(16), (19).

Уравнение (19) на основании закона Дальтона запишем в виде:

$$K_{p5} = \frac{x_{H_2,2} \cdot x_{CO_2,2}}{x_{CO,2} \cdot x_{H_2O,2}}, \quad (20)$$

где

$$x_{i,2} = \frac{\phi_{i,2}}{\sum_{i=1}^k \phi_{i,2}}, \quad (21)$$

причём

$$\sum_{i=1}^k \Phi_{i,2} = \Phi_{CH_4,1} (2\zeta_2 + \beta + 3,51). \quad (22)$$

Таким образом, уравнение (20) примет вид:

$$K_{p5} = \frac{(3\zeta_2 - \beta_2 + \chi_2) \cdot \chi_2}{(\beta_2 + \zeta_2 - \chi_2)(\beta - \zeta_2 - \chi_2)}. \quad (23)$$

Для определения параметра χ_2 решим уравнение константы равновесия реакции (5). После простых математических преобразований уравнение (23) приведём к квадратному уравнению относительно переменной χ_2 :

$$(1 - K_{p5})\chi_2^2 + (3\zeta_2 - \beta_2 + K_{p5}(\beta_2 + \beta))\chi_2 - K_{p5}(\beta_2 + \zeta_2)(\beta - \zeta_2) = 0, \quad (24)$$

или

$$a \cdot \chi_2^2 + b \cdot \chi_2 + c = 0, \quad (25)$$

где

$$a = (1 - K_{p5}), \quad b = (3\zeta_2 - \beta_2 + K_{p5}(\beta_2 + \beta)), \quad c = -K_{p5}(\beta_2 + \zeta_2)(\beta - \zeta_2). \quad (26)$$

В уравнении (24) $b > 0$, а так как $\beta > \zeta_2$, то $c < 0$. В тех случаях, когда $K_{p5} > 1$ (при температурах $T < 1100$ К), коэффициент $a < 0$, а значит, $\sqrt{b^2 - 4ac} < b$, и оба корня уравнения (25) будут положительными. Однако, корень со знаком «-» перед $\sqrt{b^2 - 4ac}$ не удовлетворяет условию $\chi_2 > \zeta_2$.

При высоких температурах ($T > 1100$ К) $K_{p5} < 1$, поэтому $a > 0$, и указанный корень уравнения (25) со знаком «-» перед $\sqrt{b^2 - 4ac}$ тоже не подходит, так как в этом случае он меньше нуля. Отсюда следует, что существует единственное решение уравнения (25), имеющее физический смысл:

$$\chi_2 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}, \quad (27)$$

или

$$\chi_2 = \frac{-\left(3\zeta_2 - \beta_2 + K_{p5}(\beta_2 + \beta)\right) + \sqrt{\left(3\zeta_2 - \beta_2 + K_{p5}(\beta_2 + \beta)\right)^2 - 4K_{p5}(1 - K_{p5})(\beta_2 + \zeta_2)(\beta - \zeta_2)}}{2(1 - K_{p5})}. \quad (28)$$

Уравнения (13)-(16), (23), (28) в совокупности позволяют установить функциональную связь между компонентным составом продуктов реакции (3) и (4) с условиями протекания процесса.

Для определения максимальной степени конверсии метана для каждого температурного уровня необходимо и достаточно разрешить относительно ζ_2 уравнение, описывающее равновесие по реакции (3), предполагая, что при достаточно высоких температурах, поддерживаемых в ходе риформинга метана, реагенты проявляют свойства идеальных газов (химические потенциалы компонентов определяются их парциальными давлениями).

После математических преобразований уравнение (17) примет вид:

$$K_{p3} = \frac{(3\zeta_2 - \beta_2 + \chi_2)^3 \cdot (\beta_2 + \zeta_2 - \chi_2) \chi_2}{(3,51 + 2\zeta_2 + \beta)^2 \cdot (1 - \zeta_2) \cdot (\beta - \zeta_2 - \chi_2)} \cdot p^2. \quad (29)$$

Уравнение (29) неявным образом определяет искомую зависимость ζ_2 от температуры процесса. Решение этого уравнения относительно ζ_2 , ввиду его нелинейности и зависимости правой части от температуры процесса (через входящую в выражения для мольных долей

величину χ_2), может быть проведено тем или иным численным способом, например, путем подбора величины ζ_2 при фиксированной температуре.

На рис. 2 представлены рассчитанные зависимости максимальной степени превращения метана ζ_2 от температуры при $p = 1$ ата; 2 ата; 3 ата, при $\beta = 0,667+0,333 = 1,0$.

Так, характер зависимостей, представленных на рис. 2, показывает, что с ростом температуры реакции процесса T происходит увеличение степени конверсии метана, этот факт также подтвержден экспериментальными данными, полученными Фроментом [7] в процессе изучения механизма совместной паровой и углекислотной конверсии метана. Также полученный характер изменения степени конверсии метана от давления в реакторе подтвержден экспериментально в работе по исследованию паровой конверсии углеводородов [8], как метода охлаждения (теплозащиты) теплонапряженных элементов конструкций.

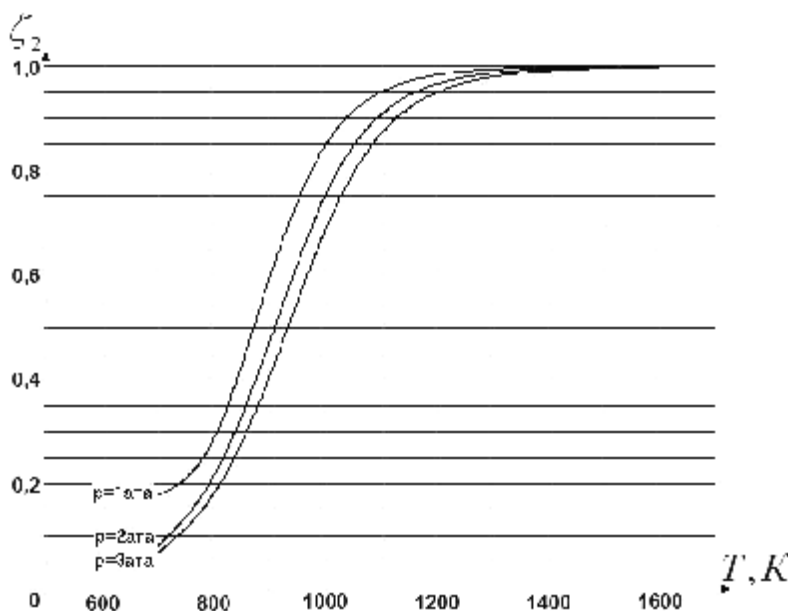


Рис. 2. Зависимость максимальной степени превращения метана ζ_2 от температуры T для различных значений давления p в термохимическом реакторе при $\beta = 1,0$

Таблица 1

Составы равновесных газовых смесей по [2]

Исходная смесь	Температура реакции, К	Состав конвертированного газа, %				
		CO ₂	CO	H ₂	H ₂ O	CH ₄
CH ₄ :H ₂ O:CO ₂ = =1:1,3:0,7	1100	6,64	27,33	52,46	13,49	0,09
	1200	5,56	28,44	51,53	14,46	0,01

Таблица 2

Составы равновесных газовых смесей, определенные теоретически по уравнениям (13)-(16), (23), (28)

Исходная смесь	Температура реакции, К	Состав конвертированного газа, %				
		CO ₂	CO	H ₂	H ₂ O	CH ₄
CH ₄ :H ₂ O:CO ₂ = =1:1,3:0,7	1100	6,79	27,16	52,54	13,40	0,11
	1200	5,72	28,28	51,68	14,31	0,01

Теоретически рассчитанные значения максимальной степени конверсии метана дымовыми газами и соответствующие ей равновесные составы конвертированного газа подтверждаются экспериментальными исследованиями совместной конверсии метана углекислым газом и водяными парами [2], выполненными акад. В.Н. Лавровым.

Сравнивая составы конвертированного газа, полученные в результате экспериментального исследования В.Н. Лаврова (табл. 1), и составы конвертированного газа, рассчитанные теоретически (табл. 2), можно сделать вывод, что приведенная методика расчета позволяет достаточно точно определять максимальную степень конверсии метана. Незначительные расхождения значения составов из табл. 1 и 2 лежат в пределах инструментальной погрешности приборов, использованных В.Н. Лавровым.

В современных термохимических реакторах при объемных скоростях около 6000 ч^{-1} на никельсодержащих катализаторах достигается степень конверсии метана, близкая к равновесной. Поэтому для предварительного технико-экономического обоснования в расчетах достаточно использовать приведенную выше методику.

Если в уравнениях (28) и (29) принять $\beta_2 = 0$, то полученные уравнения (30) и (31) описывают процесс паровой конверсии метана.

$$K_{p3} = \frac{(3\zeta_2 + \chi_2)^3 \cdot (\zeta_2 - \chi_2)x_2}{(3,51 + 2\zeta_2 + \beta)^2 \cdot (1 - \zeta_2) \cdot (\beta - \zeta_2 - \chi_2)} \cdot p^2, \quad (30)$$

$$\chi_2 = \frac{-(3\zeta_2 + K_{p5} \cdot \beta) + \sqrt{(3\zeta_2 + K_{p5} \cdot \beta)^2 - 4K_{p5}(1 - K_{p5})\zeta_2(\beta - \zeta_2)}}{2(1 - K_{p5})}. \quad (31)$$

Значения равновесной степени паровой конверсии метана, определенные теоретически по уравнениям (30) и (31), подтверждаются экспериментальными значениями, приведенными в работах [2, 3, 8, 9].

Таким образом, приведенная методика позволяет, основываясь только на уравнениях материального баланса и законах действующих масс, произвести определение максимальной степени конверсии метана дымовыми газами, при некоторых дополнительных условиях протекания процесса, минуя сложные математические и физические модели, описывающие процесс риформинга метана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семененко Н.А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологическое комбинирование / Н.А. Семененко. М.: Энергия, 1983. 260 с.
2. Лавров Н.В. Физико-химические основы процесса горения топлива / Н.В. Лавров. М.: Наука, 1971. 180 с.
3. Gallucci F. A simulation study of the steam reforming of methane in a dense tubular membrane reactor / F. Gallucci, L. Paturzo, A. Basile // International Journal of Hydrogen Energy. 2004. Vol. 29. P. 611-617.
4. Теснер П.А. Образование углеродов из углеводородов газовой фазы / П.А. Теснер. М.: Химия, 1972. 136 с.
5. Магарил Р.З. Механизм и кинетика гомогенных термических превращений углеводородов / Р.З. Магарил. М.: Химия, 1970. 224 с.
6. Федоров Н.А. Техника и эффективность использования газа / Н.А. Федоров. М.: Недра, 1983. 311 с.
7. Froment G.F. Production of synthesis gas by steam- and CO₂-reforming of natural gas / G.F. Froment // Journal of Molecular Catalysis. A: Chemical. 2000. P. 61-66.

8. Корабельников А.В. Термохимический принцип охлаждения на основе реакции паровой конверсии метана / А.В. Корабельников, В.А. Курганов // Теплоэнергетика. 1996. № 3. С. 45-53.

9. Hoang D.L. Kinetic and modeling study of methane steam reforming over sulfide nickel catalyst on a gamma alumina support / D.L. Hoang, S.H. Chan, O.L. Ding // Chemical Engineering Journal. 2005. Vol. 112. P. 1-11.

Пашенко Дмитрий Иванович –
аспирант кафедры
«Промышленная теплоэнергетика»
Самарского государственного
технического университета

Paschenko Dmitriy Ivanovich –
Postgraduate Student of the Department
of «Industrial Heat-power Engineering»
of Samara State Technical University

Статья поступила в редакцию 04.12.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 621.43.01.016

А.В. Разуваев, Е.А. Соколова, Е.А. Разуваева

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Приводится анализ литературных источников по повышению эффективности энергетической установки на базе поршневого двигателя внутреннего сгорания. Представлены теоретические и экспериментальные данные научных организаций и отдельных исследователей по работе двигателя внутреннего сгорания с повышенным температурным режимом системы охлаждения, в том числе и с высокотемпературным.

Двигатель внутреннего сгорания, эффективность.

A.V. Razuvayev, E.A. Sokolova, E.A. Razuvayeva

EFFICIENCY INCREASE OF POWER PLANTS

In the article the analysis of literary sources for improving power installation efficiency based on piston engine internal combustion is provided. Theoretical and experimental data of scientific organizations and individual researchers of the internal combustion engine work with enhanced thermal cooling including the high temperature work is also considered.

Explosion engine, efficiency.

В современных условиях ограниченного запаса углеводородного топлива повышение эффективности энергетических установок с двигателями внутреннего сгорания является актуальной задачей.

Поставленную задачу по повышению эффективности выпускаемых энергетических установок возможно решать на основе достижения определенных параметров, комплексно характе-

ризирующих экономичность эксплуатации конкретных двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Анализ вариантов повышения эффективности энергетической установки и посвящена данная работа, которая основана на литературных данных при проведении теоретических и экспериментальных исследований на стендах различных организаций и в условиях эксплуатации.

К системе высокотемпературного охлаждения (ВТО) относятся такие системы охлаждения ДВС, в которых температура охлаждающей жидкости на выходе из полостей охлаждения превышает 373 К (100°C).

По теоретическим и экспериментальным исследованиям отечественных и зарубежных авторов [1-7, 17] представляется возможным установить следующие основные преимущества систем ВТО, которые могут быть реализованы в разрабатываемом ДВС:

- создание более благоприятных условий для организации рабочего процесса поршневого ДВС и улучшения его индикаторных показателей на частичных нагрузках за счет повышения температурного уровня охлаждающих стенок камеры сгорания и уменьшения больших коэффициентов избытка воздуха;
- повышение механического КПД ДВС во всем диапазоне нагрузок за счет уменьшения вязкости более нагретого масла на стенках цилиндра;
- перераспределение составляющих теплового баланса ДВС в направлении роста величины потерь тепла с выпускными газами и уменьшения величины потерь тепла с охлаждающей водой, что расширяет возможности применения газотурбинного наддува и дает возможность сократить массогабаритные показатели теплоотводящих устройств (радиаторов);
- стабилизация и выравнивание на всех режимах работы температурных полей деталей ЦПГ, что, несмотря на повышение их температуры в целом, ведет к снижению термических напряжений в этих деталях;
- уменьшение механического износа деталей цилиндрико-поршневой группы (ЦПГ) дизелей, что позволяет в ряде случаев использовать для сжигания более сернистое топливо;
- расширение возможностей для утилизации отходящей теплоты систем охлаждения дизелей.

Эти и другие преимущества систем ВТО убедительно подтверждены многолетним опытом эксплуатации ряда зарубежных и отечественных силовых установок с ВТО ДВС [11-14], некоторые из них представлены в табл. 1.

В США имеются двигатели общей мощностью более 740 тыс. кВт, работающие с температурой охлаждающей жидкости более 373 К.

Во Франции успешно эксплуатируются тепловозы 060-ДА с дизелями «Зульцер», имеющими температуру охлаждающей жидкости 383 К.

Японские фирмы также уделяют большое внимание ВТО ДВС. Ими запатентовано большое количество различных систем ВТО и систем утилизации теплоты ДВС.

С 1952 года системы ВТО начали применяться в отечественных силовых установках с ДВС, преимущественно в газовой промышленности.

Общая мощность силовых установок, работающих с этими системами, составляла уже к середине шестидесятых годов более 45 тыс. кВт [2].

Опыт эксплуатации систем ВТО дополняется результатами их многочисленных теоретических и экспериментальных исследований.

В.Н. Поляков (ХИИТ) проводит теоретические исследования ВТО и делает немаловажный вывод о том, что применение ВТО дает возможность, не ухудшая экономических показателей двигателя, уменьшить ограничение силы тяги тепловоза по холодильнику, снизить вес и объем радиаторной установки тепловоза, уменьшить мощность на привод ее вентилятора.

Эти данные хорошо согласуются с результатами расчетной оценки массогабаритных показателей радиаторов для различных модификаций дизеля 6ЧН 21/21, представленных на рис. 1.

Как видно из графиков на рис. 1, увеличение T_{cool} с 353 К (80°C) до 388 К (115°C) позволило бы сократить массу и площадь радиаторов примерно в 1,5 раза.

Сведения о некоторых двигателях, работающих с ВТО

Завод-изготовитель (фирма)	Число ДВС	В том числе марки	Мощность, л.с.	Оборот. ДВС, об/мин	Диаметр цилиндра, мм	Ход поршня, мм	Наддув	Температура воды, °С
«Миррлисс»	6	KVSS-16	4128	428	381	457	ГТН	121
«Катерпиллер»	9	G353	355	1200	146	203	–	121
«Купер-Бессемер»	6	LSV-12-GDT	3740	360	394	559	ГТН	115
«Дженерал Моторс»	6	IS-8T	1815	514	330	407	ГТН	122
«Климакс»	5	6-110	210-290	1800-2000	127	142	–	110
«Вортингтон»	4	V-125	215	650	190	178	–	121
		SW 14-16	5000	450	356	457	ГТН	120
«Зульцер»	3	SDR-8	1700	450	336	445	ГТН	126
		SCC-6	577	514	273	368	ГТН	121
		LDA-31	3300	935	310	–	–	121
		LDA-28	2400	750	280	–	–	115
«Трансмаш» им. Малышева	2	ЗД-100	1800	810	207	254	–	120
		10Д-100	1500	750	207	254	–	120
		Д-70	3000	1000	240	270	ГТН	125
«Трансмаш» (Барнаул)	2	Д6	150	1500	150	180	–	115
		Д12	300-700	1500-2200	150	180	–	115-125
«Двигатель революции»	1	10ГК	1000	300	355	356	–	127
«Нордберг»	3	FS-B138-isc	1450	450	330	419	ГТН	120
«Кларк»	3	TLA-6	2000	300	432	482		121
«Фербенкс-Морзе»	2	31-A18	2180	277	457	686	ГТН	120
«Ингерсол-Ренд»	2	–	880	330	399	457	–	113
«Чикаго-Пневматик»	2	CP-69	260-430	600-1000	239	266	–	126
«Уайт-Супериор»	2	40-SX-6	510	900	216	266	ГТН	115
«Клокнер-Гумбольдт-Дейтц»	1	6V-8M-545	600	375	320	450	–	125
ОАО «ВДМ»	1	6ЧН 21/21	1200	1500	210	210	ГТН	117..120

Ф.Л. Ливенцев (ЛПИ) в своих работах [2-4] рассматривает системы высокотемпературного охлаждения поршневых двигателей внутреннего сгорания, теоретические основы расчета и определения эффективности этих систем. Так, применение ВТО совместно с утилизацией отходящей теплоты дает возможность повышения эффективного КПД у большинства поршневых ДВС на 6...7% при повышении эффективной мощности установки на 14...16%.

Работы Р.М. Петриченко (ЛВВИСУ) посвящены исследованию гидравлических характеристик [5] систем охлаждения и их расчету, вопросам, связанным с тепловой напряженностью деталей ЦПГ, а также разработке и анализу схем дизельных установок с использованием принципа их высокотемпературного охлаждения. Однако предложенный метод расчета гидравлических характеристик является достаточно трудоемким и, кроме того, необходимо экспериментальное подтверждение результатов расчета.

В работе А.М. Павличенко (НИВТ) [1] проводится анализ влияния температуры охлаждающей жидкости на изменение параметров рабочего цикла, индикаторных и эффективных показателей двигателя, статей теплового баланса. Во второй части приведены экспериментальные данные, полученные при испытании одноцилиндрового дизеля 1Ч 10,5/13 с вы-

сокотемпературным охлаждением, подтвердившие результаты расчетного анализа и доказавшие нецелесообразность использования ВТО в зоне малых нагрузок с целью повышения экономичности дизеля.

Работы В.Г. Кривова и С.А. Синатова [6, 7] посвящены изучению гидравлических характеристик систем ВТО и обеспечению бескавитационной работы насосов в этих системах. Исследования проводились на низкофорсированном дизеле, входящем в состав дизель-генераторной установки.

Всесоюзный научно-исследовательский тепловозный институт подтверждает целесообразность повышения температуры охлаждающей жидкости в зоне малых нагрузок на основании экспериментальных данных, полученных при испытаниях среднефорсированных дизелей 6ЧН 21/21 и 8ЧН 26/26. При этом рекомендуется поддерживать температуру теплоносителей в системе охлаждения в пределах 383...388 К.

Центральный научно-исследовательский дизельный институт (С.-Петербург) рассматривает влияние температурного режима работы двигателя на интенсивность кавитационных процессов в зарубашечном пространстве систем охлаждения [10, 12, 15], анализирует системы ВТО с внешним и внутренним парообразованием.

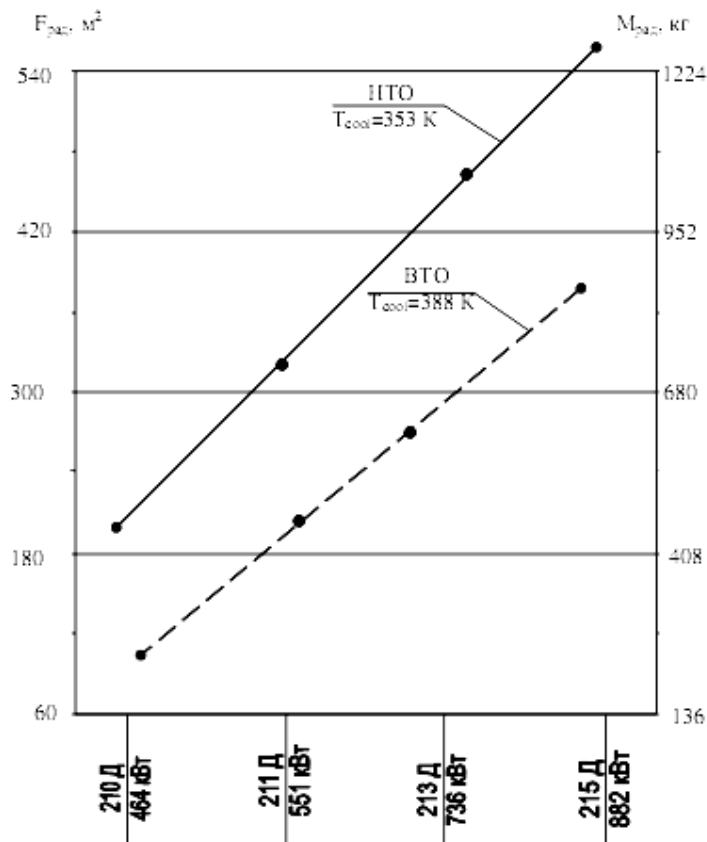


Рис. 1. Площадь и масса радиаторов для различных модификаций дизеля 6ЧН 21/21 (оценочные данные)

Исследования лаборатории ДВС [11] военно-морского ведомства США, выполненные на 18 дизелях различных типов мощностью от 23 до 1475 кВт, показывают, что интенсивный износ происходит при малых нагрузках дизелей и низкой температуре охлаждающей жидкости. Было установлено, что повышение температуры охлаждающей жидкости с 331...333 К до 348...353 К уменьшает износ четырехтактных дизелей в 8...9 раз.

Эксперименты, проведенные на тепловозных дизелях типа Шкода, также подтверждают тот факт, что увеличение температуры охлаждающей жидкости уменьшает износ двигателей. При средней температуре жидкости 348 К содержание железа в масле примерно в 2 раза меньше, чем при температуре 323 К.

На судовых дизелях 3Дб Северного речного пароходства был повышен температурный уровень системы охлаждения дизеля за счет перепуска 30...60% охлаждающей воды в выхлопной коллектор установкой дополнительного трубопровода от водяного насоса к полости выхлопного коллектора. В результате повышения температурного режима охлаждения дизеля 3Дб срок службы гильз увеличился с 2000...2500 до 4500...5000 часов. В выводах, которые приведены в этой же работе, говорится, что модернизация систем охлаждения дизелей, в том числе и повышение температурного режима охлаждения, позволит уменьшить кавитационные разрушения деталей и в 1,5...1,8 раза продлить срок их службы.

В работе [10] приводятся следующие данные при работе дизелей 7Дб. Снижение температуры охлаждающей воды на выходе из двигателя от 373 до 333 К приводит к возрастанию максимальной скорости нарастания давления с 4,2 до 15 кгс/см²/град. п.к.в., а период задержки воспламенения увеличился вдвое – от 9 до 18 град. п.к.в., максимальное давление сгорания увеличилось на 0,25 МПа. Исследования, проведенные на дизеле Дб мощностью 110 кВт при частоте вращения коленчатого вала 25 с⁻¹, показали, что при снижении температуры жидкости с 373 до 333 К значительно повышается уровень вибрации стенок втулки и блока в высокочастотной области спектра колебаний. Эти явления снижают ресурс деталей, а потому рекомендуется поддерживать повышенный температурный уровень в системе охлаждения дизеля.

На рис. 2 показан средний износ двухтактных и четырехтактных дизелей мощностью от 22 до 1800 кВт с диаметром цилиндра от 90 до 320 мм и скорости поршня от 4,9 до 10,0 м/с, который составлен по экспериментальным данным ВМФ США [11]. Интенсивный износ наблюдается при температуре охлаждающей воды 323...343 К и далее он уменьшается, а при температуре, равной 403...413 К, вновь возрастает, но уже за счет разложения масла и механического износа.

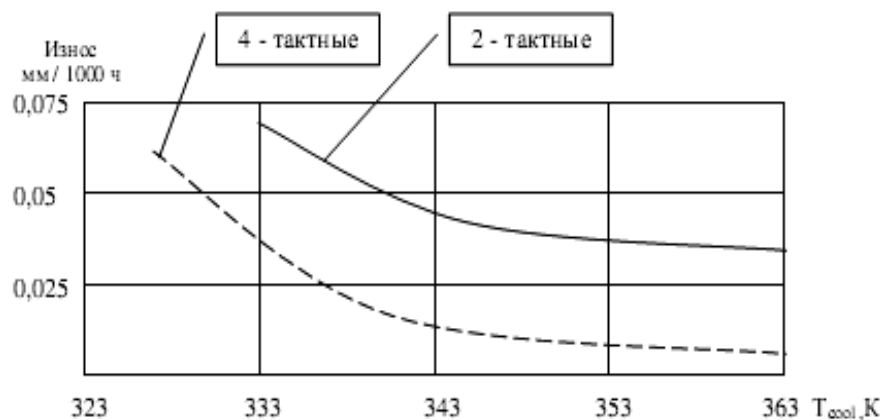


Рис. 2. Средний износ двухтактных и четырехтактных дизелей мощностью от 22 до 1800 кВт

Кроме этого примера, приводится и другой, который также свидетельствует о достаточной эффективности применения ВТО двигателя. Эксперимент на дизеле В2-300 показал, что при увеличении температуры охлаждающей воды от 363 до 403 К время задержки воспламенения и максимальное давление сгорания уменьшились на 8...9%, замечены снижение жесткости работы двигателя и снижение механических потерь. Применение ВТО позволяет повысить эффективность применения установки, дооборудованной системой утилизации те-

плоты. Исследования показывают, что от дизеля мощностью 736 кВт можно получить пар с расходом 800...1000 кг/ч при температуре воды, равной 383...400 К, что достаточно для паровой турбины мощностью 45...52 кВт.

В работе [12] дана оценка влияния отклонения температурного режима охлаждения от оптимального. Известны пять факторов риска, снижающих ресурс полости охлаждения, особенно форсированных дизелей. Первый – режим охлаждения по температуре, отличной от оптимальной (368 К), который принят в расчете ресурса полости охлаждения. Второй – режим охлаждения по давлению в водяной полости, отличный от принятого в расчете и равного 0,1 МПа. Третий – режим охлаждения, отличный от расчетного по скорости охлаждающей жидкости. Четвертый – режим охлаждения, отличный от расчетного по насыщению системы охлаждения кислородом, т.е. наличие постоянно открытой в атмосферу поверхности охлаждающей жидкости в системе либо подсос воздуха. Пятый – работа дизеля длительное время осуществляется на холостом ходу и малых нагрузках с повышенными тепловыми зазорами между втулкой и поршнем.

Далее приводится оценка влияния каждого из приведенных факторов и в результате делается вывод о том, что при одновременном действии всех факторов риска ресурс полости может снизиться с 10000 до 1000 часов, т.е. в десять раз.

Поэтому очень важно соблюдать и тем более необходимо обеспечивать оптимальный температурный режим работы системы охлаждения ДВС.

Температурный режим охлаждения двигателя оказывает влияние на эффективные и индикаторные показатели рабочего процесса дизеля.

Работы, проведенные в этом направлении для дизеля 12ЧН 18/21, вскрыли значительные резервы роста экономичности и снижения жесткости рабочего процесса при повышении температуры в системе охлаждения до оптимального значения. В диапазоне изменения температур от 343 до 393 К жесткость рабочего процесса, характеризуемая максимальной скоростью нарастания давления в камере сгорания, снизилась с 5,25 до 0,32 МПа/град п.к.в., т.е. на 39%. При этом максимальное давление сгорания снижается с 6,60 до 6,05 МПа, т.е. на 10%. С ростом температуры охлаждающей жидкости снижаются потери на трение из-за уменьшения вязкости масла, вследствие этого уменьшается удельный эффективный расход топлива с 225 до 214 г/кВт ч, т.е. почти на 5%.

Для определения оптимального температурного режима охлаждения дизеля, при котором достигается наименьший расход топлива дизеля 8ЧН 26/26 мощностью 883 кВт, были проведены экспериментальные исследования [13].

Анализ результатов исследований показал, что с ростом температуры охлаждающей воды от 343 до 388 К расход топлива уменьшается на всех рабочих режимах. Влияние повышения температуры воды на топливную экономичность возрастает с уменьшением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала. На режиме полной мощности снижение расхода топлива при указанном повышении температуры воды составило 1,5% при минимальной нагрузке (58 кВт, частота вращения коленчатого вала $6,6 \text{ с}^{-1}$) – 3,5%, а на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала $6,6 \text{ с}^{-1}$ – в среднем на 0,2 кг/ч на каждые 10 градусов увеличения температуры воды.

Таким образом, оптимальная температура охлаждающей воды дизеля 8ЧН 26/26 имеет значение выше рекомендованных по техническим условиям, особенно на режимах частичных нагрузок и холостого хода, что является резервом повышения эксплуатационной экономичности данного дизеля.

В работе [14] приводятся экспериментальные данные испытания одноцилиндрового отсека двигателя 1ЧН 24/36 с ВТО при $n = 6 \text{ с}^{-1}$ и $P_e = 0,71 \text{ МПа}$. Температура воды в системе охлаждения изменялась от 303 до 393 К (от 30 до 120°C). При таком изменении температуры воды происходит увеличение температуры: крышки цилиндра (огневого днища) – 56°C, днища поршня – 74°C, верхней части гильзы цилиндра – 64°C.

Снижение первого максимума скорости тепловыделения при увеличении температуры охлаждающей жидкости обуславливает соответствующее снижение максимальной скорости нарастания давления, которое составляет 0,05 МПа /град при увеличении температуры охлаждающей жидкости с 303 до 393 К (от 30 до 120°С) и 0,01 МПа /град на каждые 20 градусов повышения температуры жидкости в диапазоне 333...393 К.

Увеличение температуры воды в зарубашечном пространстве двигателя с 303 до 393 К снижает эффективный расход топлива на 10,8 г/кВт ч.

Кроме того, увеличение температуры охлаждающей жидкости с 303 до 393 К (от 30 до 120°С) приводит к снижению концентрации сажи на 28% вследствие менее интенсивного сажеобразования при повышенных температурах охлаждающей жидкости. Снижение скорости сажеобразования в этом случае объясняется более медленным распространением фронта пламени вследствие уменьшения количества топлива, участвующего в его формировании, а, следовательно, и уменьшения количества топлива, горящего во фронте с выделением свободного углерода.

Таким образом, выполненные исследования показали, что температурный режим охлаждения дизеля оказывает существенное влияние на показатели рабочего процесса, динамику тепловыделения и показатели излучения пламени. Увеличение температуры воды до 383...393 К (110-120°С) можно рекомендовать в качестве средства, снижающего концентрацию сажи в цилиндре и степень черноты пламени на всем протяжении процесса сгорания.

Исследования влияния на скорость изнашивания цилиндрической втулки и хромированного верхнего поршневого кольца температуры охлаждающей жидкости, температуры масла и мощности были проведены на дизель-генераторной установке 2Ч 8,5/11 [15]. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Анализ этих данных показывает, что отношение скоростей изнашивания при нагрузках 25 и 100% не остается постоянным и зависит от температурного режима работы дизеля. Полученные величины относительных скоростей изнашивания свидетельствуют о том, что только при максимальном температурном уровне при изменении нагрузки от 100 до 25% скорости изнашивания деталей уменьшаются примерно в 2 раза.

Таблица 2

Значения относительных скоростей изнашивания деталей
в зависимости от температурного уровня дизеля

Уровни	Температура, К (°С)		Скорость изнашивания, отн.	
	воды	масла	кольца	втулки
Нижний	323 (50)	313 (40)	0,815	0,978
Средний	343 (70)	328 (55)	0,717	0,825
Верхний	363 (90)	343 (70)	0,567	0,584

В настоящее время доказано, что при ВТО износы деталей ЦПГ не превышают показателей при обычном охлаждении [2]. Так, например, по данным обмеров деталей ЦПГ газомоторных компрессоров 10ГК-1 после 12000...13000 ч их работы с испарительным охлаждением средний износ втулок рабочих цилиндров на 1000 ч работы составляет всего лишь 0,01 мм, что в 3,5...4,0 раза меньше норм средних износов цилиндров судовых дизелей.

Здесь же приводятся сведения о силовой установке насосной станции для водоснабжения города Diamond Bar в Южной Калифорнии, на которой оказалось экономически выгодным в сравнении с другими видами приводов, включая и электрический, применить поршневые ДВС, работающие на природном газе и охлаждаемые при помощи высокотемпературных систем. Силовая установка оказалась экономичной, подтвердив прогнозы проекта, а ее система испарительного охлаждения позволяет эксплуатировать двигатели на высоко-

сернистом и «кислом» топливе (газе), в то время как на многих силовых установках это оказалось невозможным из-за коррозионных разрушений двигателей.

Влияние температуры охлаждающей жидкости на величину и характер износа деталей ЦПГ исследовали на двигателе 1Ч 8,5/11 Рижского дизелестроительного завода мощностью 4,4 кВт (6 л.с.) при частоте вращения 25 с^{-1} коленчатого вала.

Испытания проводились по 100 часов в несколько этапов на дизельном топливе ДЛ (ГОСТ 4749) малосернистом и масле Д-11 без присадок и отличались только температурой охлаждающей жидкости 303...388 К (30...115°C).

В табл. 3 приведена зависимость величины износа поршневых колец и втулки цилиндра от температуры охлаждающей жидкости, полученная в результате испытаний.

Таблица 3

Оценочные показатели	Температура воды на выходе из дизеля, °С				
	30	45	60	85	115
Износ компрессионных поршневых колец, мг					
Первого	396	133	99	36	58
Второго	169	90	41	24	43
Третьего	155	83	31	17	37
Износ гильзы цилиндра по диаметру, мкм					
Верхний пояс	220	80	11	13	16
Нижний пояс	30	15	5	–	10

На основании полученных данных можно сделать выводы, что температура охлаждающей воды в двигателе должна быть оптимальной и равной 348..358 К (75...85°C) с целью повышения долговечности и надежности работы двигателей ЦПГ. При понижении температуры воды до 303 К (30°C) износ деталей увеличивается в 6 раз, при повышении температуры до 388 К (115°C) – в 1,5 раза в сравнении с оптимальной.

Фирма «Гетаверкен» рекомендует поддерживать более высокую температуру стенок цилиндров, особенно при работе двигателей с малой нагрузкой. Фирма «Ман» не рекомендует снижать температуру воды ниже 348 К (75°C). Исследования показали, что повышение температуры воды с 338 до 348 К (65 до 75°C) снизило износ втулок на 20%.

В связи с увеличением температуры жидкости в системе охлаждения увеличивается и температура втулки двигателя, а вместе с тем снижается вязкость масла (масляной пленки в зазоре «поршень-втулка цилиндра»). Одним из важнейших физико-химических показателей, обуславливающих надежность сохранения масляной пленки между трущимися поверхностями, является вязкость масла.

Некоторые исследователи отмечают [16], что с увеличением вязкости масла износ деталей двигателя уменьшается (табл. 4). Однако имеются данные, свидетельствующие об увеличении износа с ростом вязкости.

В целом все вышеуказанное справедливо, и в дополнение к этому следует иметь в виду, что для многих двигателей в силу их конструктивных особенностей зависимость износа от вязкости может иметь оптимум (табл. 5) [16].

Таблица 4

Кинематическая вязкость при 100°C, $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$	6,2	7,6	10,4	13,0	15,6	17,7	20,0
Потери в масле поршневых колец, г	9,0	3,4	1,4	0,9	0,7	0,5	0,5

Таблица 5

Кинематическая вязкость при 100°C, 10 ⁻⁶ м ² /с	3,62	4,92	6,45	7,71	7,92	8,7	12,1
Скорость изнашивания, отн. ед/ч	32,5	4,4	3,6	6,8	8,1	12,0	16,5

Приведенные данные достаточно наглядно свидетельствуют об эффективности применения повышенных температурных режимов охлаждения энергетических установок на базе двигателей внутреннего сгорания. В частности, такие режимы способствуют снижению удельного расхода топлива (~2...9%), снижению износа деталей ЦПГ (~50...70%), изменению статей теплового баланса, повышению эффективности применения ДВС с ВТО в системах утилизации.

На основании вышеизложенного и учитывая необходимость повышения эффективности отечественных энергетических установок, становится актуальной задача разработки такой модернизированной системы охлаждения, которая бы обеспечивала заданный, стабильный и повышенный температурный режим охлаждения вне зависимости от режима их работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павличенко А.М. Исследование работы дизеля при высокотемпературном охлаждении / А.М. Павличенко // Тр. НИВТ. Вып. 12. М.: Речной транспорт, 1962. С. 22-97.
2. Ливенцев Ф.Л. Высокотемпературное охлаждение поршневых двигателей внутреннего сгорания / Ф.Л. Ливенцев. Л.: Машиностроение, 1964. 192 с.
3. Ливенцев Ф.Л. Силовые установки с двигателями внутреннего сгорания / Ф.Л. Ливенцев. Л.: Машиностроение, 1969. 320 с.
4. Ливенцев Ф.Л. Оценка температуры цилиндропоршневой группы при высокотемпературном охлаждении / Ф.Л. Ливенцев, Р.М. Петриченко // Энергомашиностроение. 1968. № 8. С. 8-11.
5. Петриченко Р.М. Гидравлические характеристики системы охлаждения дизеля 6ЧН 12/14 / Р.М. Петриченко, В.К. Аверьянов, В.В. Кабыш // Энергомашиностроение. 1973. № 12. С. 22-24.
6. Совершенствование систем высокотемпературного охлаждения дизеля / В.Г. Кривов, С.А. Синатов, В.В. Кабыш, В.К. Аверьянов // Двигателестроение. 1981. № 4. С. 30-34.
7. Исследование замкнутых систем жидкостного высокотемпературного охлаждения дизелей / В.Г. Кривов, С.А. Синатов, В.К. Аверьянов, В.В. Кабыш // Двигателестроение. 1983. № 5. С. 10-13.
8. Влияние высокотемпературного охлаждения на работоспособность высокофорсированного тепловозного двигателя 6ЧН 21/21 в условиях тропического климата / О.Ю. Худяков, Ю.В. Соин, Н.Ф. Егоров, А.В. Разуваев // Труды ВНИТИ. № 66. Коломна, 1987. С. 134-145.
9. Система охлаждения, повышающая экономичность силовой установки тепловозов / НИИинформтяжмаш. Вып. 5-73-1. М., 1973. 44 с.
10. Захаров Г.А. Влияние температурного режима работы двигателя на интенсивность кавитационных процессов в полости охлаждения / Г.А. Захаров, А.М. Пирагов // Тр. ЦНИДИ. Вып. 74. 1978. С. 136-143.
11. Васильев Ю.Н. Новое в конструкции судовых дизелей / Ю.Н. Васильев. Л.: Судостроение, 1972. 270 с.
12. Скуридин А.А. Причины, усиливающие кавитацию в полостях охлаждения при эксплуатации дизелей / А.А. Скуридин // Двигателестроение. 1985. № 11. С. 41.
13. Яковлев Е.А. Оптимальный температурный режим тепловозного двигателя / Е.А. Яковлев // НИИинформтяжмаш. Вып. 4-78-17. М., 1978. С. 6-7.

14. Дьяченко Н.Х. Исследование рабочего процесса показателей излучения пламени при высокотемпературном охлаждении дизеля / Н.Х. Дьяченко, С.А. Батулин // ДВС. Реф.сб. НИИинформтяжмаш. Вып. 4-75-22. М., 1975. С. 5-9.

15. Кайдалов А.Л. Об учете влияния нагрузки на скорость изнашивания деталей дизеля при прогнозировании его долговечности / А.Л. Кайдалов // Тр. ЦНИДИ. Вып. 76. Л., 1979. С. 99-102.

16. Сомов В.А. Повышение долговечности судовых дизелей / В.А. Сомов, Б.С. Агеев, В.В. Чурсин. М.: Транспорт, 1983. 167 с.

17. Разуваев А.В. Поршневые двигатели внутреннего сгорания с высокотемпературным охлаждением / А.В. Разуваев. Саратов: СГТУ, 2001. 128 с.

Разуваев Александр Валентинович – доктор технических наук, доцент кафедры «Технология и автоматизация машиностроения» Балаковского института техники, технологий и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Razuvayev Aleksander Valentinovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Technology and Automated Control of Engineering» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Соколова Елена Анатольевна – ассистент кафедры «Технология и автоматизация машиностроения» Балаковского института техники, технологий и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Sokolova Elena Anatolievna – Assistant of the Department of «Technology and Automated Control of Engineering» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Разуваева Елизавета Александровна – инженер кафедры «Технология и автоматизация машиностроения» Балаковского института техники, технологий и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Razuvayeva Elizaveta Aleksandrovna – Engineer of the Department of «Technology and Automated Control of Engineering» of Balakovo Institute of Engineering, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 624.131.37:624.138.2

Р.Р. Бурханов

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ДЕФОРМАЦИИ БЕТОННОЙ СМЕСИ СФЕРИЧЕСКИ ДВИЖУЩИМСЯ ШТАМПОМ

Статья посвящена изучению процесса уплотнения жёсткой бетонной смеси и определению характера её деформации сферически движущимся штампом.

Уплотнение, нагрузка, исследование, сжатие, структура, напряжения, осадка, деформация, бетонная смесь, процесс, рабочий орган, влияние, давление, отношение, штамп.

R.R. Burkhanov

DEFORMING A CONCRETE MIXTURE ANALYSIS BY SPHERICAL OPERATIVE STAMP

The following article is devoted by studying the process of hard concrete mixture compaction and determination of its deforming nature by spherical operative stamp.

Compaction, load, research, compression, voltage structure, setting, deformation, concrete mixture, process, operating element, influence, pressure, attitude, stamp.

Структура жёсткой бетонной смеси в неуплотнённом состоянии имеет неупорядоченный характер с объемом пустот до 50% и представляет собой рыхлую массу, состоящую из отдельных частиц заполнителя, покрытых оболочками связующего вещества (цементного теста). Для уплотнения к смеси необходимо приложить определенную энергию, чтобы частицы смеси заняли наиболее стабильное положение и из смеси было бы удалено максимальное количество вовлеченного воздуха [1].

Под действием внешней уплотняющей нагрузки бетонные смеси претерпевают структурные изменения, которые зависят от величины и характера приложения нагрузки. При уплотнении в основном происходит смещение частиц друг относительно друга (главным образом в направлении приложения усилия) [2]. Общепринятые представления о процессах, происходящих в уплотняемых материалах с различной структурой при действии уплотняющей нагрузки указывают на то, что их деформации сопровождаются следующими видами перемещений:

1) взаимные смещения структурных агрегатов и отдельных частиц с разрушением удерживающих связей, сопровождающиеся их более плотной укладкой при изменении ориентации частиц и образованием новых, более прочных связей;

2) обжатие и разрушение структурных агрегатов, заполнение трещин и пустот мелкими частицами и образование более крупных агрегатов;

3) выжимание свободной воды и воздуха из пор, способствующее более плотной укладке структурных агрегатов и частиц, а также уменьшению пористости;

4) сжатие и выжимание пленок адсорбированной воды в точках взаимного соприкосновения крупных и мелких частиц;

5) сжатие и частичное растворение в воде пузырьков воздуха, заземленных в порах и не имеющих возможности выжимания [4, 5].

В результате исследования, целью которого было определение характера деформации жесткой бетонной смеси сферически движущимся рабочим органом в вертикальной и горизонтальной плоскостях (конусным штампом с тупым углом при вершине или плоским сферически движущимся штампом (рис. 1)), можно сделать вывод, что интенсивность перемещения частиц смеси для разных органов различна, а процесс уплотнения смеси конусным штампом можно рассматривать как процесс, состоящий из деформации смеси в вертикальной плоскости (рис. 2) и сдвига отдельных объемов смеси относительно других (деформация смеси в горизонтальной плоскости) (рис. 3).

В начале уплотнения происходит сближение частиц смеси, сопровождающееся интенсивным вытеснением воздуха из пор. Под действием касательных и нормальных напряжений, развиваемых рабочим органом, происходит переукладка частиц смеси [3].

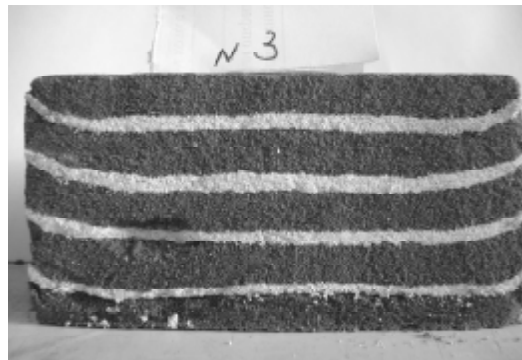


Рис. 1. Прессование жесткой бетонной смеси плоским сферически движущимся штампом

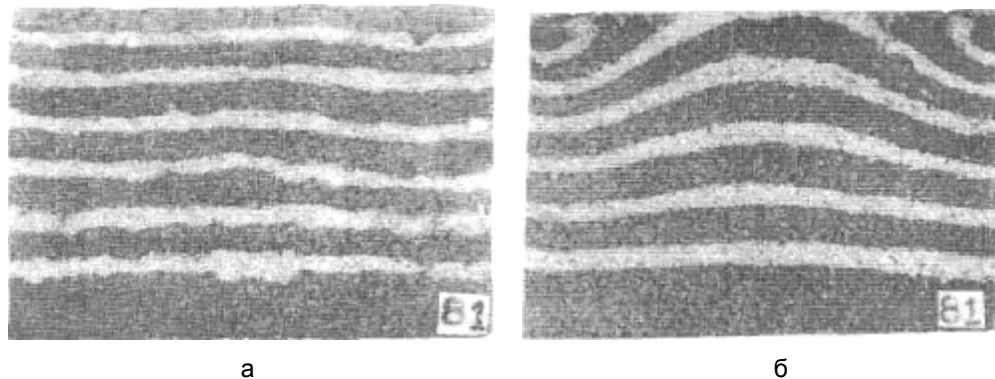


Рис. 2. Деформация смеси в вертикальной плоскости при:
а – $B/C = 0,3$; б – $B/C = 0,4$ (B/C – водоцементное отношение)

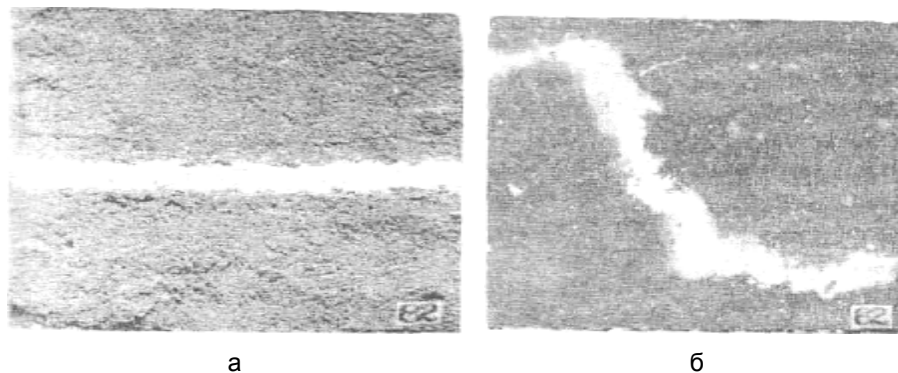


Рис. 3. Деформация смеси в горизонтальной плоскости при различных осадках конусного штампа: а – 10 мм; б – 25 мм

Следует отметить, что за счет перекатывания рабочего органа (конуса с тупым углом при вершине (рис. 4) или плоского сферически движущегося штампа) по уплотняемой поверхности воздействие касательных и нормальных напряжений на частицы смеси носит циклический характер. Это приводит к резкому снижению внутреннего трения смеси и к возможности уменьшения необходимых статических нагрузок. Однако превышение предельных значений касательных напряжений может привести к разрыхлению смеси. Это наблюдается при уплотнении смеси конусным штампом с большим углом нутации и при продолжительном воздействии уплотняющей нагрузки.

Структура смеси, уплотненной конусным рабочим органом, характеризуется тесным контактом частиц заполнителя, между которыми остается лишь тонкая прослойка раствора. Однако неравномерная деформация смеси в вертикальной и горизонтальной плоскостях негативно сказывается на качестве бетона.



Рис. 4. Сферически движущийся конический рабочий орган

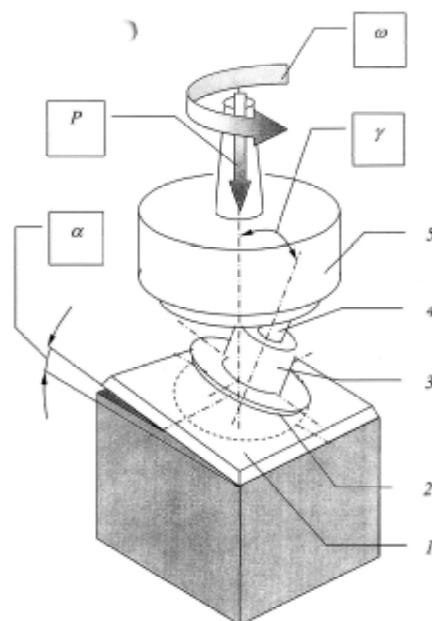


Рис. 5. Плоский сферически движущийся штамп: 1 – плоская плита; 2 – конический рабочий орган; 3 – стакан; 4 – шпindel; 5 – патрон; P – уплотняющее усилие; α – угол наклона штампа; ω – частота вращения приводного вала; γ – угол нутации

Исследования влияния изменения угла нутации конического рабочего органа на процесс уплотнения показали, что с увеличением его от 2 до 18° наблюдается изменение интенсивности перемещения частиц друг относительно друга, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

С уменьшением угла нутации (рис. 5) интенсивность воздействия штампа на смесь снижается и при равенстве нулю процесс становится аналогичным одностороннему прессованию с вытекающими из этого последствиями. При этом слои смеси деформируются равномерно в центральной части образца. По периферии на интенсивность перемещения частиц влияют силы трения, возникающие в околостенной зоне. Причем заданная осадка достигается при больших значениях уплотняющих давлений.

Для конусного органа разброс плотности в вертикальной плоскости при коэффициенте уплотнения, равном 0,96, составляет 20%, а по горизонтали – 30%. Для плоского штампа разброс плотности по горизонтали составил от 3 до 7% и соответственно прочности от 18 до 24%. Удельное давление для конусного штампа $(75-91) \cdot 10^4$ Па. Для плоского штампа $(28-40) \cdot 10^4$ Па. Коэффициент уплотнения есть отношение полученной плотности к теоретически возможной плотности. Приведенное удельное давление – это давление, которое получается делением уплотняющей нагрузки на площадь уплотняемого изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокер В.И. Жесткие бетонные смеси в производстве / В.И. Сорокер, В.Г. Довжик. М.: Изд-во литературы по строительству, 1964. 307 с.
2. Руденко И.Ф. Формование изделий поверхностными устройствами / И.Ф. Руденко. М.: Изд-во литературы по строительству, 1972. 104 с.
3. Бурханов Р.Х. Исследование и создание оборудования с прецессирующим рабочим органом для уплотнения жестких бетонных смесей: дис. ... канд. техн. наук / Р.Х. Бурханов. Саратов, 1982. 154 с.
4. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. М.: Высшая школа, 1978. 455 с.
5. Бугров А.К. О влиянии траектории нагружения на напряженно-деформированное состояние / А.К. Бугров // Основания и механика грунтов. 1980. № 2. С. 24-26.

Бурханов Ренат Рушанович –
аспирант кафедры
«Строительные и дорожные машины»
Саратовского государственного
технического университета

Burkhanov Renat Rushanovich –
Postgraduate Student of the Department
of «Building and Road Machines» of
Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.12.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 711.42.424

В.Ю. Коннов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ УЕЗДНЫХ ГОРОДОВ

Разработаны теоретические модели функционально-планировочной организации центров уездных городов Саратовской губернии, которые могут

стать основой проектных решений и научно-практических рекомендаций по сохранению целостных средовых градостроительных узлов уездных городов.

Модели функционально-планировочной организации, адаптация, консервация, нейтральная фоновая архитектура, музей историко-архитектурного наследия под открытым небом, ценностное зонирование, функциональное зонирование.

V.Yu. Konnov

THEORETICAL MODELS OF FUNCTIONAL-PLANNING ARRANGEMENT OF HISTORICAL CENTRE OF DISTRICTS

Working out the theoretical models of functional and planning organization arrangement of historical centre of Saratov region districts which can be a base for design determination, theoretical and practical recommendation for software conservation of integral town planning knots.

Models of functional and planning organization, adaptation, conservation, neutral. background architecture, outdoor museum of historical and architecture heritage, value zoning, functional zoning.

Для выявления конкретных проблем исторических поселений и разработки рекомендаций по созданию моделей функционально-планировочной организации исторических центров уездных городов выделяют следующие положения:

1. Одними из основных направлений в реализации моделей являются адаптация и консервация исторической застройки. За счет этого можно обеспечить физическую сохранность зданий и предотвратить их моральный износ [1]. Это относится как к памятникам истории и архитектуры различных рангов (местного, федерального), так и к ценной рядовой архитектуре исторических центров городов.

2. Помимо адаптации и консервации сохранившейся до наших дней исторической застройки, разработка моделей функционально-планировочной организации центров уездных городов невозможна без нового строительства. На территории рассматриваемых городов новое строительство необходимо вести в соответствии с двумя основными требованиями:

- воспроизводство копий утраченных памятников архитектуры как на месте воссоздания (по возможности), так и в других местах города;
- возведение нейтральных фоновых зданий в зоне, насыщенной ценной исторической застройкой.

В свою очередь, нейтральную фоновую архитектуру можно разделить на два типа: применение нейтральной стилистики и создание зеркального отображения исторической архитектуры в новых зданиях, посредством применения отражающих ограждающих конструкций фасадов.

3. Не менее важным положением функционально-планировочной организации центров уездных городов является регламентация градостроительного развития конкретного города, исходя из сложившихся историко-градостроительных закономерностей развития данной территории, а также ценностных характеристик градостроительных фрагментов городской среды. Особое внимание следует уделить преемственному и поступательному развитию городских территорий, находящихся в непосредственной близости к участку исторического центра с наиболее ценной застройкой и охранной зоне территории исторического центра [1].

Для этого необходимо сохранять масштабность и целостность существующей застройки и транслировать эти свойства при развитии прилегающих городских территорий.

4. Положение по дифференциации методов и приемов реконструкции необходимо по трем причинам:

– историческая застройка и фрагменты городской среды уездных городов Саратовской губернии имеют различную степень ценности и сохранности;

– часть городских территорий частично или полностью утратила первоначальную планировочную структуру и объекты, которые входили в состав комплексов, формирующих законченный функционально-планировочный образ исторических центров;

– включение некоторых ценных исторических зданий в федеральные программы по сохранению культурного наследия конкретного региона невозможно по причине несовершенства законодательства в сфере охраны памятников истории и культуры¹.

Типы зонирования исторических центров уездных городов

Модели функционально-планировочной организации центров рассматриваемых городов учитывают особенности использования конкретной городской территории в качестве самостоятельного функционально-планировочного элемента в структуре города и одновременно – объекта экспозиции архитектурного наследия под открытым небом.

Зонирование подразделяется на ценностное и функциональное.

Разработанная модель функционально-планировочной организации имеет четыре основные **ценностные зоны**, присущие всем рассматриваемым городам.

Зона наиболее ценной исторической застройки включает в себя городскую территорию с наибольшей концентрацией ценных памятников архитектуры и истории, ансамбли, комплексы, а также отдельные объекты городской среды полифункционального назначения (культурные, административные, медицинские, культурно-просветительские и пр.). В этой зоне новое строительство допускается в исключительных случаях при условии максимальных ограничений: этажность, протяженность (сомасштабности), стилистика, применяемые материалы.

Зона ценной исторической застройки состоит в основном из ценной рядовой застройки с включениями нескольких особо ценных зданий или комплексов зданий. Ценная рядовая застройка, формирующая городскую ткань данной зоны, является преимущественно одно-двухэтажной. Исходя из этого, здесь следует особое внимание уделить ограничениям по этажности и протяженности (сомасштабности) вновь возводимых зданий и сооружений.

Зона малоценной исторической застройки играет важную роль в формировании восприятия всей территории функционально-планировочной организации исторических центров малых уездных городов. В этой зоне процентное соотношение современной (60-80-е гг. XX в.) и исторической (конец XVIII – начало XX вв.) застройки имеет значительный перевес в сторону современной застройки. В состав этой зоны могут входить устойчивые доминантные элементы: храмовые комплексы и ансамбли, соборы, часовни, комплексы промышленных зданий. Поэтому здесь необходимо ввести ограничения по высотности вновь возводимых зданий только в тех случаях, если это будет негативно влиять на целостное восприятие отдельных элементов городской среды.

Охранная зона территории исторического центра должна обеспечивать сохранность исторически сложившейся городской среды, ее функционально-планировочных взаимосвязей, трассировки улиц, сетки городских кварталов и т.д. Этому должны способствовать предложенные выше положения о регламентации градостроительного развития рассматриваемой территории города.

¹ № 73-ФЗ от 25.06.2002 г.

Помимо ценностного зонирования территория исторических центров уездных городов имеет четкую структуру **функционального зонирования**. Она включает четыре основные функциональные зоны [2].

Зона объектов экспозиции архитектурного наследия под открытым небом охватывает наиболее ценную территорию, на которой расположены здания следующих функциональных типов: культовые, административные, торговые, культурно-просветительские, крупные жилые особняки, а также медицинские учреждения. Представленная функциональная зона тесно взаимосвязана с ценностной зоной наиболее ценной исторической застройки.

Зона ансамблей и комплексов играет важную роль в формировании городской планировочной структуры, в частности отдельных функционально-планировочных узлов города. К этой зоне относятся культовые ансамбли и комплексы, ансамбли целых городских площадей и улиц, комплексы промышленных предприятий, а также ансамбли и комплексы отдельных городских объектов, таких, как: городская управа, реальное училище, женская гимназия и т.д.

Туристско-рекреационная зона базируется как на исторической, так и на современной застройке. Историческая составляющая этой зоны включает в себя: памятники архитектуры, истории и культуры; памятники садово-паркового искусства (СПИ); архитектурные ансамбли и видовые панорамы; памятники и монументально-скульптурные композиции; памятные и мемориальные знаки. К объектам туристско-рекреационного сервиса данной зоны, представленным в основном современными зданиями и сооружениями, относятся: туристско-информационные центры; гостиничные комплексы; сувенирные лавки; кафе; рестораны и прочие необходимые объекты обслуживания туристов.

Селитебная зона исторических центров уездных городов является наиболее обширной по площади. В ее состав входят преимущественно исторические здания, в которых сочетаются жилые и общественные функции. Эта зона включается в состав вышеперечисленных зон и может частично занимать их территории.

Рекомендации по созданию теоретических моделей функционально-планировочной организации исторических центров уездных городов

Главным направлением рекомендаций является создание теоретических моделей, на базе которых в дальнейшем можно разрабатывать проектные решения и научно-практические рекомендации по сохранению и преобразованию исторических центров уездных городов. Кроме того, на базе рекомендаций можно разрабатывать музеи под открытым небом и туристско-рекреационную инфраструктуру, задействовав как весь потенциал территории города, так и рекреационные маршруты в его окрестностях.

Основываясь на базе основных положений функционально-планировочной организации исторических центров, разработанных в данном исследовании, типах зонирования территории исторических центров, анализе исторических центров уездных городов Саратовской губернии, а также сравнительном анализе уездных городов Саратовской губернии с малыми городами Центральной России, появилась возможность разработки рекомендаций для создания моделей функционально-планировочной организации исторических центров уездных городов.

1. Максимальное сохранение исторически сложившейся городской среды.

Для сохранения целостного комплекса градостроительной системы, отражающего облик старого города, необходимо проектное решение на территорию исторического центра конкретного города. На первом этапе, как предпосылки к созданию данного проекта, могут быть разработаны модели функционально-планировочной организации центров уездных городов. Для создания моделей необходимо:

- обозначить границы территории исторического центра и охранных зон вокруг нее;
- выделить ценностные и функциональные зоны внутри рассматриваемой территории;

– дифференцировать методы и приемы реконструируемой среды, применительно к конкретной ситуации (реставрация, реконструкция, регенерация, ограниченное преобразование, адаптация, полное воссоздание и создание фоновой окружающей застройки).

Особое внимание следует уделить сохранению подлинности облика зданий, формирующих каркас исторического центра. Для этого необходимо сохранять подлинные фасады, конструкции, материалы отделки при выполнении таких видов работ, как: текущий ремонт, реставрация, реконструкция.

Воссоздание утраченных объектов можно производить только в тех случаях, если это необходимо для сохранения целостности градостроительной композиции. При воссоздании утраченных исторических зданий необходимо учитывать ряд условий:

- местоположение воссоздаваемого здания должно строго соответствовать первоначальному;
- основой для воссоздания утраченных объектов должны являться оригинальные чертежи, обмеры, фотофиксация, выполненные квалифицированными специалистами;
- работы по воссозданию необходимо выполнять при участии специалистов в области реставрации.

2. Включение объектов исторических центров в многофункциональную систему современного города.

Для полноценного функционирования исторического центра конкретного уездного города, как экспозиции историко-архитектурного наследия под открытым небом, необходимо повысить его функциональную значимость. С учетом того, что преобладающей функцией внутри рассматриваемой территории является жилая функция, данная ситуация влечет за собой необходимость улучшения условий проживания населения в кварталах, формирующих ткань исторического центра, вплоть до создания элитного жилья на базе исторических памятников архитектуры (такие примеры уже давно встречаются в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде).

Помимо повышения уровня комфортности проживания, также необходимо восстановление утраченных функций лавок, магазинов, ремесленных мастерских, ателье и др. Кроме того, для привлечения туристских ресурсов в рассматриваемые участки городской структуры, необходимо введение новых функций, связанных с развитием туристско-рекреационного сервиса, а также с обслуживанием населения.

3. Создание экспозиции музея историко-архитектурного наследия под открытым небом.

Этот аспект является ключевым и имеет определяющее значение в сохранении и развитии рассматриваемых городов. Определяющим базисом для привлечения и развития туризма, в том числе – международного, является раскрытие всего многообразия экспозиции историко-архитектурного наследия под открытым небом (градостроительного, функционального, стилистического, типологического и т.д.). Такое использование данной территории позволит создать экономический ресурс для сохранения и развития центров уездных городов Саратовской губернии.

4. Прокладка туристских маршрутов.

Чтобы привлечь в малые исторические города наибольшее количество туристов, необходимо использовать весь потенциал как конкретного города, так и прилегающей к нему территории. Туристские маршруты для исторических городов разрабатываются исходя из следующих составляющих:

- территория экспозиции музея историко-архитектурного наследия под открытым небом, расположенная непосредственно в структуре города, его историческом центре;
- уникальные природно-ландшафтные территории, расположенные в окрестностях города;
- создание развитой сети мини-отелей, санаториев, туристических баз для летнего и зимнего видов отдыха.

Предлагаемые рекомендации по созданию теоретических моделей функционально-планировочной организации исторических центров уездных городов Саратовской губернии могут являться:

- проектным решением по сохранению и преобразованию исторических центров уездных городов;
- базисом для разработки охранной и методической деятельности государственными органами охраны памятников истории и архитектуры;
- частью учебно-методических программ в вузах архитектурно-градостроительного профиля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Романова Л.С. Здесь начинался Томск. Прошлое, настоящее, будущее / Л.С. Романова. Томск: Изд-во Томск. гос. арх.-строит. ун-та, 2004. 219 с.
2. Косицкий Я.В. Архитектурно-планировочное развитие городов: курс лекций / Я.В. Косицкий. М.: Архитектура-С, 2005. 260 с.

Коннов Василий Юрьевич –
аспирант кафедры «Архитектура»
Саратовского государственного
технического университета

Konnov Vasilij Yuriyevich –
Postgraduate Student
of the Department of «Architecture»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 14.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 711.42.424

В.О. Мосин

МОДЕРНИЗАЦИЯ СЕТИ УЧРЕЖДЕНИЙ ДЛЯ ОСОБЫХ ДЕТЕЙ

Анализируется существующая сеть учреждений для особых детей г. Саратова и Саратовской области. Рассматривается возможность строительства проектов учреждений, созданных в советский период в городе Саратове. Представлены возможные пути и этапы архитектурно-градостроительной модернизации существующих учреждений для особых детей.

Абилитация, адаптация, интеграция, интеграционное пространство, аккомодальная среда.

V.O. Mosin

MODERNIZATION OF THE INSTITUTION NETWORK FOR SPECIAL CHILDREN

The given article presents the analysis of existing institution network for special children of Saratov region. The author examines the opportunity of in-

stitution projects construction created during the Soviet period in Saratov. The article gives possible ways and stages of architecturally-town-planning modernization of existing institutions for special children.

Abilitation, adaptation, integration, integration space, accommodation environment.

Проблема создания архитектурной среды для детей-инвалидов существует во всем мире. Дети – будущее любой страны. Отношение к детям-инвалидам наиболее точно определяет состояние и уровень развития общества любого государства. С осознанием в мировом сообществе инвалидности не как ущербности, а как особенности того или иного индивидуума, пришло и новое понимание окружающей «особого индивидуума» материальной и социальной среды.

Инвалидность – это не состояние, но процесс ограничения возможностей, процесс, где нарушения телосложения, функций организма или условий окружающей среды снижают активность человека и затрудняют его деятельность [1].

В дальнейшем автором вместо понятия «дети-инвалиды» или «ребенок-инвалид» будет использоваться понятие «**особые дети**» или «**особый ребенок**», введенное М. Селигман и Р.Б. Дарлинг [2].

Абилитация (от латинского *habilitas* – способность) – создание новых способностей особого ребенка, сопоставимых со способностями здорового ребенка путем медицинских, педагогических и других методов [3].

В данном контексте понятие «абилитация» является более полной по сравнению с понятием «реабилитация» (возвращение способности), поскольку, например, ребенок, родившийся с теми или иными нарушениями, не возобновляет когда-то утраченные способности, а приобретает.

Адаптация (от латинского *adeptio* – достижение) – реализация индивидуумом (особым ребенком) накопленного социального потенциала в данном сообществе [3].

Интеграция (от латинского *integratio* – восстановление, восполнение) – процесс, в рамках которого общество обеспечивает условия для реализации максимального социального потенциала каждого индивида [3].

Интеграционное пространство – это пространство, представляющее собой совокупность образовательных форм, являющихся по отдельности его подпространствами, внутри которого предусматривается многообразие маршрутов движения для особого ребенка [3].

Процесс интеграции особого ребенка в общество не может происходить без совокупности процессов абилитации и адаптации.

Автором данной статьи для понимания архитектурно-приспособленной среды для особых детей вводится общее понятие «**аккомодальная среда**».

Аккомодальная среда (от латинского *accommodatus* – приспособленный, соответствующий, подобающий, пригодный) – это материальная (архитектурная) среда, отвечающая потребностям особых детей.

В настоящее время правильные государственные инициативы, декларируемые Правительством РФ, сталкиваются с множеством препятствий. Во-первых, это связано с социальной инерцией, полученной в наследство от социалистического строя, а во-вторых – с чиновничьими барьерами, которые препятствуют реализации новой социально-правовой системы, обеспечивающей права особых детей. На современном этапе Россия значительно отстает от передовых зарубежных стран в вопросах абилитации и адаптации особых детей. Перед российским обществом остро стоит задача включения в нормальную и по возможности активную жизнь тысяч особых детей.

Автором данной статьи был проведен анализ четырех школ-интернатов, трех домов-интернатов и трех реабилитационных центров для особых детей г. Саратова и Саратовской области по следующим критериям:

- 1) размещение;
- 2) организация прилегающих участков;
- 3) организация внешнего облика и внутреннего пространства здания.

1. Все учреждения расположены в городской черте, четыре из них находятся вблизи оживленных магистралей. Пять из десяти анализируемых учреждений располагаются вдали от озелененных территорий и лесных массивов.

2. Школы-интернаты, дома-интернаты и реабилитационные центры для особых детей г. Саратова и Саратовской области имеют недостаточную площадь прилегающего участка. Характерной чертой всех анализируемых учреждений является отсутствие аккомодальной среды на участках.

3. Все рассматриваемые учреждения размещаются в приспособленных зданиях, построенных для выполнения иных функций. Внешние облики зданий не отражают их назначение. Внутреннее пространство зданий организовано таким образом, что затруднена функциональная взаимосвязь помещений. Ряд необходимых помещений в зданиях школ-интернатов и реабилитационных центров отсутствует, что противоречит требованиям существующей нормативной документации. Здания анализируемых учреждений не имеют аккомодальной среды, способствующей абилитации и адаптации особых детей.

В ходе всестороннего исследования учреждений для особых детей г. Саратова и Саратовской области, проведенного автором данной статьи, был сделан вывод о неспособности существующей системы учреждений обеспечить полную абилитацию и адаптацию особых детей в современных условиях.

Данный вывод не затрагивает работы специалистов, связанных с особыми детьми, а лишь относится к архитектурно-градостроительным аспектам.

Для выявления возможных методов архитектурно-градостроительной модернизации существующей сети учреждений для особых детей, автором был проведен анализ отечественного опыта проектирования и строительства учреждений данного типа.

В Советском Союзе был разработан комплекс проектных работ, связанных с формированием сети учреждений для особых детей. В 80-е годы были созданы проекты школ-интернатов для особых детей, которые отвечали требованиям организации проживания, воспитания и обучения, однако, строительство данных учреждений так и не получило широкого распространения. Во многом это было связано с укомплектованностью школ-интернатов (от 292 до 372 воспитанников) и, как следствие, с крупными размерами здания школы-интерната и прилегающих участков. Общая площадь здания составляла, по заданию на разработку типовых проектов городского назначения, от 4000 до 6500 м², а площадь прилегающего участка от 2 до 2,5 га [4].

Поскольку в 90-е и 2000-е годы проекты специализированных учреждений в России не разрабатывались, автором была проанализирована возможность строительства в настоящее время школ-интернатов для особых детей по проектам, созданным в 80-е годы.

Автором данной статьи были искусственно смоделированы две ситуации на примере города Саратова:

1. Школа-интернат для особых детей открытого типа, где проживают дети-сироты и учатся совместно с детьми из семей.

2. Школа-интернат для особых детей закрытого типа (что предусматривалось проектами советского периода), где проживают и учатся только дети-сироты.

Город Саратов имеет численность населения – 831 тыс. чел., общую площадь – 0,38 тыс. кв. км, в городе проживают 1867 особых детей [5]. Для города Саратова, при укомплектованности школ-интернатов для особых детей (292-372 места),

учитывая разделение детей по нозологическим признакам, учреждений данного типа должно быть пять.

1. При размещении школы-интерната открытого типа, в первую очередь учитывается радиус пешеходной доступности, как и для общеобразовательных школ – не более 0,5 км [6]. Следовательно, возникает необходимость размещения всех пяти школ-интернатов в городской черте.

Проведенный автором анализ территорий города Саратова, на предмет возможного размещения участков данного вида учреждения в городской черте, позволил выявить:

- десять участков, учитывая требования, регламентирующие их площадь;
- из них пять соответствуют требованиям доступности данного учреждения;
- из пяти вышеприведенных – один соответствует современным санитарно-гигиеническим требованиям, предъявляемым к учреждениям данного типа при размещении.

Таким образом, в городской черте г. Саратова возможно размещение одного учреждения данного типа, что является недостаточным.

2. Размещение школы-интерната закрытого типа не регламентируется требованиями доступности, поскольку особые дети воспитываются, учатся и проживают в одном здании. Следовательно, размещение данного вида учреждения возможно за пределами городской черты с учетом санитарно-гигиенических требований. Однако, закрытый тип учреждения исключает возможность создания интеграционного пространства, а также возможность интеграции особых детей в общество. Особый ребенок теряет возможность адаптации к условиям как материальной, так и социальной среды, и, как следствие, по достижении им совершеннолетия исключается (в большинстве случаев) из общественной и трудовой жизни страны.

Существование учреждения закрытого типа нарушает права особых детей и противоречит современному законодательству Российской Федерации [7].

Исходя из необходимости преобразования сложившейся с течением времени существующей системы учреждений для особых детей, автором предлагается архитектурно-градостроительная модернизация на примере г. Саратова и Саратовской области, включающая в себя два этапа – **трансформацию и новое строительство** (рис. 1).

Трансформация не включает в себя преобразование существующих комплексов домов-интернатов и реабилитационных центров. Дома-интернаты, по факту, остаются учреждениями закрытого типа, что является прямым нарушением прав особых детей и противоречит современному законодательству РФ. Автором также не рассматривается возможность трансформации реабилитационных центров г. Саратова и Саратовской области, поскольку реновация зданий детских садов, в которых располагаются данные учреждения, не возможна без кардинального изменения конструктивной, функционально-планировочной и объемно-пространственной составляющих.

Трансформация существующих школ-интернатов для особых детей состоит из интерного и экстерного преобразования.

Интерное преобразование заключается во внутренней реновации здания без изменения его габаритов: устройство необходимых помещений путем приспособления части существующих; перепланировка внутреннего пространства для обеспечения рациональных взаимосвязей между помещениями; создание аккомодальной среды; реструктуризация за счет снижения вместимости и введения дополнительной функции.

Экстерное преобразование заключается в формировании дополнительного функционального блока: отдельно стоящее здание; пристройка; вставка; надстройка.

Также предусматривается реновация прилегающих участков: организация специализированных площадок для адаптации особых детей; создание аккомодальной среды; организация участка в два уровня.

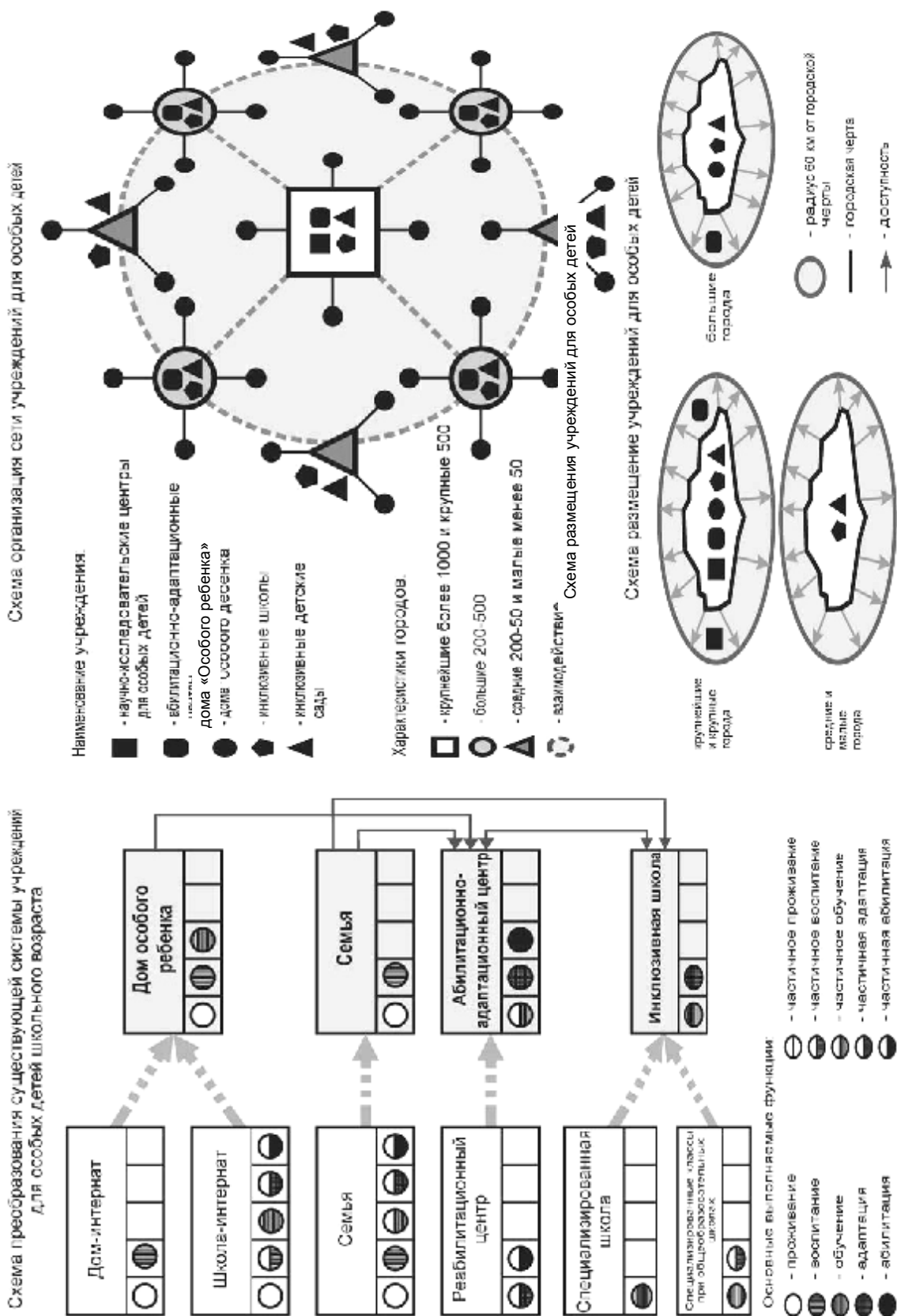


Рис. 1. Модернизация существующей системы учреждений для особых детей

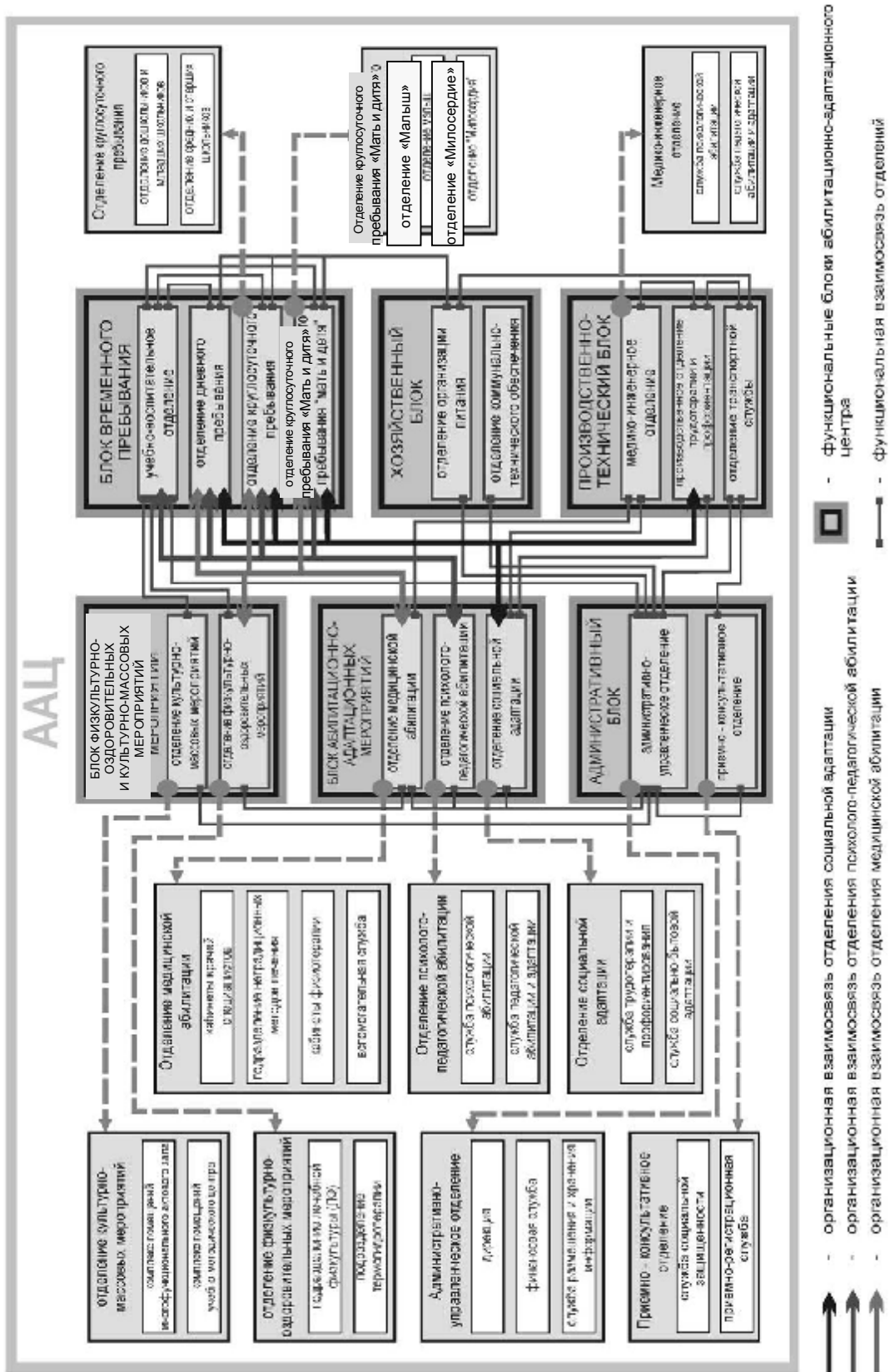


Рис. 2. Организационно-функциональная модель абилитационно-адаптационного центра (ААЦ)

Новое строительство предусматривает создание: инклюзивных школ, инклюзивных дошкольных учреждений, домов «особого ребенка», научно-исследовательских центров для особых детей, абилитационно-адаптационных центров (ААЦ).

Во всех учреждениях предусматривается аккомодальная среда на уровнях: здание; прилегающий участок.

Инклюзивные школы и дошкольные учреждения являются учреждениями для совместного обучения здоровых и особых детей.

Размещение инклюзивных дошкольных учреждений, школ и домов особого ребенка предусматривается в черте города в крупнейших, крупных, больших, средних и малых городах.

Размещение научно-исследовательских центров предусматривается в крупных и крупнейших городах, на базе исследовательских медицинских институтов.

Размещение ААЦ возможно в крупнейших, крупных и больших городах, как в городской черте, так и за ее пределами с учетом санитарно-гигиенических требований.

На основе анализа, проведенного автором данной статьи, социально-правового и медико-педагогического аспектов, отечественного и зарубежного опыта строительства и проектирования учреждений для особых детей, а также анализа существующих нормативных документов, автором дано определение абилитационно-адаптационного центра и сформирована организационно-функциональная модель ААЦ (рис. 2).

Абилитационно-адаптационный центр – это такой вид учреждения для особых детей, деятельность которого основана на принципах частичного коррекционно-развивающего обучения, индивидуальной психолого-педагогической и медико-социальной помощи особому ребенку, ранней диагностики и коррекций отклонений в развитии, сотрудничества семьи и школы.

Абилитационно-адаптационный центр не является учреждением для постоянного проживания и обучения особых детей, но является учреждением для их абилитации и адаптации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основы реабилитации инвалидов: учеб. пособие. Волгоград: Изд-во Волгоград. гос. ун-та, 1999. 88 с.
2. Селигман М. Обычные семьи, особые дети / М. Селигман, Р. Дарлинг. М.: Теревинф, 2007. 368 с.
3. Особый ребенок: исследования и опыт помощи. М.: Теревинф, 2000. Вып. 3. С. 5-21.
4. Степанов В.К. Специализированные учебно-лечебные центры / В.К. Степанов. М.: Стройиздат, 1987. 200 с.
5. Социальный паспорт Саратовской области. Социальная защита 2008 г. Саратов, 2009. <http://www.social.saratov.gov.ru/>
6. Степанов В.И. Организация сети школ, межшкольных учебно-производственных комбинатов и внешкольных учреждений / В.И. Степанов, Л.Б. Мирчевская. М.: Стройиздат, 1983. 92 с.
7. Образование и реабилитация особого ребенка в условиях «монетизации льгот». М.: Теревинф, 2007. 112 с.

Мосин Владимир Олегович –
аспирант кафедры «Архитектура»
Саратовского государственного
технического университета

Mosin Vladimir Olegovich–
Postgraduate Student of the Department
of «Architecture»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 14.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

П.В. Пипуныров

ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Анализируются принципы построения зданий с учетом климатических и топографических условий места на примере первобытного жилища и архитектуры древнейших цивилизаций: Египта, Двуречья и Китая. В ходе анализа выявляются приемы построения зданий, схожие с современными принципами биоклиматической архитектуры, прослеживаются преемственность и местные особенности этих приемов, выявляются очаги формирования древнейших поселений.

Биоклиматическая архитектура, предпосылки, экологическая архитектура, принципы формирования, климат, первобытное жилище, Египет, Двуречье, Китай, Вавилон.

P.V. Pipunurov

UPRISING BACKGROUND OF BIOCLIMATIC ARCHITECTURE

In the article the principles of building construction taking into account climatic and topographical conditions of a place according to the example of primitive dwelling and architecture of the most ancient civilizations like Egypt, Mesopotamia and China are analyzed. During the analysis building construction techniques similar to modern principles of bioclimatic architecture are investigated, the continuity and local features of these receptions are traced, the formation centers of the most ancient settlements are under review .

Bioclimatic architecture, background, ecological architecture, principles of formation, climatic, primitive dwelling. Egypt, Mesopotamia, China, Babylon.

Если говорить о предпосылках возникновения биоклиматической архитектуры, нам следует начать с истоков человеческой цивилизации.

Вопрос взаимодействия природы и человека был актуален на протяжении всей истории. Человечество всегда было вынуждено приспосабливаться к климатическим условиям, выбирая для своего жилища самые благоприятные районы.

Очаги первобытных поселений расположены на узкой территории, ограниченной двадцать третьим и сороковым градусами северной широты. Таким образом, ареалы расселения древних племен и государств тяготеют к субтропическому климатическому поясу, для которого характерны тропические воздушные массы летом и умеренные зимой, с высокими среднегодовыми температурами. Поселения образовывались на побережьях морей и вблизи крупных источников воды, где наблюдались минимальные сезонные изменения температур [1].

Древнейшим естественным жилищем человека становится пещера. Важнейшую роль здесь играет очаг – вокруг него развивается жизнь первобытного человека. Огонь разводится при входе в пещеру, чтобы защитить вход и согреть внутреннее пространство. В дальнейшем человек замуровывает вход искусственной стеной. Все это делается для того, чтобы выжить в конкурентной борьбе за место обитания и оградить себя от суровых природных явлений.

В борьбе за обладание наиболее комфортными и выгодными территориями первобытный человек научился приспосабливаться к климатическим и топографическим условиям места. Таким образом, с изобретением людьми металлических орудий труда появляются искусственные пещеры, которые могли сооружаться не только в скалах, но и в грунте, гуще деревьев и т.д.

Наряду с пещерами существовали палатки из сучьев деревьев и шкур животных. Они, чаще всего, служили временным убежищем на период охоты или на период привала у кочевых племен.

Как результат слияния пещеры и палатки появляются землянки – более или менее вросшие в землю жилища, имеющие, как правило, круглые в плане формы, в центре которых располагался очаг [2]. Частичное заглубление дома в землю обеспечивало достаточную изоляцию от агрессивных климатических факторов, но при этом не терялась связь внутреннего пространства жилища с внешней природной средой.

В это же время в болотистых местностях мы находим свайные постройки, перекрытые соломенными крышами. А в лесистых областях – висячие жилища. Своей формой они повторяют палатки, различия между ними выражаются лишь в способах адаптации к местности [3].

В каждом из вышеперечисленных способов возведения жилища человек организует свою защиту вокруг естественных природных образований, будь то скала, лес или вода.

Помимо связи с природой на бытовом уровне, древние племена строили свое общество на религии, восхваляющей и поклоняющейся природным богатствам. Первобытное общество было основано на связности с природой. Таким образом, рассматривая методы и принципы строительства зданий, можно выделить два главных фактора, влияющих на формирование древнего жилища: оборонительный и религиозный.

В силу низкого технологического развития, для первобытного человека эти факторы носили ярко выраженный характер, и роль климата в обоих факторах была доминирующей. При этом, чем суровее были климатические условия, тем прямолинейнее архитектурные решения.

Примеры того, как использовались климатические особенности места, актуальны и по сей день, прежде всего, в поиске низкотехнологических решений жилища. Приспосабливаясь к природным условиям, первобытный человек находил решения для выживания на интуитивном уровне, находя убежище в формах, аналогичных природным, он прошел через ледниковый период, извержения вулканов и наводнения.

Если вернуться к современности, то и сегодня можно встретить племена аборигенов, которые продолжают поклоняться и восхвалять природу, заимствуя у нее способы организации среды обитания, необходимые для выживания.

Совершенствуя условия существования, первобытный человек делит единое пространство своего жилища на два: кухню и основное помещение. В дальнейшем, группируя несколько таких пространств вокруг внутреннего двора, человек начинает возводить многокомнатные дома. Примером такого дома может служить иллюстрация с погребальной урны с острова Мелос, хранящаяся в Мюнхене. Она воспроизводит жилье первобытного человека, который истолковывает ее в качестве дома умершего. По урне можно судить, что круглые в плане комнаты дома группировались вокруг прямоугольного двора [1].

Значение внутреннего двора в условиях высоких температур очень велико. Он выполняет роль дымохода, проветривая внутренние зоны дома. Кроме того, если во дворе организовывался водоем и высаживались деревья, то создавался собственный микроклимат жилища, при этом достигалась не только жизнеспособность среды, но и комфортность естественных условий обитания.

В дальнейшем форма двора отражается на форме дома в целом и образовывается прямоугольный тип многокомнатного дома, который ложится в основу построения жилища в египетской и вавилоно-ассирийской архитектуре.

Дома, как правило, возводились близко друг к другу, образуя небольшие поселения, которые располагались на хорошо защищенной территории: на возвышенностях, у слияния рек, на островах. Компактность таких поселений продиктована двумя факторами: во-первых, небольшое поселение было легче защитить, во-вторых, это могло быть продиктовано климатическими особенностями места.

В силу того, что территориям расселения первобытных людей свойственны высокие температуры в течение всего года, компактность древних поселений можно объяснить желанием скрыться от палящего солнца, так как узкие улицы способствовали образованию теневых пространств [4].

Египетская цивилизация развивалась в условиях тропического континентального пустынного климата. Средние годовые температуры на севере составляли 25-26°C, на юге – 30-34°C. Осадки здесь редки и нерегулярны. Среднее годовое количество осадков на большей территории Египта менее 100 мм. Главным источником жизни была река Нил.

Особенности жаркого климата с палящим солнцем определили характер египетского жилища.

Поселения бедных слоев общества группировались кварталами с узкими улицами, шириной около двух метров, образующими столь необходимую в жарких климатических условиях тень. Улицы образовывались глухими глиняными фасадами домов с плоскими крышами, поэтому вся жизнь сосредотачивалась в небольших внутренних двориках, через которые комнаты дома получали свет и воздух. Жилые помещения в таких домах, как правило, ориентировались на север, навстречу освежающим ветрам и очень часто выходили в сад [5].

Освещение и вентиляция со стороны улиц осуществлялись при помощи узких вертикальных щелей, которые закрывались только занавесами, благодаря чему создавалась идеальная вентилируемая среда без сквозняков.

Кровля египетских домов, покоившаяся на столбах, перевязанных рядами поперечных брусьев, была двухслойной с постоянно вентилируемой воздушной прослойкой. Первый слой образовывал настил из пальмовых стволов, второй слой был глиняным, между ними укладывали циновку. Хрупкость пальмового дерева не позволяла создавать в домах больших пролетов, поэтому, чтобы аккумулировать холод внутри компактного помещения, как ограждающие стены, так и перегородки дома из сырцового кирпича были очень массивными. Глиняные стены в течение жаркого дня отдавали помещению холод, накопленный ночью. Большая часть домов была побелена, что также уменьшало воздействие палящего солнца.

Усадьбы зажиточных слоев населения занимали большую территорию, на которой располагались виноградники, сады и водоемы. Кроме главного здания, на территории усадьбы размещались открытые павильоны. Комфортный микроклимат здесь также поддерживался при помощи замкнутых двориков, только функцию стен выполняли ограждения. Заборы устраивались вокруг павильонов, виноградников, водоемов и садов. Весь участок по периметру также ограждался забором. Таким образом, усадьба в целом состояла из нескольких замкнутых пространств, где создавался собственный микроклимат.

Архитектура древнеегипетских дворцов сочетает в себе планировочные приемы домов знати и элементы усадьбы. Все помещения здесь группируются вокруг хорошо озелененных внутренних дворов. Важным элементом в пространстве дворов был бассейн, вокруг которого располагались дворцовые помещения. Бассейн способствовал более эффективному проветриванию помещений, но основная его функция, по предположению историков, носила культовый характер. В структуру дворцов встраивались святилища, располагавшиеся при входе.

В силу идентичных климатических условий, жилищная архитектура Двуречья имеет много общего с египетской. Жилые дома, найденные в древнем шумерском городе Уре (3 тыс. до н.э.), иллюстрируют эту закономерность. Они представляют собой многоквартирные дома дворового типа с плоской кровлей. Выстраивая дома в несколько ярусов, древние зодчие

создавали промежуточные тенеобразующие пространства между двором и жилыми помещениями – крытые балконы. Балконы способствовали меньшему нагреву стены в жаркое время суток. Главные помещения дома всегда располагались на южной стороне двора и были обращены своими проемами на север. В центре двора размещался водоприемник или бассейн. Все дома, как и в Египте, покрывались побелкой.

В планировке города Ура мы видим, что не только жилая архитектура группировалась вокруг дворовых пространств, но и храмовые и дворцовые комплексы. Они возводились вокруг двух больших площадей, в центре одной из которых возвышался зиккурат, представлявший собой ступенчатую пирамиду с озелененными террасами [2]. Располагаясь в юго-западной ее части, зиккурат образовывал тень практически на всю площадь в жаркое время суток, а озелененные террасы создавали благоприятный микроклимат вокруг него.

Города Двуречья имели ориентацию углами по сторонам света. Возможно, это было связано с направлением преобладающих ветров.

В силу того, что главный строительный материал в Месопотамии – это глина, жилые здания в Вавилоне VII-VI веков до н.э. начинают покрывать сводами и куполами. Купола и своды, в отличие от плоской кровли, образовывали большую поверхность, через которую передавалось тепло в ночное время, при равном количестве излучения, воспринимаемого крышей днем. Помимо этого, горячий воздух поднимался вверх, к своду и удалялся через отверстие, расположенное на его вершине. В ветреную погоду прохождение воздуха по внешней поверхности купола создавало точку депрессии на макушке купола, где засасывался свежий воздух. На вершине купола устраивался колпак с дополнительными отверстиями, способствующий лучшему воздухообмену.

Одним из характерных примеров дворцового ансамбля Двуречья можно считать дворец Саргона II, правившего в Ассирии в VII в до н.э. Дворец был «встроен» в северо-восточную стену города Дур-Шаррукина. Композиция дворца строилась вокруг семи внутренних дворов. Каждый двор имел индивидуальную функцию: парадный двор, двор гарема, хозяйственные дворы, двор для приема гостей. Дворец окружал шикарный сад: «Я создал рядом с ним (дворцом) большой парк, подобие гор Амана, в котором были насажены всевозможные растения из растительности Хеттской страны и всякие плоды гор» [2].

Сады Двуречья отличались от египетских своей роскошью. При общей регулярности плана, обусловленной особенностями оросительной системы, зеленые насаждения Вавилона и Ассирии не были поделены на симметричные прямоугольники. Они имели свободный характер высадки. Так же как и в Египте, в садах Двуречья размещалось большое количество павильонов-беседок.

В Вавилоне VII-VI веков до н.э. дворцовые комплексы также строятся вокруг дворов. Наибольший интерес вызывает южный дворец Навуходоносора. Он известен своими висячими садами, называемыми Садами Семирамиды, которые располагались в северной его части. Постройка представляла собой четыре искусственные террасы на толстых каменных столбах, возвышавшиеся одна над другой на высоту около 25 метров. Своими террасами висячие сады повторяли силуэт зиккурата. Система садов подробно описывается В.А. Белявским: «Платформы террас, сложенные из массивных каменных блоков, покрывал тростник, смешанный с асфальтом, затем следовал двойной ряд кирпичей на гипсовом растворе, а поверх него – свинцовые плиты. На это перекрытие насыпали слой земли, достаточный для того, чтобы в нем могли расти большие деревья. Висячие сады были засажены самыми редкими растениями» [6].

Интересно то, что растения по террасам располагали так, как они росли в естественных условиях: растительность низменностей – на нижних, высокогорная – на верхних террасах [2]. Таким образом, создавался искусственный ландшафт, возвышающийся над дворцом, на овитых деревьями колоннах, что, возможно, и производило впечатление висячих садов.

Воздвигая грандиозные искусственные ландшафты, зодчие Вавилона учились законам экологического проектирования у природы, подражая ей и основываясь на знаниях, накопленных в течение многовековой истории.

В III тысячелетии до н.э., во времена древних культур Египта и Шумера, существовало самостоятельное государство в долине реки Инд, которое получило свое развитие в индийской цивилизации. Государство располагалось на территории современного Пакистана. Климат этой местности тропический, формируется под сильным влиянием муссонов. Средняя температура января 12-17°C, июля – 30-35°C. Среднее годовое количество осадков 1000 мм.

Еще одной древнейшей цивилизацией является цивилизация Китая. Свое начало она получила в середине III тысячелетия до н.э. в плодотворной долине реки Хуанхэ, характеризующейся субтропическим климатом средиземноморского типа. Этой территории свойственно выпадение большого количества осадков (1200-1500 мм).

Возведение зданий в Китае тесно связано с религиозными традициями. Издревле в Китае существовали культы неба, земли, гор, ветров, огня и других природных явлений, поэтому традиции жилого малоэтажного строительства в Китае сохранились и по сей день, практически в неизменном виде. Культовые традиции возведения китайских зданий и ориентации их по странам света, в итоге, сложились в учение о ветрах и водах – фэн-шуй.

Главным строительным материалом Китая было дерево. Это связано еще с частыми подземными толчками. При строительстве храмов также применяли дерево, что объяснялось тем, что, используя дерево в строительстве, человек осуществлял связь здания с природой. Каменными были лишь те части здания, которые подвергались воздействию влаги.

В силу дождливого климата, для обеспечения хорошего стока воды в Китае использовались высокие скатные крыши. Как правило, они покрывались соломой или расщепленными бамбуковыми стволами и имели изогнутые очертания. Для того, чтобы обеспечить достаточную защиту от зноя, крыши были многослойными. Это также позволяло осуществлять естественную вентиляцию всего здания.

Основной формой китайского дома являлся дом-павильон, в котором были размыты понятия внутреннего и внешнего пространств. Дом вписывался в природу, растворяясь в окружении. Стены здесь представлены в виде раздвижных перегородок, положение которых изменялось в зависимости от погодных условий. Использование мобильных перегородок позволяло не только стереть грани между внутренним и внешним пространствами, но и осуществить необходимое естественное проветривание помещений в условиях высокой влажности.

Пограничным пространством между домом и природой был сад, который в древнем Китае рассматривался как элемент архитектуры. Все формы его подвергались подробному анализу и создавались с целью интерпретации природных форм. В китайской архитектуре были важны визуальные эффекты, которые производились на человека при помощи природных явлений.

Так, существовало несколько видов падения воды: контрастное падение воды, боковое падение, скачкообразное падение, спиралевидное падение, падение воды большой массы, струйкой, подобное нитке, двойное падение воды, падение воды направо и налево, косое падение и так далее [4].

В своем стремлении вписать здание в окружающую среду китайские зодчие достигли совершенства. Помимо бытовых и утилитарных факторов построения жилища на основе биоклиматических принципов, они выделяли общефилософские. Таким образом, не только жилище в Китае строилось на основе взаимодействия с природой, но и культурные и религиозные традиции восходили к этому взаимодействию.

Совершенствуя методы строительства на основе природных факторов, китайские зодчие не только научились создавать физиологические условия комфорта человека, но и при помощи визуальных эффектов и умелого построения композиции организовывали психологический комфорт своего жилища.

Таким образом, анализируя принципы возведения зданий, на примере древнейших жилищ и величайших цивилизаций, мы можем выделить первичные предпосылки возникновения биоклиматической архитектуры:

1. Снижение воздействия агрессивной внешней среды на пространство внутри здания при помощи эффективных ограждающих конструкций, организации внутривортовых пространств и ориентации помещений относительно стран света. Как и в современных биоклиматических зданиях, в сооружениях древних цивилизаций большое внимание уделялось изучению климатических особенностей места, это позволяло снизить нежелательное воздействие негативных природных факторов.

2. Создание комфортного температурно-влажностного режима внутри здания за счет организации внутренних дворов, террас, балконов и лоджий, и использования зеленых насаждений в структуре здания. Похожие приемы можно встретить в объемно-планировочных решениях современных биоклиматических зданий.

3. Организация психологически комфортной среды внутри здания. Как и в приемах современной биоклиматической архитектуры, в сооружениях древних цивилизаций используется интерпретация естественной природной среды во внутренних пространствах зданий.

4. Взаимодействие здания с природой становится основополагающим принципом формирования архитектуры древних цивилизаций. Гармония между природой и зданием сейчас переосмысливается вновь и во многом схожа с представлениями древних зодчих.

5. Мастерство организации гармонии с природой перерастает в древних цивилизациях в индивидуальность архитектуры, созданную при помощи визуальных климатических и природных эффектов.

Выделив ряд предпосылок возникновения биоклиматической архитектуры в сооружениях древнейших цивилизаций, можно сделать вывод, что современная архитектура формируется по тем же принципам, что и в начале своего развития, а человек вынужден возводить здания, гармонизированные с природой, по той же причине, что и тысячи лет назад: для того, чтобы создать наиболее комфортные условия проживания. Разница лишь в том, что в начале своего развития человек возводил подобные здания для спасения себя от природной стихии, а сейчас для спасения природы от стихии человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wines J. Green architecture / J. Wines, P. Jodido. Кельн: Taschen, 2008. 240 с.
2. Жирнов А.Д. Искусство паркостроения / А.Д. Жирнов. Львов: Изд-во Львов. ун-та, 1997. 208 с.
3. Гольдштейн А.Ф. Зодчество / А.Ф. Гольдштейн. М.: Просвещение, 1979. 415 с.
4. Брунов Н.И. Очерки по истории архитектуры: в 3 т. / Н.И. Брунов. М.: Центрполиграф, 2003. Т. I. 400 с.
5. Бирюкова Н.В. История архитектуры: учеб. пособие / Н.В. Бирюкова. М.: ИНФРА-М, 2005. 366 с.
6. Белявский В.А. Вавилон легендарный и Вавилон исторический / В.А. Белявский. М.: Мысль, 1976. 320 с.

Пипуныров Павел Викторович – аспирант, ассистент кафедры «Архитектура» Саратовского государственного технического университета

Pipunyorov Pavel Viktorovich – Postgraduate Student and Assistant of the Department of «Architecture» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 14.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

С.А. Ращепкина

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛОЙ МИНИ-ОБОЛОЧКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕЕ ФОРМЫ

На основании экспериментально-теоретических исследований автором установлены закономерности влияния конструктивных параметров металлической мини-оболочки на показатели ее формы. Предложена методика определения показателей формы с использованием номограмм. Установлена закономерность изменения радиуса оболочки в зависимости от давления сжатого воздуха при формировании металлических мини-оболочек с различным пределом текучести.

Металлическая мини-оболочка, конструктивные параметры, показатели формы, эксперимент, номограммы.

S.A. Raschepkina

REGULARITY DETERMINATION OF DESIGN DATA INFLUENCE OF THE ROUND MINI-SHELL ON ITS FORM INDEXES

Based on the experimental and theoretical research of the design data influence regularities of metal mini-shell on its form indexes are determined by the author in this article. The definition technique of form indexes with the use of nomographs is offered. The regularity of mini-shell radius change depending on compressed air pressure at its formation from steel strips of various limit fluidity is determined.

Metal mini-shell, design data, form indexes, experiment, nomographs.

1. Постановка задачи. Задача снижения массы металлических конструкций и повышения их прочности, надежности и долговечности привела к созданию нового вида конструкций – полых мини-оболочек [1, 2]. Мини-оболочки – это замкнутые цилиндрические оболочки чечевицеобразного сечения, образованные путем деформации двух полос сжатым воздухом шириной h_s , сваренных между собой по контуру (рис. 1).

Форма мини-оболочки (рис. 1 б), конструктивные параметры и основные характеристики определяются из следующих условий [1]:

- образующая мини-оболочки представляет две круговых кривых радиуса R ;
- уравнение образующих запишется в виде

$$y = \sqrt{R^2 - x^2} - R + b, \quad (1)$$

- изменения ширины и утонения полос не происходит на всех стадиях образования формы мини-оболочки полого поперечного сечения:

$$h_s = \text{const}, \quad t_s = \text{const},$$

где h_s и t_s – соответственно ширина и толщина полос.

Показатели формы. Для характеристики полого поперечного сечения на любой стадии деформации введены три показателя формы: коэффициент раздутия (k_p), коэффициент сжатия (k_c) и гибкость полос λ , где a , b – полуоси полого сечения) (рис. 1 б):

- промежуточные сечения вписываются в чечевицеобразное поперечное сечение, образованное пересечением двух окружностей радиуса $R > a$; $R = h_s / 2\alpha$, $0 \leq \alpha \leq \pi/2$;
- предельное сечение вписывается в окружность радиусом $R = R_{пред} = a_{пред} = b_{пред}$.

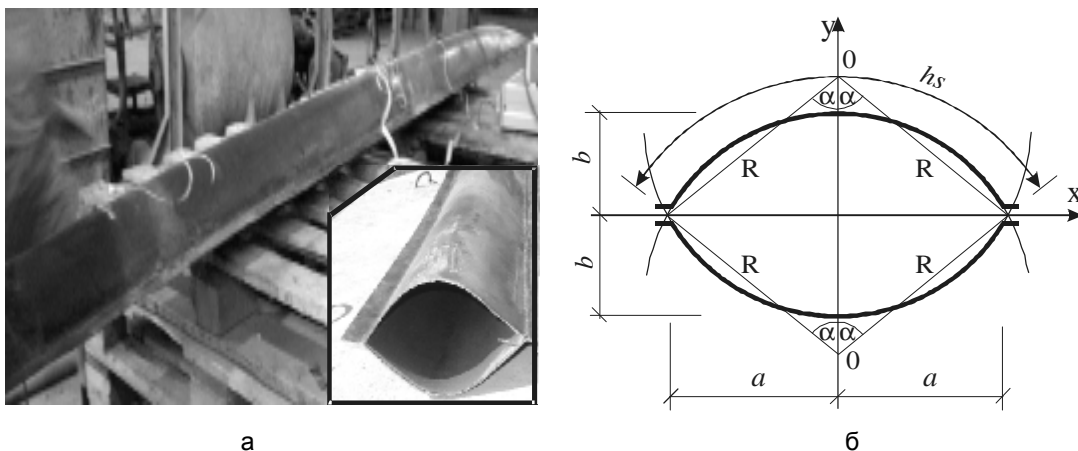


Рис. 1. Мини-оболочки: а – изготовление оболочки в заводских условиях; б – конструктивные параметры полого поперечного сечения мини-оболочки

Коэффициент раздутия является первым показателем формы и характеризует величину взаимного расхождения плоских полосовых заготовок при их деформации (величину раздутия). Определяется коэффициент как отношение высот промежуточного (полого) и предельного (круглого) поперечных сечений (рис. 1 б):

$$k_p = b/b_{пред}, \quad (2)$$

или

$$k_p = b\pi/h_s. \quad (3)$$

Коэффициент раздутия изменяется в следующих пределах:

$$0 < k_p < 1. \quad (4)$$

При $b = 0$, $k_p = 0$ – исходное нераздутое поперечное сечение;

при $b = b_{пред}$, $k_p = 1$ – предельное раздутое поперечное сечение элемента.

Коэффициент сжатия является вторым показателем формы и характеризует величину сближения кромок полос при их деформации. Он равен отношению ширины промежуточного (полого) поперечного сечения к ширине исходного (нераздутого, плоского) поперечного сечения (рис. 1 б):

$$k_c = 2a/h_s. \quad (5)$$

Подставив предельное значение ширины поперечного сечения $2a = h_s$ и $2a = 2a_{пред}$ в выражение (5), получим пределы изменения коэффициента сжатия

$$1 < k_p < 2/\pi. \quad (6)$$

Гибкость полос является третьим показателем формы. Она представляет собой отношение ширины полосы к ее толщине:

$$\lambda = h_s/t_s. \quad (7)$$

Радиус и угол раскрытия (центральный угол) мини-оболочки зависят от показателей формы [1] – коэффициентов раздутия и сжатия

$$R = f(h_s, k_p, k_c); \quad (8)$$

$$\alpha = f(k_p, k_c). \quad (9)$$

Проведем анализ влияния конструктивных параметров полой мини-оболочки на показатели ее формы.

2. Закономерность изменения радиуса полой мини-оболочки в зависимости от гибкости плоских заготовок. Для исследования процесса изменения формы полой мини-оболочки проведем численный эксперимент. По полученным данным построим номограмму.

Пример 1. Требуется определить радиус полой мини-оболочки при различной гибкости металлических полос ($\lambda = 100; 200; 300; 400; 500; 600$). Заметим, что коэффициенты раздутья k_p и сжатия k_c зависят от угла раскрытия α . Номограмма при различной гибкости стальных полос, из которых формируется мини-оболочка, представлена на рис. 2. Расчет выполнен с использованием программы PROG9.

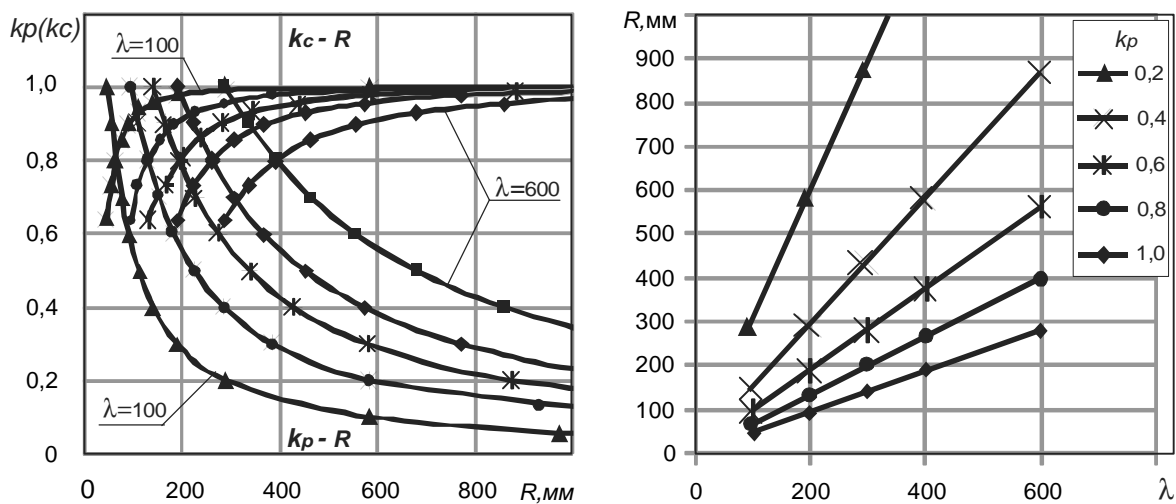


Рис. 2. Изменение конструктивных параметров полой мини-оболочки в зависимости от коэффициентов ее формы: а – зависимость « $R-k_p(k_c)$ »; б – зависимость « $\lambda-R$ »

Анализ номограммы (рис. 2) позволил выявить следующие закономерности:

- кривые номограммы имеют регулярный характер, синхронно изменяющиеся с изменением гибкости полос и радиуса кривизны мини-оболочки;
- все кривые (рис. 2 а) пересекаются при показателях формы $k_p = k_c = 0,8$ при заданных значениях гибкости полос; при этом радиусы R металлических мини-оболочек синхронно изменяются от 40 до 440 мм при достаточно большом диапазоне показателя формы гибкости ($\lambda = 100-600$);
- радиусы мини-оболочек существенно увеличиваются при показателе формы $k_p \leq 0,2$; при этом достигая величины порядка 600...900 мм (в зависимости от гибкости полос) (рис. 2 б);
- чем больше показатель формы – гибкость полос, тем больше радиус мини-оболочки при одних и тех же показателях формы k_p и k_c (рис. 2 а);
- радиус мини-оболочки находится в линейной зависимости с гибкостью λ металлических полос (рис. 2 б);
- чем больше гибкость, тем больше радиус кривизны мини-оболочки при всех возможных значениях показателя формы k_p ; при этом наблюдается закономерность увеличения радиуса при уменьшении k_p (рис. 2 б).

Рекомендации по использованию номограммы (рис. 2):

- задаются гибкостью полос λ (или шириной h_s и толщиной t_s полос);
- задаются показателями формы: k_p или k_c ;
- по номограмме определяют радиус кривизны мини-оболочки R .

Таким образом, из проведенного анализа построенных номограмм (рис. 2) хорошо прослеживается взаимосвязь конструктивных параметров (h_s , a , b , R) и показателей формы (k_p , k_c и λ), имеющих ярко выраженный синхронный характер. При этом в четкой и наглядной регулярности кривых усматривается закономерность влияния конструктивных параметров на показатели формы.

Для практического создания мини-оболочки (в лаборатории или заводских условиях) с заданными показателями формы k_p и k_c необходимо знать величину давления сжатого воздуха, размеры (толщину и ширину) и материал полос. Рассмотрим взаимосвязь между давлением сжатого воздуха и показателями формы мини-оболочки.

3. Закономерность изменения давления сжатого воздуха при формировании мини-оболочки из полос с различной гибкостью. В работе [1] давление сжатого воздуха для деформации полос представлено в виде:

$$p = f(\sigma_t, \lambda, k_p, k_c); \quad (10)$$

тогда показатель гибкости плоских заготовок, выраженный через p и σ_t , определится:

$$\lambda = (4\pi\sigma_t / p (\pi^2 k_c^2 - k_p^2))^{1/2}, \quad (11)$$

где p – давление сжатого воздуха; σ_t – предел текучести металла.

При $k_p = 1$ и $k_c = 2/\pi$ $p \rightarrow \infty$. В этом случае образуется полый цилиндр радиусом $R_{пред} = h_s / \pi = a_{пред} = b_{пред}$, который находится под действием внутреннего давления сжатого воздуха, и полосы работают на чистое растяжение.

Последовательно задавая k_c (k_p) при заданном σ_t , можно вычислить давление сжатого воздуха, необходимое для создания формы металлической мини-оболочки, и построить зависимости «коэффициент раздутья – давление сжатого воздуха» при различных значениях показателя формы – гибкости λ полос.

Пример 2. Определить величину давления p при следующих исходных данных: давление изменяется от 0 до 1,4 МПа; материал – сталь с $\sigma_t = 400$ МПа = const; толщина полос $t = 1,5$ мм = const; гибкость заготовок соответственно равна: $\lambda = 100; 200; 300; 400; 500; 600$.

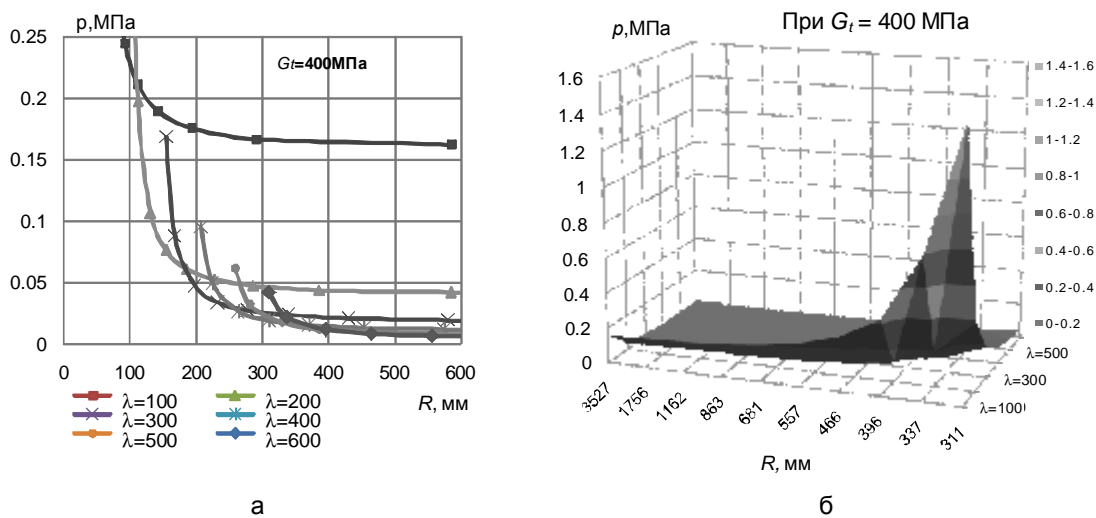


Рис. 3. График зависимости « p – R »: а – в плоском виде; б – в трехмерном представлении

По результатам проведенного расчета с использованием программы PROG9a были построены графики (рис. 3), из анализа которых видно:

- наблюдается регулярный характер графиков, которые с увеличением гибкости синхронно перемещаются в сторону уменьшения давления;
- с увеличением гибкости полос давление сжатого воздуха p заметно уменьшается;
- при $p = 0,05$ МПа заметно уменьшается радиус кривизны R мини-оболочки.

Анализ представленных графиков (рис. 3) показал их синхронность и идентичность. Ярво выраженная регулярность кривых при изменении значения гибкости дает возможность констатировать закономерность изменения конструктивных параметров (например, радиуса R) в зависимости от показателя формы – гибкости λ .

4. Закономерность изменения давления сжатого воздуха при формировании мини-оболочек при различном пределе текучести стали. Как известно [1, 2], материал оказывает существенное влияние на значение давления сжатого воздуха при формировании мини-оболочки. Установим, как изменяются конструктивные параметры (например, радиус кривизны) в зависимости от материала мини-оболочки и как это влияет на показатели ее формы.

Пример 3. Требуется определить величину давления сжатого воздуха p при следующих исходных данных: $k_c = k_p = 0...1$; материал – сталь с $\sigma_t = 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500$ МПа; показатель формы мини-оболочки – гибкость $\lambda = 133$.

Анализ кривых показал (рис. 4):

- кривые имеют четко выраженный регулярный характер при изменении марки стали;
- наблюдается закономерность изменения радиуса R в зависимости от давления сжатого воздуха p независимо от материала полос;
- материал несущественно влияет на величину изменения кривизны полой мини-оболочки;
- при создании кривизны мини-оболочки от 150 до 120 мм заметно увеличивается давление сжатого воздуха; причем при большем увеличении давления (когда форма оболочки приближается к окружности) величина давления увеличивается в несколько раз и заметно зависит от σ_t .

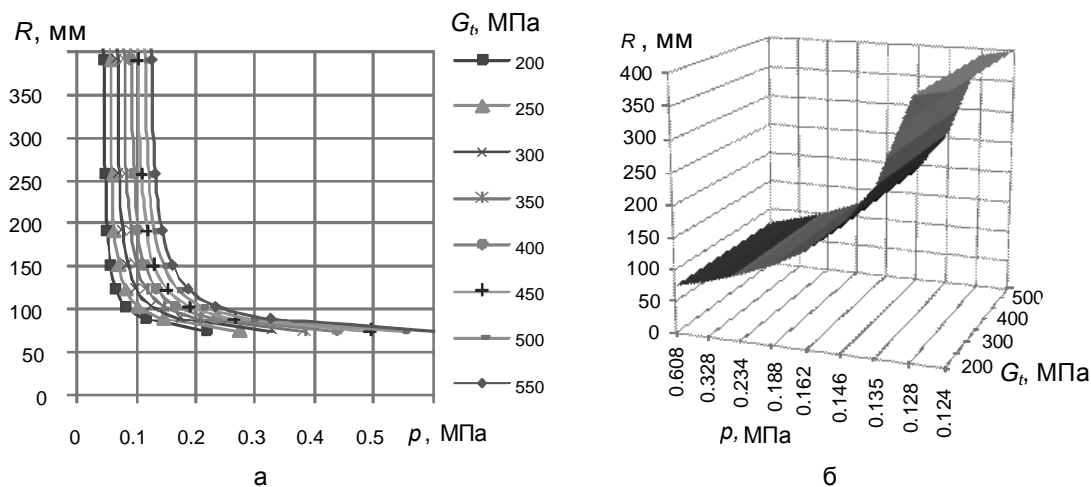


Рис. 4. Зависимость $R = f(p)$:

а – графики в плоском состоянии; б – то же в трехмерном представлении

Следует отметить: при назначении марки стали (предела текучести σ_t) необходимо четко знать размеры полой оболочки; при показателе формы $k_p = 0,6-0,8$ давление сжатого

воздуха мало зависит от σ_t ; при показателе формы k_p , большем 0,8, требуется давление существенной величины.

Из анализа кривых (рис. 4) четко прослеживается:

- закономерность изменения радиуса оболочки в зависимости от давления сжатого воздуха при формировании мини-оболочек с различным пределом текучести ($\sigma_t = 200-550$ МПа);
- при всех рассмотренных значениях σ_t характер кривизны мини-оболочки идентичен; смещение одной кривой относительно другой составляет 0,01 МПа (при изменении σ_t на 50 МПа);
- построив одну кривую, можно параллельным переносом построить другие (с различным пределом текучести и разными параметрами полос).

Эта замечательная закономерность позволяет распространить аналогию на другие типы мини-оболочек, выполненных из различных материалов и с заданной гибкостью.

5. Анализ теоретических и экспериментальных данных по образованию формы мини-оболочки. С целью подтверждения полученных результатов были проведен сравнительный анализ теоретических решений с экспериментальными данными.

Пример 4. Требуется сравнить изменение показателей формы k_p , k_c , полученных теоретическим путем [1] с экспериментальными данными [2] и при следующих конструктивных параметрах – размеры полос: толщина $t_s = 1,5$ мм; ширина $h_s = 300$ мм; длина $l_s = 3000$ мм; при этом предел текучести материала плоских заготовок $\sigma_t = 440$ МПа.

Анализ построенных кривых (рис. 5) показал высокую сходимость экспериментальных и теоретических значений показателей формы мини-оболочки:

- при показателях формы $k_p(k_c) \approx 0,8 \dots 0,82$ давление сжатого воздуха равно: $p_{\text{эпн}} = 0,112$ МПа и $p_{\text{теор}} = 0,116$ МПа; разница составляет 2,6%;
- как показывают теоретическая и экспериментальная кривые, наблюдается интенсивное увеличение показателей формы практически без увеличения давления сжатого воздуха p (например, коэффициент раздутия изменяется – $k_p = 0,05 \dots 0,65$); затем прирост значения показателей формы замедляется (до $k_c = k_p = 0,8$, где $p \approx 0,11$ МПа); при большем их значении требуется давление существенной величины;
- скорость образования формы, установленная как теоретически, так и экспериментально, имеет несущественное расхождение (1-15%); так, при изменении давления p от 0,045 до 0,07 МПа приращение показателя формы k_p , определенного теоретически, 93%, а экспериментально – 82%, что составляет разницу 11%;
- изменение зависимости показателя формы – радиус кривизны оболочки R при p от 0,08 до 0,11 составляет: теоретически – 9%, а экспериментально – 11%.

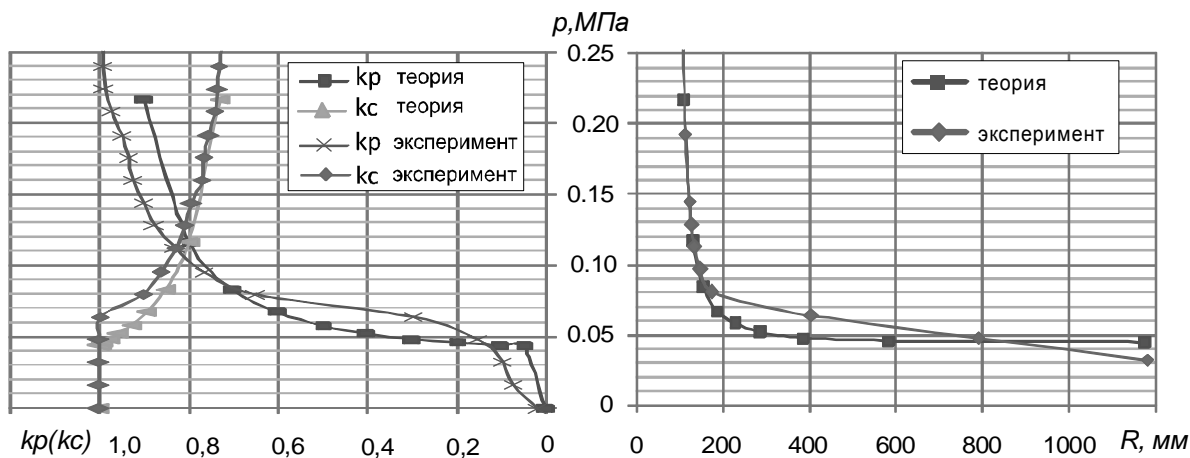


Рис. 5. Зависимость «давление p – показатели формы $k_p(k_c)$ – радиус кривизны оболочки R »

Учитывая высокую сходимость теоретических и экспериментальных данных, можно рекомендовать построенные номограммы и графики (рис. 2-5) к практической реализации. Следует отметить, что по номограммам можно провести анализ влияния гибкости полос на значение давления сжатого воздуха и радиус кривизны металлической мини-оболочки.

Выводы. Построенные графики и номограммы позволили установить влияние конструктивных параметров мини-оболочки на показатели ее формы:

- закономерность изменения радиуса кривизны мини-оболочки при различных показателях формы (коэффициентов раздутия k_p и сжатия k_c);
- закономерность изменения конструктивных параметров мини-оболочки при различных марках сталей;
- закономерность изменения конструктивных параметров в зависимости от показателя формы – гибкости полос λ .

Проведенный анализ экспериментально-теоретических исследований показал обоснованность предлагаемой методики определения конструктивных параметров полой мини-оболочки при образовании ее проектной формы. Кроме того, она позволяет провести анализ влияния конструктивных параметров на показатели формы металлической мини-оболочки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ращепкина С.А. Малогабаритные элеваторы из легких металлических конструкций повышенной транспортабельности / С.А. Ращепкина, А.П. Денисова. Саратов: СГТУ, 2002. 196 с.

2. Ращепкина С.А. Экспериментальные исследования формообразования металлической полой оболочки / С.А. Ращепкина, Д.А. Романов // Наука и технологии. Секция 1. Неоднородные материалы и конструкции. Краткие сообщения XXVIII Российской школы по проблемам науки и технологий. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. С. 81-83.

Ращепкина Светлана Алексеевна – кандидат технических наук, докторант, доцент, заместитель заведующего кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» Балаковского института техники, технологии и управления (филиала) Саратовского государственного технического университета

Rashchepkina Svetlana Alekseyevna - Candidate of Technical Sciences, Post-doctoral Student, Senior lecturer, Deputy Head of the Department of «Industrial and Civil Engineering» of Balakovo Institute of Technique, Technology and Management (branch) of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 06.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.06:631.453

Е.В. Плешакова

РАЗРАБОТКА НОВОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННОЙ ПОЧВЫ

Разработан и апробирован метод определения токсичности почвы по дегидрогеназной активности бактерий. Показано, что интродукция нефтеокисляющего штамма способствует максимальному снижению токсичности нефтезагрязнённой почвы по сравнению со стимуляцией естественной микрофлоры и самоочищением.

Нефтезагрязнённая почва, углеводороды, токсичность, дегидрогеназы, микробный штамм *Dietzia maris* AM3.

E.V. Pleshakova

CREATION OF A NEW METHOD FOR OIL-CONTAMINATED SOIL TOXICITY DETERMINATION

The method for soil toxicity determination by bacteria dehydrogenase activity was developed and tested in the article. It shows that the introduction of oil-oxidizing strain promotes the maximum decrease in oil-contaminated soil toxicity in comparison with stimulation of the indigenous micro flora and self-cleaning.

Oil-contaminated soil, hydrocarbons, toxicity, dehydrogenases, *Dietzia maris* AM3 microbial strain.

В настоящее время в России и других странах существует серьёзная экологическая проблема – загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами. Экологический ущерб от загрязнения почв нефтяными углеводородами весьма велик – от снижения качества и продуктивности почв до вывода земель из сельскохозяйственного оборота.

Для очистки загрязнённых почв в мире активно разрабатываются и применяются технологии их восстановления, среди которых перспективными и экологически безопасными являются биотехнологические способы, основанные на использовании природных или селекционированных микроорганизмов, растений и др. [1, 2]. Эффективность очистки загрязнённых почв традиционно оценивают с помощью химико-аналитических методов, нередко дорогих и трудоёмких. Биотестирование, биоиндикация и экотоксикология, наряду с методами аналитической химии, позволяют получить интегральную токсикологическую характеристику загрязнённой среды, построить наиболее полную картину деградации почв. Для

оценки процесса биодegradации загрязнителей в почве применяют биотестирование с использованием микроорганизмов, инфузорий, низших ракообразных, водорослей, высших растений, дождевых червей [3, 4].

У различных тестов есть свои недостатки. Большинство ферментативных тестов оценивают потенциальную активность почвенных ферментов, их преимущество – в лёгкости измерения, а недостаток – в косвенном подходе. В настоящее время государственными природоохранными органами для задач экологического контроля рекомендованы несколько разработанных биологических тест-систем. Они имеют государственные свидетельства о метрологической аттестации и включены в Федеральный реестр методик и так называемый реестр Природоохранных нормативных документов (ПНДФ). Перечень таких методик невелик, и основаны они главным образом на использовании тест-организмов из числа гидробионтов: равноресничной инфузории *Paramecium caudatum*, низших ракообразных *Daphnia magna* и *Ceriodaphnia affinis*, а также зелёной протококковой водоросли *Scenedesmus quadricauda* [4]. При анализе этими методами готовят водные вытяжки из почвы, что не всегда отражает истинную токсичность почвы. Широко применяется для измерения токсичности почвы – фитотестирование на основе высших растений, при котором исследуется всхожесть семян и морфометрические характеристики растений, выращенных на исследуемых почвах [5]. Достоинством использования фитотестов является то, что в них используется сама загрязнённая почва, а не водный экстракт из неё; а недостатком – сравнительно большая продолжительность и трудоёмкость анализа. Также показано, что результаты фитотестирования во многом зависят от воздушного и водного режима почвы в ходе экспериментов, а не от прямого токсического действия ксенобиотиков на всхожесть и прорастание растений.

Таким образом, проблема биологического мониторинга загрязнённых почв, несмотря на свою давнюю и неизменную актуальность, всё ещё далека от оптимального разрешения. Это объясняется количеством и составом загрязняющих веществ, интенсивностью механических повреждений и неоднозначностью ответных реакций почв на воздействие этих веществ [6]. Поэтому поиск оптимальных приёмов биотестирования для оценки степени загрязнённости и токсичности почвы продолжается.

Нами был разработан метод определения токсичности почвы по дегидрогеназной активности бактерий. Данный метод основан на способности ферментов микроорганизмов – дегидрогеназ восстанавливать за счёт дегидрирования субстрата бесцветный трифенилтетразолийхлорид (ТТХ) до трифенилформазана (ТФФ), имеющего тёмно-красный цвет. Ферменты дегидрогеназы высокочувствительны к действию ядовитых веществ, в присутствии которых их активность снижается, что позволило нам путём сравнения количества ТФФ, образованного дегидрогеназами микробного штамма *Dietzia maris* AM3 (из коллекции Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов), в опытах и контроле оценить степень токсичности исследуемых образцов почвы. Данный микроорганизм был выделен из нефтешлама (г. Саратов), и, как было установлено, обладает значительной дегидрогеназной активностью.

Штамм *D. maris* AM3 выращивали в течение 3 сут. на мясо-пептонном агаре (МПА). Готовили в стерильном физиологическом растворе суспензию тест-культуры *D. maris* AM3 с оптической плотностью 0,5 ед. Оптическую плотность бактериальной суспензии определяли на КФК-2 в кюветах 10 мм при синем светофильтре ($\lambda = 440$ нм). В химически чистые сухие пробирки вносили в указанной последовательности следующие растворы: 1,2 мл 1/15 М Na_2HPO_4 ; 0,5 мл 0,1 М глюкозы; 0,1 мл 0,1 М MgSO_4 ; 0,2 мл 0,5% ТТХ; 1 мл бактериальной суспензии; 1 г почвы, предварительно простерилизованной прогреванием в сушильном шкафу при $t = 180^\circ\text{C}$ в течение 1,5 часов для инактивации естественных почвенных ферментов. В качестве контроля анализировали бактериальную суспензию с вышеназванными растворами без добавления почвы и почву без добавления субстрата.

Смесь инкубировали в термостате при $t = 28^\circ\text{C}$ в течение 5 сут. до появления окраски формазана. Из реакционной смеси ТФФ экстрагировали ацетоном (по 5 мл в каждую про-

бирку). Для полного извлечения формазана из реакционной смеси пробирки тщательно встряхивали, а затем отстаивали. На полноту извлечения ТФФ указывало обесцвечивание реакционной смеси. ТФФ осторожно, с помощью фторопластовой пипетки переносили в кюветы для колориметрирования толщиной 10 мм и измеряли светопоглощаемость растворов при синем светофильтре ($\lambda = 440$ нм). Количество образованного бактериями ТФФ рассчитывали по калибровочной кривой и в зависимости от этого показателя оценивали токсичность почвенных образцов.

Следует отметить, что разработанный нами метод биотестирования прост, хорошо воспроизводим, обеспечивает получение точных и стабильных результатов. Для анализа используются непосредственно образцы почвы, а не почвенная вытяжка, как в методах на основе гидробионтов (инфузорий, дафний и др.), что позволяет наиболее достоверно оценить токсичность почвы. Известно, что ряд экотоксикантов, например, продукты трансформации нефтяных углеводородов, обладают мутагенными, тератогенными и канцерогенными свойствами, создающими непосредственную угрозу для здоровья человека [7]. Метод, основанный на измерении активности микробных дегидрогеназ, обладает высокой чувствительностью, он позволяет регистрировать возможность образования в почве опасных метаболитов токсикантов.

При разработке нового метода в качестве сравнительного приёма тестирования почвы использовали фитотестирование на 3-суточных проростках скороспелого редиса сорта «Заря», оценивая следующие показатели: всхожесть семян в %; средняя длина ростка и средняя длина корня [8]. Всхожесть семян определяли по формуле:

$$\text{Всхожесть} = \frac{\text{число проросших семян}}{\text{общее количество семян}}.$$

У проростков редиса измеряли в мм длину побегов и длину корней. На основании проведенных измерений вычисляли среднюю длину побега и среднюю длину корня – это отношение суммарной длины побегов или корней к числу проросших семян. Контролем служила чистая почва. Определяли разницу (в %) изученных показателей между загрязнённой и контрольной чистой почвой. Разницу показателей до 10% по сравнению с контролем не принимали во внимание и почву считали экологически чистой, разница в 10-30% указывала на слабую токсичность почвы, от 30 до 50% – на среднюю степень, а выше 50% – на высокую степень фитотоксичности почвы.

Разработанный метод был апробирован для определения токсичности нефтезагрязнённого (20 г/кг) чернозёма южного в процессе очистки почвы при самоочищении и использовании двух приёмов биоремедиации: интродукции нефтеокисляющего штамма *D. maris* AM3 и стимуляции естественного микробного сообщества. Для стимуляции естественных микроорганизмов через 3 сут. после загрязнения в почву добавляли: минеральное удобрение азофоску, являющееся источником азота и фосфора (0,7 г/кг), и древесные опилки в качестве структуратора (1/3 объёма почвы). При биоаугментации одновременно с внесением минерального удобрения и структуратора в почву добавляли активный нефтеокисляющий штамм *D. maris* AM3 в количестве 1×10^7 кл/г почвы. Почву перемешивали и инкубировали в пластмассовых контейнерах (по 1 кг) при температуре 25°C в течение 60 сут. Производилась регулярная агротехническая обработка: рыхление один раз в неделю и поддержание влажности на уровне 10-15%. Вариант с самоочищением только увлажняли. В качестве контроля в экспериментах использовали незагрязнённую почву. Остаточное содержание нефтяных углеводородов в почве определяли гравиметрическим методом [9], извлекая сумму неполярных и малополярных углеводородов из почвенного образца органическим растворителем (четырёххлористым углеродом) с одновременной очисткой элюата на окиси алюминия в хроматографической колонке.

Было показано, что загрязнение почвы сырой нефтью значительно ингибировало дегидрогеназную активность *D. maris* AM3. На рис. 1 представлены результаты анализа ток-

сичности почвы по дегидрогеназной активности штамма *D. maris* AM3. Хорошо видно, что в пробирках с нефтезагрязнённой почвой (№ 4-6), формазан, дающий интенсивное красное окрашивание в чистой почве (пробирки № 1-3), не образуется. Это свидетельствует о токсическом воздействии загрязнителя на дегидрогеназы тест-микроорганизма *D. maris* AM3.

На рис. 2 представлены результаты оценки токсичности нефтезагрязнённой почвы в процессе очистки по дегидрогеназной активности *D. maris* AM3 и результаты фитотестирования. В качестве контроля мы рассматривали чистую почву, и данные представляли в % от контроля. Как видно из рис. 2 а, через 30 сут. в вариантах с самоочищением почвы и стимуляцией сохранялась низкая активность дегидрогеназ, что являлось показателем токсичности нефтезагрязнённой почвы. В почве со штаммом-интродуцентом количество формазана было в 1,5-2,5 раза выше, чем в других вариантах, что свидетельствовало о меньшей токсичности данной почвы.

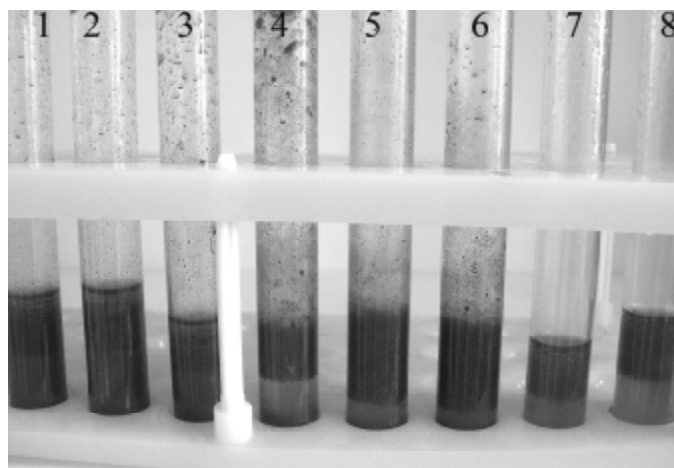


Рис. 1. Определение токсичности почвы по дегидрогеназной активности штамма *D. maris* AM3.
Пробирки: 1-3 – чистая почва; 4-6 – нефтезагрязнённая почва;
7-8 – контроль *D. maris* AM3 без почвы

Через 60 сут. во всех вариантах активность дегидрогеназ снизилась, что, возможно, связано с накоплением в почве в конце ремедиации токсичных метаболитов и продуктов разложения биоты, оказывающих ингибирующее действие на дегидрогеназы штамма *D. maris* AM3.

При фитотестировании исследуемой почвы были получены следующие результаты. Загрязнение почвы нефтью по отношению к чистой контрольной почве несколько снижало всхожесть семян редиса (рис. 2 б), более заметно угнеталось развитие ростков и корней у редиса – на 8-20 и 10-15% соответственно (рис. 2 в и 2 г). Через 30 сут. ремедиации средняя длина корней у проростков редиса была на 6-44% выше (рис. 2 г), а средняя длина ростка, напротив, на 39-52% ниже, чем в контроле (рис. 2 в), что свидетельствовало о токсичности почвы. Всхожесть семян через 30 сут. после загрязнения при самоочищении и стимуляции была чуть ниже, чем в чистой почве, а в варианте с интродуцированным штаммом-деструктором на 9% выше. Через 60 сут. в очищенной почве наблюдалась стимуляция развития корней у проростков редиса, длина которых на 2-16% была выше, чем в контроле. Ростки развивались лучше, чем в начале и середине эксперимента и были на 43-67% длиннее, чем в чистой почве, что свидетельствовало об очистке почвы от загрязнителя. Всхожесть семян редиса при использовании приёмов биоремедиации была немного ниже по сравнению с контролем.

В целом, сравнивая способы очистки почвы по показателям фитотоксичности, можно отметить, что при использовании штамма-интродуцента *D. maris* AM3 всхожесть семян редиса была выше, чем в остальных вариантах через 30 сут., средняя длина корня – через 30 и 60 сут., варианты с самоочищением и стимуляцией естественных микроорганизмов были близки.

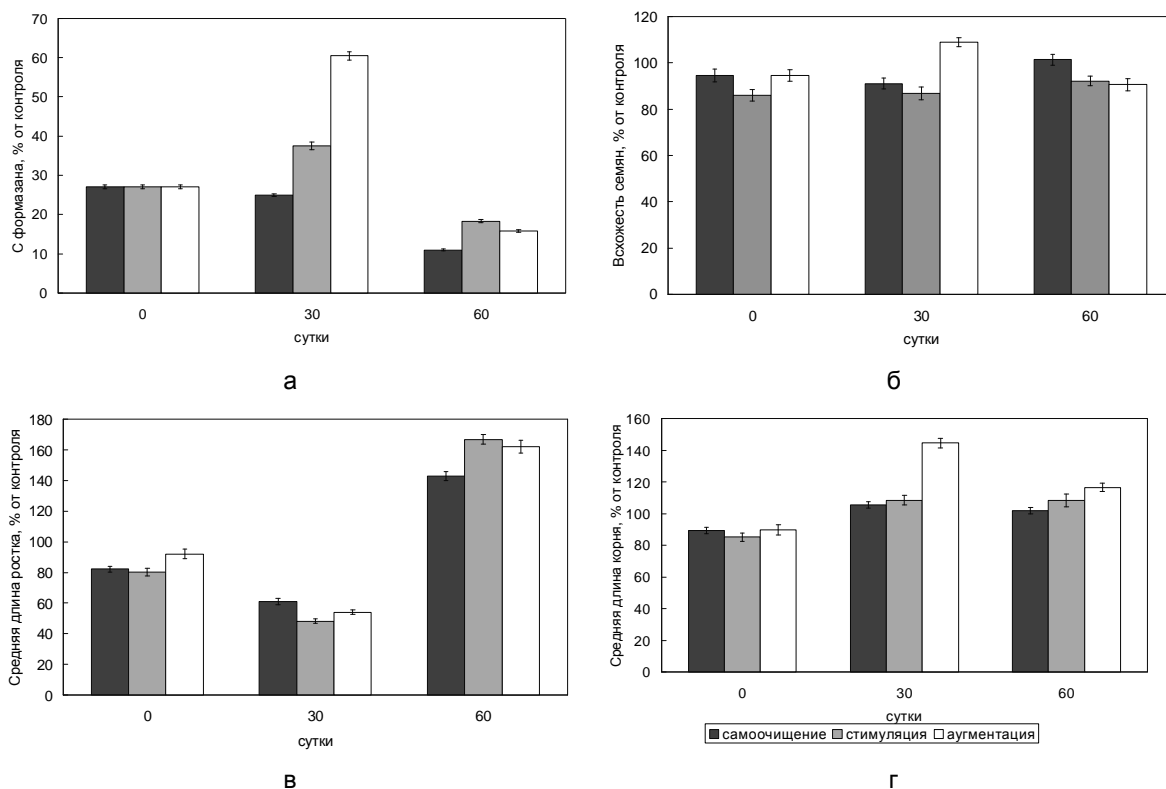


Рис. 2. Оценка токсичности почвы по дегидрогеназной активности бактерий (а), по показателям всхожести семян редиса (б), средней длины ростка проростков редиса (в) и средней длины корня проростков редиса (г), % от контроля

В эксперименте нами определялась убыль общих нефтяных углеводов в почве через 30 и 60 сут. очистки (рис. 3), которая при использовании приёмов ремедиации была значительно выше, чем при самоочищении почвы.

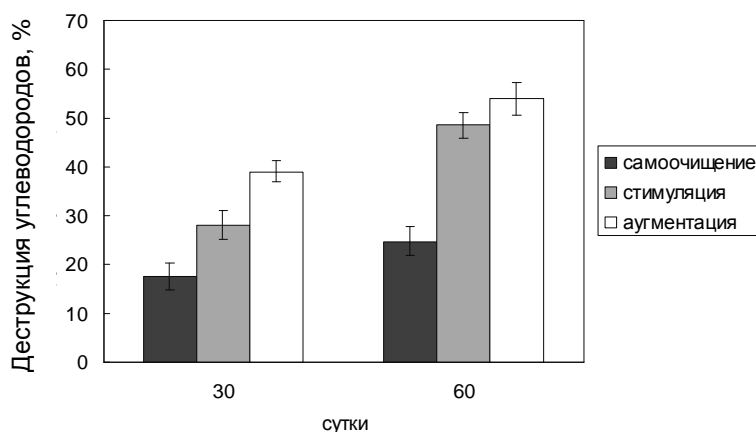


Рис. 3. Деструкция нефтяных углеводов в южном чернозёме в ходе очистки

При стимуляции естественной микрофлоры деструкция нефти в почве через 30 сут. была на 10,5% выше, чем при самоочищении, через 60 сут. – на 23,7%. Интродуцированный штамм *D. maris* AM3 оказал положительное действие на убыль нефтяных углеводов из почвы, которая через 30 сут. была на 11% выше, чем при использовании приёма стимуляции.

Через 60 сут. степень деструкции при стимуляции приближалась к значениям при аугментации. Таким образом, в эксперименте обнаруживалась прямая корреляция между убылью нефти в почве и снижением фитотоксичности. Чем меньше в почве остаточного содержания нефтепродуктов, тем фитотоксичность ниже.

В целом, можно отметить, что при оценке токсичности нефтезагрязнённой почвы с помощью двух приёмов биотестирования (по дегидрогеназной активности *D. maris* AM3 и фитотестированием) наблюдались сходные тенденции: через 30 сут. ремедиации показана средняя степень токсичности почвы, установлено, что очистка почвы, основанная на стимуляции аборигенной микрофлоры, способствует снижению токсичности почвы в большей степени, чем процесс самоочищения. Эти данные согласуются с данными химического анализа остаточных нефтяных углеводородов в почве. Вариант с аугментацией отличался большей степенью разложения нефтяных углеводородов, меньшей фитотоксичностью по показателям всхожести и средней длине корня проростков редиса и меньшей токсичностью почвы через 30 сут. по показателю дегидрогеназной активности бактерий.

Тот факт, что в конце очистки почва оказалась нетоксичной для растений, но ещё токсичной для микробных ферментов, свидетельствует о необходимости использования нескольких оптимальных биотестов для достоверной оценки токсичности почвы после биоремедиации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Comparison of bio-augmentation and composting for remediation of oily sludge: A field-scale study in China / W. Ouyang, H. Liu, V. Murygina et al. // *Process Biochem.* 2005. Vol. 40. P. 3763-3768.

2. Schwab P. Heritability of phytoremediation potential for the alfalfa cultivar Riley in petroleum contaminated soil / P. Schwab, M.K. Banks, W.A. Kyle // *Water, Air, Soil Poll.* 2006. Vol. 177. P. 239-249.

3. Dorn P.V. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation / P.V. Dorn, J.P. Salanitro // *Chemosphere.* 2000. Vol. 40. P. 419-426.

4. Экотоксикологическая оценка биосорбента нефти с целью сертификации / В.А. Терехова, И.Б. Арчегова, Ф.М. Хабибуллина и др. // *Экология и промышленность России.* 2006. № 3. С. 34-37.

5. Назаров А.В. Изучение причин фитотоксичности нефтезагрязненных почв / А.В. Назаров, С.А. Иларионов // *Письма в Международный научный журнал «Альтернативная энергетика и экология».* 2005. № 1. С. 60-65.

6. Проблема диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами / Ю.И. Пиковский, А.Н. Геннадиев, С.С. Чернянский, Г.Н. Сахаров // *Почвоведение.* 2003. № 9. С. 1132-1140.

7. Маджугина Ю.Г. Растения полигонов захоронения бытовых отходов мегаполисов как перспективные виды для фиторемедиации / Ю.Г. Маджугина, В.В. Кузнецов, Н.И. Шевякова // *Физиология растений.* 2008. Т. 55. № 3. С. 453-463.

8. Остроумов С.А. Некоторые аспекты оценки биологической активности ксенобиотиков / С.А. Остроумов // *Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология.* 1990. № 2. С. 27-34.

9. РД 52.18.647-2003. Методические указания для определения массовой доли нефтепродуктов в почвах. Методика выполнения измерений гравиметрическим методом. Утв. Росгидрометом 18.03.2003. Введ. 01.06.2003. 16 с.

Плешакова Екатерина Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биохимия и биофизика» Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского

Pleshakova Ekaterina Vladimirovna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of «Biochemistry and Biophysics» of Saratov State University in the name of N.G. Chernyshevskiy

Статья поступила в редакцию 26.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

ЭКОНОМИКА

УДК 338.242.4

В.Р. Атоян, Е.В. Еремина

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ПОЛИТИКА: СТРУКТУРА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕМЕНТОВ

Статья посвящена вопросам организации государственной инновационной политики, состоящей из взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, представляющих такие направления государственного регулирования как научно-техническая, промышленная, структурная, бюджетная, фискальная, денежно-кредитная, внешнеэкономическая, валютная, социальная политика государства, политика в области культуры, образования и регулирования рынка труда, а также правотворческая и правоприменительная деятельность государства.

Инновационная деятельность, инновационная политика, инновационная экономика, научно-техническая политика, промышленная политика, денежно-кредитная политика, государственное регулирование.

V.R. Atoyán, E.V. Eremina

NATIONAL INNOVATIVE POLICY: STRUCTURE AND INTERRELATION OF ITS ELEMENTS

The article is devoted to organization questions of national innovative policy consisting of the interconnected and co-operating elements, representing such directions of state regulation as scientific and technical, industrial, structural, budgetary, fiscal, monetary and credit, external economic, currency, social policy of the state, culture policy, education and labor market regulation, and also legislative and enforcement activities of the country.

Innovative activity, the innovative policy, innovative economy, scientific and technical policy, industrial policy, monetary and credit policy, state regulation.

В современном мире инновационная экономика становится основой конкурентоспособности государств, позволяет им приобретать преимущества, обеспечивающие экономический рост и благосостояние населения. Однако самопроизвольно, под действием одних только рыночных сил инновационные процессы не смогут охватить экономику страны и вывести

ее на качественно новый уровень развития. Более того, в рыночных условиях действует целый ряд антистимулов к инновациям. Ситуация усугубляется при негативном влиянии специфических для данной страны факторов, противодействующих инновациям, примерами которых могут служить характерные для России черты: ветхие производственные фонды, старение высококвалифицированных научных кадров, ориентация экономики на экспорт сырья и энергоносителей и, главное – недостаток финансирования инновационной деятельности за счет частного капитала. Переломить существующие в российской экономике тенденции, сделать инновации источником прогресса невозможно без создания комплексной инновационной политики и законодательной основы для ее реализации, без формирования инновационного общества с соответствующей ему ментальностью и инновационной культурой.

В наиболее общем смысле вопрос заключается в необходимости построения в стране инновационной системы, которая представляет собой единство трех подсистем: инновационной экономики, инновационной политики и инновационного общества. Инновационная экономика является базовой частью, основой, на которой должно строиться все здание инновационного развития. Она включает приоритетное развитие инновационной деятельности, систему мер поддержки инноваторов, финансирование инновационных процессов, содействие росту восприимчивости рынка к инновациям, кадровое обеспечение инновационной деятельности и т.д. Однако экономика требует государственного воздействия в целях формирования инновационной ориентации происходящих процессов. В этом и заключается суть второй составляющей инновационной системы – инновационной политики. Отдельного внимания заслуживает третья составляющая инновационного развития – инновационное общество. Инновационная экономика нуждается в регулировании со стороны государства, в государственной инновационной политике. Однако не меньше она нуждается в инновационном обществе, более того, государственная политика также должна подвергаться воздействию инновационного общества. Инновационное общество в самом общем виде можно определить как общество, пронизанное идеями инновационного развития, активно участвующее в инновационном процессе и осуществляющее воздействие на иных субъектов в целях содействия инновационной деятельности. В рамках данного исследования остановимся на вопросах, связанных с государственной инновационной политикой.

Согласно определению, данному в работе [3], государственная инновационная политика – это составная часть социально-экономической политики, направленная на развитие и стимулирование инновационной деятельности, под которой понимается создание новой или усовершенствованной продукции, нового или усовершенствованного технологического процесса, реализуемых в экономическом обороте с использованием научных исследований, разработок, опытно-конструкторских работ либо иных научно-технических достижений.

В некоторых источниках понятие инновационной политики дается через определение ее цели, которой является создание условий для устойчивого экономического роста, выхода инновационной продукции на внутренний и внешний рынки, замещения импортной продукции на внутреннем рынке за счет повышения технологического уровня и конкурентоспособности производства. При этом отмечается направленность инновационной политики на формирование целостной эффективной инновационной системы [4].

Некоторые экономисты представляют инновационную политику как отдельное направление промышленной политики, другими направлениями которой являются структурная и инвестиционная политики. Инновационная политика определяется как способствующая взаимодействию предпринимательских и научно-инновационных структур, формированию мотиваций и ориентиров инновационной хозяйственной деятельности [7]. В качестве одной из составляющих инновационной политики называется научно-техническая политика, а одним из инструментов решения инновационных задач выступает внешнеторговая политика.

Другие исследователи особо указывают на комплексный характер инновационной политики и называют ее основными направлениями формирование ресурсной базы (финансовых

источников, источников знаний и источников квалифицированного персонала), повышение связанности ресурсов и создание системы мотивации к инновационной деятельности [2].

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что инновационная политика, во-первых, есть политика, направленная на развитие инноваций, а, во-вторых, она представляет собой комплексное явление, систему, состоящую из взаимодействующих элементов. На наш взгляд, можно определить инновационную политику как часть социально-экономической политики, но только с точки зрения цели, т.е. суть инновационной политики – в деятельности государства по всемерному развитию инноваций в экономике страны. Однако с точки зрения структуры инновационная политика – это многомерное явление, представляющее собой систему, компонентами которой выступают различные направления государственной политики. Существенной особенностью инновационной политики является ее направленность на достижение двух групп целей: построение инновационной экономики и формирование инновационного общества. Сами по себе преобразования экономики в направлении ее инновационной ориентации не позволят достичь устойчивого положительного эффекта при отсутствии восприимчивости общества к инновациям, без соответствующей культуры, воспитания и образования, и, как следствие, без формирования общественных институтов, осуществляющих наблюдение за инновационными процессами и сигнализирующих органам государственной власти о проблемах и нарушениях в этих процессах. Это функции, которые призвано выполнять инновационное общество.

Таким образом, государственная инновационная политика – это часть проводимой государством политики, относящаяся по цели к социально-экономической, направленная на всемерное развитие инновационной деятельности в стране, превращение инноваций в основу экономического роста, формирование и развитие инновационного общества и включающая целый ряд направлений. Такими направлениями являются подсистемы научно-технической, промышленной и структурной политики, денежно-кредитной политики, бюджетной и фискальной политики, внешнеэкономической и валютной политики, социальной политики, политики в области культуры, образования и регулирования рынка труда, а также правотворческой и правоприменительной деятельности государства. Рассмотрим подробнее эти направления.

Первое направление – это научно-техническая политика, под которой понимается система мероприятий, направленных на развитие научно-технического потенциала. Хотя научно-техническая политика и представляет центральное звено инновационной политики, это разные понятия, которые не могут быть взаимозаменяемыми. Основным содержанием научно-технической политики является создание условий, способствующих развитию научно-технической сферы. Научно-техническую политику можно определить как систему целенаправленных мер, обеспечивающих комплексное развитие науки и техники, широкое и быстрое распространение и освоение крупных нововведений, увеличение вклада НТП в стабилизацию социально-экономического развития. Составляющими научно-технической политики являются прогнозирование ее важнейших направлений, выбор приоритетов научно-технической деятельности, разработка научно-технических программ, размещение государственного заказа, финансирование научно-технической деятельности, налогообложение в научно-технической сфере. В инновационную политику, помимо указанных составляющих, входят многочисленные мероприятия, направленные на создание стимулов к инновационной деятельности для различных субъектов, развитие системы подготовки кадров, содействие финансированию инноваций со стороны предприятий-инноваторов и третьих лиц и т.д. Таким образом, инновационная политика – гораздо более широкое понятие, чем научно-техническая политика.

Второе направление – это промышленная и структурная политика государства. Промышленную политику разные ученые трактуют по-разному, однако общим положением является то, что ее понимают как усилия государства по содействию экономическому развитию. Структурная политика – это политика в отношении структуры экономики, под которой понимается совокупность пропорций и отношений между всеми элементами хозяйственной

системы, обеспечивающей ее целостность. Экономическая структура представлена следующими параметрами: вид производственной деятельности (промышленная, сельскохозяйственная, торговая), размеры экономических единиц, тип экономической организации (рыночная, плановая, переходная), распределение населения между секторами, ориентация экономической деятельности (внутренний и внешний рынок). Структурная политика стимулирует межсекторный, межотраслевой и межрегиональный перелив капитала для совершенствования отраслевой и территориальной структуры промышленности. В настоящее время развиваются понятия горизонтальной и вертикальной, мягкой и жесткой промышленной политики. Универсальные методы используются в рамках мягкой (горизонтальной), а селективные меры – в рамках жесткой (вертикальной) промышленной политики.

Как мы видим, промышленная и структурная политики тесно связаны с научно-технической. Так, развитие отечественной промышленности невозможно без выбора приоритетов научно-технической деятельности, без федеральных или региональных научно-технических программ. А выбор приоритетных направлений развития, осуществляемый в рамках научно-технической политики, неразрывно связан со структурной политикой, которая обеспечивает стимулирование и содействие в развитии тех или иных отраслей и производств. Забегая вперед, следует заметить, что все направления государственной политики, входящие в инновационную политику, обнаруживают тесную связь и взаимопроникновение. Например, финансирование научно-технической деятельности (элемент научно-технической политики) осуществляется после выделения средств из бюджета (бюджетная политика), а налогообложение в научно-технической сфере является неотъемлемой частью фискальной (налоговой) политики.

С точки зрения инновационного развития промышленная и структурная политики могут предусматривать методы поддержки отдельных отраслей и производств, которые имеют высокую значимость для развития инновационной экономики. Однако в настоящее время появляется все больше доводов против селективных методов поддержки отдельных отраслей и производств. На первый план выходят универсальные методы, предусматривающие создание экономических институтов, активизирующих инвестиционные процессы и заимствование технологий [7]. Таким образом, промышленная и структурная политики также входят в инновационную.

Третьим направлением инновационной политики является область бюджетной и фискальной (налоговой) политики. Бюджетная политика состоит в законодательном оформлении формирования и расходования денежных средств, предназначенных для финансового обеспечения деятельности государства и местного самоуправления. В качестве составной части выступает налоговая политика – способ формирования доходов государственного бюджета. Налоговая политика влияет на процесс построения инновационной экономики через установление уровня налогообложения предприятий, осуществляющий инновационную деятельность, и косвенно – через установление налогов для физических лиц – работников указанных предприятий и через установление налогов для организаций, финансирующих инновационные предприятия. Кроме уровня налогообложения, утверждаются налоговые льготы, т.е. осуществляется полное или частичное освобождение от налогов указанных субъектов в соответствии с действующим законодательством.

Налоговая политика может включать различные способы стимулирования инновационной деятельности: стимулирование может различаться по адресату (крупный бизнес или малый инновационный бизнес), по целям (снижение себестоимости инновационной продукции, привлечение квалифицированного персонала), по формам (уменьшение налогооблагаемой базы, снижение исчисленного налога), по временным рамкам (перенос налоговых льгот на прошлые или будущие налоговые периоды). Так, во Франции налоговый кредит на поддержку НИОКР действует с 1983 г., он составляет для частных фирм 50% прироста затрат на квалифицированные НИОКР по сравнению со средними расходами в предыдущие два года. Не использованный в текущем году налоговый кредит может быть перенесен на будущее. В Нидерландах, начиная с 1994 г., компании могут вычитать из своих налоговых обязательств

и обязательств по социальному страхованию часть своих затрат на выплату заработной платы работникам, участвующим в осуществлении НИОКР. В Сингапуре в 1990-е гг. были установлены налоговые льготы в размере до 200% величины текущих затрат на НИОКР, в результате за 10 лет затраты на НИОКР в стране увеличились в 6 раз, причем две трети этих расходов были обеспечены за счет промышленных компаний.

Четвертое направление инновационной политики включает денежно-кредитную политику, составляющую часть единой государственной экономической политики, проявляющейся в воздействии на количество денег в обращении с целью достижения стабильности цен, обеспечения максимально возможной занятости населения, а также роста реального объема производства. Путем применения инструментов и методов денежно-кредитного регулирования, таких как процентные ставки по операциям Центрального банка; нормативы обязательных резервов; операции на открытом рынке; рефинансирование кредитных организаций; валютные интервенции; установление ориентиров роста денежной массы; прямые количественные ограничения; эмиссия облигаций от имени Центрального банка, государство может воздействовать в том числе и на инновационные процессы в стране. Существуют разные точки зрения относительно влияния денежно-кредитной политики на инновационные процессы в стране: согласно одной из них, необходимо расширять кредитование путем проведения мероприятий экспансионистской направленности, согласно другой – сдерживать рост денежной массы в целях недопущения роста инфляции, противодействующей получению инноваторами финансовых ресурсов, в частности, кредитных средств.

Так, до сих пор среди отечественных экономистов нет единого мнения относительно направлений финансовой политики РФ. Одним из наиболее ярких примеров является дискуссия по поводу необходимости расширения или сокращения масштабов кредитования в российской экономике. Одни ученые считают снижение инфляции первоочередным шагом, необходимым для создания условий, при которых возможно долгосрочное инвестирование средств в экономику страны (А.Л. Кудрин) [5]. По их мнению, нынешний прирост инвестиционных ресурсов вполне достаточен для реализации требующихся стране инвестиционных проектов, а превышение прогнозируемых объемов может привести к необоснованному росту денежной массы и инфляции. Высокий темп инфляции увеличивает риски неопределенности, которые всегда требуют проведения более жестких мер в отношении роста государственных расходов.

Другие аналитики (например, А.И. Милуков, Г.Г. Фетисов) подвергают критике мнение о перегреве российской экономики и необходимости сдерживания ее кредитования в целях снижения темпа инфляции [5]. Они аргументируют предложение расширить кредитование экономики, особенно инновационных проектов, для насыщения рынка товарами и услугами путем наращивания активов (в том числе кредитов) банков.

Это мнение разделяет и С. Глазьев, который, проводя анализ денежно-кредитной политики России, констатирует, что «... Центральный банк жестко ограничивал денежное предложение и не занимался созданием должной системы рефинансирования коммерческих банков. Рост последних был ограничен общим пределом роста денежной массы, устанавливаемым денежными властями. В результате коммерческие банки не могли удовлетворить растущий спрос на кредиты» [1]. В результате наиболее кредитоспособные клиенты российских банков обращались за кредитами в иностранные кредитные организации. По оценкам С. Глазьева, до 60% российской денежной базы было сформировано под иностранные кредиты.

Однако важнейшим моментом является то, что в любом случае инструменты денежно-кредитной политики оказывают значительное влияние на процессы финансирования инновационной деятельности.

Пятым направлением инновационной политики являются внешнеэкономическая и валютная политики государства. Государственное регулирование внешнеэкономической деятельности – это система мер законодательного, исполнительного и контролирующего характера, призванных совершенствовать внешнеэкономическую деятельность в интересах нацио-

нальной экономики. При этом внешнеэкономическая деятельность включает не только международную торговлю товарами, работами, услугами, объектами интеллектуальной собственности, но и движение краткосрочных финансовых средств, экспорт и импорт капиталов (инвестиций), оказание экономической помощи, валютные отношения, движение рабочей силы, промышленное и научно-техническое сотрудничество (движение технологий), сотрудничество в решении глобальных проблем.

Внешнеэкономическая политика в целях содействия инновационному развитию должна включать меры по стимулированию инновационной деятельности. Содержание данных мероприятий зависит, во-первых, от тех приоритетов, которые утверждены национальным правительством, а, во-вторых, от той конкретной экономической, политической, международной обстановки, в которой находится страна в период реализации данной внешнеэкономической политики.

Валютное регулирование – деятельность государства, направленная на регламентирование расчетов и порядка совершения сделок с валютными ценностями. Необходимость валютного регулирования заключается в стремлении стран и банков минимизировать валютные риски. Страны с помощью валютного регулирования стремятся поставить под контроль государства валютные операции, предоставление иностранным юридическим и физическим лицам кредитов и займов, ввоз, вывоз и перевод валюты за границу и тем самым поддержать равновесие платежного баланса и устойчивости валюты.

Внешнеэкономическая и валютная политика могут являться составной частью инновационной политики, когда они направлены на переориентацию ресурсов отечественной экономики на финансирование инновационной деятельности. То есть не всякая внешнеэкономическая политика войдет в инновационную, а только та, которая имеет инновационную направленность.

Одной из наиболее полемичных представляется проблема вывоза из РФ финансовых средств и размещения их на иностранном рынке. Речь идет о размещении средств Стабилизационного фонда РФ за рубежом. Так, А.Л. Кудрин приводит аргументы, обосновывающие необходимость создания крупных государственных денежных резервов, их сохранения на установленном уровне и размещения на мировом, а не российском финансовом рынке. По его оценке, ипотечный кризис в США и его отрицательные последствия показали, насколько рискованной и катастрофичной может быть иная, чем проводившаяся в нашей стране в последние годы, финансовая политика государства. С данной точкой зрения спорит ряд ученых. В частности, С. Глазьев приводит аргументы против вывоза средств фонда за рубеж. По его оценке, в той мере, в которой правительство изымало деньги налогоплательщиков из российской экономики и вывозило их за рубеж, компании направлялись туда же, чтобы занять недостающие им денежные средства. При этом правительство ссужало деньги российских налогоплательщиков зарубежным заемщикам под 4-5%, а компании вынуждены были там же занимать изъятые у них денежные ресурсы под 8-15% годовых. Чистый ущерб от такой политики составлял около 5 млрд. долл. в год [1]. Для ликвидации таких негативных явлений предлагается провести замещение отзывааемых иностранных кредитов российскими кредитными ресурсами, выделяемыми ЦБ в рублях по тем же процентным ставкам. Рекомендуется прекратить вывоз нефтяных доходов государства за рубеж, преобразовать резервный фонд в бюджет развития и обеспечить сбалансированность бюджета, отказавшись от его профицита. Часть средств резервного фонда возможно будет использовать для субсидирования импорта новых технологий, патентования российских изобретений за рубежом, приобретения зарубежных активов для достройки технологических цепочек и организации международной кооперации в производствах нового технологического уклада [1].

Кроме того, во внешнеэкономическую политику входят регулирование международных аспектов инновационных процессов и защита интересов национального инновационного предпринимательства. Речь может идти о международных договоренностях правительств

разных стран осуществлять научно-техническое сотрудничество, в рамках которого различные субъекты разных стран будут вести переговоры и организовывать системы взаимодействия (например, между национальными и зарубежными предприятиями или вузами).

Шестым направлением является социальная политика, которая оказывает непосредственное влияние на формирование и развитие инновационного общества. Социальная политика в общем случае представляет собой систему мер государственного воздействия, направленных на удовлетворение нужд населения и развитие социальных услуг. Необходимость проведения таких мероприятий в рамках инновационной политики обусловлена объективными факторами: построение инновационной экономики, в частности, отвлечение значительных средств на стимулирование инновационных процессов в стране, поддержку научных организаций и наиболее перспективных кадров, сокращение финансирования неинновационных производств и секторов экономики возможно осуществлять лишь при наличии твердой социальной базы. Речь идет об обеспечении высокого уровня жизни населения, существенном увеличении среднего класса, доступности высшего и послевузовского образования, гарантированных пособий по нетрудоспособности значительного размера, достойном пенсионном обеспечении и т.д. Социальная база позволит проводить реформы, не опасаясь вымывания доходов инновационного сектора, усиления дифференциации доходов населения, чреватого ростом напряженности, невостребованности передовых разработок широкими слоями населения, других негативных последствий.

В качестве седьмого направления в инновационную политику входит комплекс мероприятий в области культуры, образования и регулирования рынка труда. Указанные мероприятия направлены на достижение двух целей: содействие построению инновационной экономики и формирование инновационного общества. Речь идет, с одной стороны, о мерах по стимулированию сферы научно-исследовательской деятельности, т.е. привлечения работников в государственные организации, занятые научной деятельностью, и в организации частного сектора, осуществляющие инновационную деятельность, а с другой стороны, о мерах по повышению общего культурного и образовательного уровня населения и формированию на этой основе инновационной культуры. Последнее необходимо для превращения инноваций в источник экономического развития страны, что невозможно без охвата инновациями всех отраслей и сфер национальной экономики. А для широкого распространения инноваций требуется наличие профессиональных кадров, подготовка которых должна стать одним из приоритетов государственной политики в области образования.

Система подготовки кадров для инновационной экономики должна включать:

- повышение общего уровня образования;
- увеличение доли лиц, имеющих высшее образование, и повышение качества образования;
- обучение работе с использованием новой техники и прогрессивных технологий;
- стимулирование творческой инициативы обучающихся, выявление наиболее одаренных студентов и учащихся для их направления на дальнейшее обучение за счет государства;
- повышение престижности научного труда;
- повышение заработной платы научных работников;
- развитие системы стимулирования инициативы работников и выявления наиболее талантливых ученых, в том числе и с использованием конкурсов, грантов и т.д.

Восьмым направлением инновационной политики, как и любой другой, является правотворческая и правоприменительная деятельность государства. Речь идет о разработке и утверждении на государственном уровне инновационной политики страны, а также о создании правовой базы инновационных процессов, особенно защиты авторских прав инноваторов и охраны интеллектуальной собственности.

Инновационная политика только тогда может внедряться и давать позитивные результаты, когда она является стройной и логичной системой, закреплённой нормативными акта-

ми соответствующего уровня. Естественно, предоставлять бюджетные средства на научные исследования и разработки, применять инструменты денежно-кредитной политики, изменять условия внешней торговли, можно лишь на основе федеральных законов, актов президента и правительства, министерств, Центрального банка и других уполномоченных органов. Однако даже такие методы стимулирования инновационной деятельности, как ускоренное внедрение прогрессивной техники, технологий и методов организации производства, увеличение объемов финансирования инноваций частным сектором, повышение престижности научного труда, не могут быть внедрены без нормативного закрепления. Здесь речь идет не о прямых методах регулирования, не об административных указаниях, а о косвенных методах, тем не менее закрепленных государством в изданных им актах. Так, например, приобретение предприятиями новой техники может стимулироваться путем закрепления государством необходимости уплаты штрафных санкций или увеличения налогообложения для тех субъектов предпринимательской деятельности, которые применяют технику старше определенного возраста. Увеличение объемов финансирования инновационной деятельности частным бизнесом – гораздо более сложный вопрос, одно из направлений решения которого – внедрение различных стимулов, таких как снижение уплачиваемых налогов, внедрение программ частного государственного финансирования инноваций, системы государственного страхования и т.д., что должно, прежде всего, найти отражение в издаваемых нормативно-правовых актах, а затем уже воплощаться на практике.

Таким образом, государственная инновационная политика должна быть единым целостным комплексом, подчиненным общей цели – организации экономики инновационного типа. Инновационная политика, поскольку она включает меры, относящиеся к различным областям государственного регулирования, должна быть исключительно глубоко проработанной и скоординированной. Необходимость в детальной разработке инновационной политики связана с тем, что в реальной жизни она накладывается на действие системы многочисленных и разнообразных факторов, которые могут направлять инновационные процессы в сторону, противоположную действию проводимой инновационной политики. Например, один из инструментов денежно-кредитной политики – ставка рефинансирования может быть снижена в целях увеличения объемов кредитования в стране и, следовательно, расширения финансирования инновационной деятельности. Однако при наличии других факторов, например, растущего курса иностранной валюты, такое снижение может привести к переливу сбережений населения в наличную иностранную валюту и падению банковских пассивов, в результате чего размеры банковских кредитов будут сокращаться.

Координация мероприятий в рамках инновационной политики – не менее важное направление, связанное с тем, что методы воздействия, используемые в инновационной политике, крайне разнообразны, многие из них влияют на инновационные процессы опосредованно. Следовательно, в процессе действия многочисленных факторов могут возникать разнонаправленные воздействия, которые будут нивелировать друг друга или даже влиять в противоположном от желаемого направлении. Например, при защите инновационной сферы национальной экономики при помощи мер внешнеторговой политики: импортных пошлин, квот и других ограничительных мер – невозможно добиться подъема инновационной деятельности в стране, если денежно-кредитная политика не будет способствовать расширению финансирования инновационных процессов (если действует высокая ставка рефинансирования, установлены достаточно большие размеры обязательных резервов и т.д.).

Однако наиболее актуальная проблема, а точнее круг проблем, связанных с инновационным развитием, заключается в том, что проводимая в настоящее время в РФ инновационная политика не дает позитивных результатов, несмотря на усиленное внимание к этой сфере правительства страны, издание нормативных актов, предоставление бюджетного финансирования, утверждение мер косвенного стимулирования инновационной деятельности. Целый ряд проблем связан с крайне низкими объемами финансирования инновационной деятельно-

сти со стороны частного сектора (в развитых странах 70-75% расходов на НИОКР осуществляется за счет частного капитала, 30-40% капиталовложений в инновационное развитие кредитуют коммерческие банки, в России эти цифры составляют соответственно 40% и 5-7% [5]). Это свидетельствует о необходимости принятия мер по стимулированию бизнеса вкладывать средства в инновационные проекты. Таким образом, важнейшее направление совершенствования инновационной политики РФ – активизация привлечения частного бизнеса в финансирование инновационной деятельности. Это задача со многими неизвестными, простого и однозначного решения которой не существует. Необходимы разработка и внедрение целого комплекса взаимосвязанных мероприятий, их научно обоснованная система, учитывающая влияние различных факторов, причем не только непосредственное, но и косвенное.

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что инновационная политика представляет социально-экономическую политику по цели своего воздействия, а по сфере действия – систему, включающую научно-техническую, промышленную, структурную, бюджетную, фискальную, денежно-кредитную, внешнеэкономическую, валютную, социальную политику, политику в области культуры, образования и регулирования рынка труда, а также правотворческую и правоприменительную деятельность государства. Кроме того, инновационная политика должна представлять научно обоснованную и адекватно организованную систему элементов, основанную на исследовании многообразных последствий реализации ее инструментов в их различных комбинациях. Особую актуальность проблемы разработки инновационной политики приобретают в современных российских условиях, когда на первый план выходят вопросы, связанные с необходимостью стимулирования финансирования инновационной деятельности частным бизнесом. В таких условиях только системный подход, обеспечивающий объединение разнообразных методов денежно-кредитной, внешнеэкономической, валютной, бюджетной, налоговой политики и ряда других направлений государственного регулирования и управления, способен обеспечить создание в РФ действенной инновационной политики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазьев С. Перспективы социально-экономического развития России / С. Глазьев // Экономист. 2009. № 1. С. 3-18.
2. Голиченко О.Г. Проблемы модернизации инновационной системы и инновационной политики России / О.Г. Голиченко // Инновации. 2008. № 10. С. 12-21.
3. Гончаренко Л.П. Инновационная политика / Л.П. Гончаренко. М.: КНОРУС, 2009. 352 с.
4. Государственное регулирование национальной экономики / под ред. Н.А. Платоновой, В.А. Шумаева, И.В. Бушуевой. М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. 653 с.
5. Красавина Л.Н. Роль финансовой и банковской систем в инновационном развитии экономики России / Л.Н. Красавина, В.М. Родионова // Финансы и кредит. 2008. № 23. С. 2-16.
6. Ленчук Е.Б. Инвестиционные аспекты инновационного роста: Мировой опыт и российские перспективы / Е.Б. Ленчук, Г.А. Власкин. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 288 с.
7. Модернизация российской экономики и государственное управление. М.: КомКнига, 2006. 376 с.

Атоян Вазген Рубенович –
доктор экономических наук,
профессор, заведующий кафедрой
«Экономика и управление в машиностроении»
Саратовского государственного
технического университета

Atoyan Vazgen Rubenovich –
Doctor of Economic Sciences,
Professor, Head of the Department
of «Economy and Management
in Machine Building»
of Saratov State Technical University

Еремина Елена Валериевна –
кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Экономика и управление
в машиностроении»
Саратовского государственного
технического университета

Eremina Elena Valerievna –
Candidate of Economic Sciences,
Senior Lecturer of the Department
of «Economy and Management
in Machine Building»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 27.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 338.24

Е.С. Авдеева

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ И ОЦЕНКА ВЛИЯЮЩИХ НА НЕГО ФАКТОРОВ

Рассматривается понятие «стратегия развития» промышленного предприятия. Выделены основные факторы, влияющие на эффективное развитие предприятия: глобальные факторы или факторы макросреды, кадровый состав предприятия, количественные показатели деятельности предприятия, доступ к капиталу, инновационный потенциал, стратегический фактор, научно-технический фактор, рыночный и ресурсный факторы. На основании выделенных факторов построена матрица приоритетов.

Стратегия, промышленное предприятие, эффективное развитие, матрица приоритетов, организационный потенциал предприятия.

E.S. Avdeyeva

INDUSTRIAL ENTERPRISES DEVELOPMENT AND ESTIMATION OF THE FACTORS INFLUENCING IT

In the article «development strategy» concept of the industrial enterprises is considered. The major factors influencing effective development of the enterprise are allocated: global factors or macro environment factors, personnel structure of the enterprise, quantity indicators of the enterprise activity, access to the fund, innovative potential, strategic factor, scientific and technical factor, market and resource factors. On the basis of the allocated factors the matrix of priorities is constructed.

Strategy, the industrial enterprise, effective development, priority matrix, organizational potential of the enterprise.

В современной действительности большое значение для эффективной работы предприятия имеет категория «развитие». Так, Э. Фрезе, Л. Тойфсен, Т. Беекен, П. Леманн, Г. Минцберг под организационным развитием рассматривают структурную реорганизацию предприятия [1]. По их мнению, предприятия стремятся повысить эффективность путем со-

вершенствования производственных процессов и структур, усиления контроля за использованием ресурсов, отказа от бюрократических форм поведения. Цель реорганизации в этом случае заключается в устранении малопроизводительных структурных звеньев.

Б. Карлофф считает, что организационное развитие относится к развитию индивидуумов, групп, сфер ответственности, систем управления, инициативы и т.п. [2].

Считаем, что развитие невозможно рассматривать без стратегической составляющей. Развитие без стратегии хотя и возможно, однако не эффективно, так как отсутствует принцип системности, комплексности восприятия и развития предприятия, а есть разрешенные разнонаправленные действия подразделений предприятия. Первичной является стратегия, которая определяет вектор, особенности, темпы развития предприятия. Также невозможно без стратегической составляющей инновационное развитие, так как в противном случае могут сформироваться излишняя диверсификация деятельности и отсутствие концентрации на определенном виде продуктов.

Организация всегда находится под воздействием внешних и внутренних факторов, поэтому процесс развития осуществляется постоянно. Однако цель стратегии – обеспечить сложное сочетание готовности к переменам и факторов стабильности, то есть поддерживания равновесия и порядка, сохраняя при этом общее развитие и эффективность структуры. Поэтому, как это ни парадоксально, в серьезных работах по стратегическому управлению стратегия подается как понятие, связанное не с переменами, а со стабильностью. Именно стремление к устойчивости и постоянству побуждает организации к разработке и реализации стратегий [3].

Стратегия развития предприятия – это направленная деятельность предприятия, целью которой является координирование изменений внешней и внутренней среды, то есть предприятие должно идти по течению внешней среды, а не действовать против нее. При этом оно использует различные внутренние ресурсы и источники, так как в большинстве случаев определяющими факторами (глобальным макрофактором) развития предприятия является изменение внешней среды. Она выявляет основные тенденции направленности развития предприятия, которые потом корректируются, исходя из внутренних ресурсов, возможностей и резервов предприятия. Невозможно отрицать такие внешние факторы, как политическая ситуация, научно-технический прогресс, экономическое положение и др. Они определяют базис функционирования всех предприятий.

Стратегическое развитие – это функционирование предприятия с использованием стратегической культуры управления, способность всех подсистем предприятия непрерывно и динамично изменяться согласно избранной стратегии, поддерживая необходимые темпы развития в условиях хозяйственного риска и неопределенности. Обеспечение устойчивого развития предприятия «возможно только на основе системного подхода, предусматривающего комплексное исследование задач, предпосылок, факторов и путей предстоящего развития во взаимной их связи, определение различных вариантов принятия решений и в конечном итоге разработку системы» [4].

Под устойчивым развитием понимается способность предприятия непрерывно и динамично поддерживать рациональную пропорциональность между факторами воспроизводства предприятия и необходимые темпы его развития в условиях хозяйственного риска и неопределенности [4].

Для создания предпосылок устойчивого развития предприятия необходимо рассмотреть группы основных факторов внешней и внутренней среды, которые влияют на положение и функционирование предприятия. Однако некорректно рассматривать эти факторы и их влияние на развитие предприятия разрозненно, так как невозможно оценить их комплексное воздействие. Результат исследования влияния факторов на развитие предприятия – ранжирование факторов по степени важности. Обеспечение устойчивого развития связано с преодолением отрицательного воздействия этих факторов, дестабилизирующих производство.

Среди основных факторов, влияющих на эффективное развитие предприятия, можно выделить:

1. Глобальные факторы или факторы макросреды. К ним можно отнести политическую ситуацию внутри страны и на международном уровне, конкуренцию на внешнем рынке, налоговую политику, взаимоотношения с властями.

2. Кадровый состав предприятия, а также его руководство (в первую очередь топ-менеджмент). В рамках этого фактора рассматриваются квалификационный состав предприятия, возрастная структура работников и управленческого персонала, особенности совершенствования организации труда и производства, повышение квалификации сотрудников.

3. Количественные показатели деятельности предприятия: объем валовой продукции, объем товарной продукции, объем реализованной продукции, абсолютный и относительный размер прибыли.

4. Доступ к капиталу: наличие специальных программ по поддержке отечественного промышленного производства, доступные источники кредитов, государственные субсидии.

5. Инновационный потенциал предприятия: совокупность материальных, финансовых, инфраструктурных, интеллектуальных информационно-коммуникационных ресурсов [5].

6. Стратегический фактор: наличие грамотно составленной и работающей стратегии.

7. Научно-технологический фактор: проведение научно-технических разработок.

8. Рыночный: развитая сбытовая инфраструктура (как внутри страны, так и за рубежом), проработанные логистические каналы реализации, существование дистрибьюторов, отсутствие барьеров для доступа на целевые рынки.

9. Ресурсный: налаженные потоки сырья материалов, логистические потоки «поставщик – предприятие», наличие дистрибьюторских договоров с производителями сырья и материалов, а также развитая сеть импортных поставщиков.

На основании выявленных факторов имеется возможность построения модели эффективного развития промышленного предприятия, которое включает комплекс мер технического, организационного и экономического характера.

Для определения значения каждого фактора можно использовать метод экспертной оценки. Под экспертными оценками понимают эвристические оценки, основанные на опыте и интуиции эксперта. Широкое распространение метода обусловлено сложностью и многофакторностью экономических измерений [6]. При анализе данных можно использовать метод «парного» сравнения в силу невозможности количественного представления влияния факторов. При выполнении оценки сравнивались пары факторов, при этом отдавалось предпочтение одному из них. Предпочтение обозначается – 2, в противном случае – 0. Результаты сводятся в матрицу приоритетов (табл. 1).

По горизонтали и вертикали расположим факторы. По горизонтали обозначим факторы X_i , а по вертикали – X_j . Поскольку $X_1 = X_1$, $X_2 = X_2$ и т.д., построим диагональ соответствия, и при пересечении равнозначных факторов отметим значениями 1. Оцениваются преимущества X_j перед X_i .

Соответственно между суммой X_j и X_i будет тождество. Для оценки веса каждого фактора воспользуемся следующей формулой [4]:

$$W_j = \sum X_i / \sum \sum X_{ij},$$

где W_i – вес важности показателя; $\sum X_i$ – сумма оценок, стремящаяся к максимальному значению; $\sum \sum X_{ij}$ – сумма оценочных баллов.

Анализируя полученные данные, можно выявить, что на эффективное развитие предприятия в первую очередь влияют факторы стратегического развития компании, следующими по значимости факторами являются факторы макросреды, то есть глобальные, кадровый состав предприятия и доступ к капиталу (инвестиции).

Таблица 1

Матрица приоритетов

Коэффициент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΣX_i	W_j	Ранг
1	1	0	2	0	2	0	2	2	2	11	0,13	2
2	2	1	2	0	2	0	0	2	2	11	0,13	2
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	11	0,01	9
4	2	2	2	1	2	0	0	0	2	11	0,13	4
5	0	0	2	0	1	0	0	2	0	5	0,06	8
6	2	2	2	2	2	1	2	2	2	17	0,21	1
7	0	2	2	2	2	0	1	0	0	9	0,11	5
8	0	0	2	2	0	0	2	1	2	9	0,11	6
9	0	0	2	0	2	0	2	0	1	7	0,09	7
ΣX_j	8	7	17	7	13	1	9	9	11	82		

Все рассматриваемые нами факторы относятся к уровню микросреды, то есть составляют организационный потенциал предприятия, за исключением глобальных факторов. На основе обобщения результатов анализа, выполненного в области производственных систем, указанным элементам можно поставить в соответствие следующие веса [7] (табл. 2). Известно, что чем больше пропорций, отвечающих принципу «золотого сечения» в структуре объекта, тем выше уровень развития этого объекта и больше его устойчивость. Равновесие между беспорядком и порядком в целом по всем параметрам системы предполагает их неравенство для отдельных частей и отдельных параметров [8]. Это решение осуществляется в композиции: целое (100%) = часть 1 (62%) + часть 2 (38%). Оно лежит в основе принципа «золотого сечения».

Таблица 2

Распределение элементов организационного потенциала предприятия

Элементы организационного потенциала	Веса	Распределение элементов на основе принципа «золотого сечения»		
Стратегический	0,24	0,38	0,62	1
Трудовой	0,14			
Научно-технологический	0,14	0,24		
Инновационный	0,1			
Рыночный	0,14	0,24	0,38	
Ресурсный	0,1			
Производственный	0,1	0,14		
Инвестиционный	0,04			

В настоящее время при сильной конкуренции не только на внутреннем, но и на внешних рынках, а также практической идентичности товаров и услуг, на первое место выходят именно факторы непроизводственного характера (так как условия производственного цикла во многом одинаковы и стремятся к оптимальным, а, значит, снижение издержек в этой области возможно в меньшей степени).

Считаем, что на первое место при ранжировании элементов организационного потенциала предприятия выходят стратегические, трудовые, научно-технологические факторы, далее рыночные и др. Искусство стратегического менеджмента заключается в том, чтобы обеспечить устойчивое развитие прежде всего за счет эффективной инновационной деятельности, повышения инвестиционной привлекательности социотехнической системы. В заключение считаем необходимым отметить – мы полностью согласны с мнением ученых о том,

что эффективность стратегического менеджмента будет тем выше, чем меньше разногласий между его групповыми и общественными интересами [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Минцберг Г. Структура в кулаке: создание эффективной организации / Г. Минцберг; пер. с англ. под ред. Ю.Н. Каптуревского. СПб.: Питер, 2001. 512 с.
2. Карлофф Б. Деловая стратегия. Концепция, содержание, символы / Б. Карлофф; пер. с англ.; науч. ред. и авт. послесл. В.А. Приписнов. М.: Экономика, 1991. 77 с.
3. Минцберг Г. Школы стратегий / Г. Минцберг, Б. Альстрэнд, Дж. Лэмпел; пер. с англ. СПб.: Питер, 2000. 303 с.
4. Коновалов В.В. Способы оценки факторов устойчивого развития агропромышленного комплекса / В.В. Коновалов, Т.В. Коновалова, А.Б. Викторова // Экономический анализ: теория и практика. 2009. № 27. С. 26.
5. Дойль П. Менеджмент: стратегия и тактика / П. Дойль. СПб.: Питер, 1999. 268 с.
6. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян. М.: ЮНИТИ, 1998. 240 с.
7. Дежкина И. Эффективность управленческой деятельности и принцип «золотого сечения» / И. Дежкина, Г. Поташева // Проблемы теории и практики управления. 2009. № 1. С. 82-86.
8. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: вопросы управления сложными системами / И.В. Прангишвили. М.: Наука, 2003. 320 с.
9. Бык Ф.Л. Концептуальная модель развития и задачи менеджмента / Ф.Л. Бык, В.Г. Китушин // Менеджмент в России и за рубежом. 2008. № 6. С. 3-9.

Авдеева Екатерина Сергеевна –
кандидат экономических наук,
доцент кафедры
«Внешнеэкономическая деятельность»
Саратовского института (филиала)
Российского государственного
торгово-экономического университета

Avdeyeva Ekaterina Sergeevna –
Candidate of Economic Sciences,
Senior Lecturer of the Department
of «Foreign Trade Activities»
of Russian State Trade and Economic University
(Saratov branch)

Статья поступила в редакцию 07.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 330.33

Н.Г. Барашов

НОВЫЕ ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ ЦИКЛИЧНОГО РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

Рассматриваются факторы и условия циклического развития современной экономики. Значительное внимание уделяется государственному антициклическому регулированию экономической системы и саморегулированию со стороны крупных корпораций. Раскрываются особенности современного финансово-экономического кризиса.

Экономический цикл, антициклическое регулирование, мировой экономический кризис, финансовый капитал, глобализация.

N.G. Barashov

NEW FACTORS AND CONDITIONS OF THE MODERN ECONOMY CYCLE DEVELOPMENT

There factors and cycles of the modern economy development conditions are analyzed in the article. Special attention is paid to the government anti-cycle regulation of economic system and big corporation self regulation. Modern financial-economic crisis issues are revealed in this text.

Economic cycle, anti-cycle regulation, world economic crisis, financial capital, globalization.

В последние несколько десятилетий экономический цикл приобрел новые черты, произошли изменения формы протекания кризиса, как в отдельных странах, так и в международном масштабе. Не вызывает сомнений, что колебания приняли меньший размах и в особенности сократилась продолжительность циклов, которые складываются из небольших циклов, квазициклов, и повторяются каждые 4-5 лет вместо 8-10. Вместе с тем, отличаясь меньшей интенсивностью, эти циклы выступают в виде рецессии, а не кризисов. Таким образом, в большинстве случаев государству удастся предотвратить превращение рецессии в кризис.

Изменились и другие фазы цикла, а также форма перехода одних фаз в другие. В большинстве случаев продолжительность депрессии сократилась, короче стала и фаза оживления, зато увеличилась продолжительность фазы подъема. Переход от подъема к кризису происходит теперь более медленно и сравнительно плавно. За циклическими кризисами нередко следуют периоды длительного зстоя капиталовложений, несмотря на оживление и рост производства. Эти изменения обусловлены качественными сдвигами в экономике.

В последнее время на кризисы и циклы все возрастающее влияние оказывает государственное антициклическое регулирование, которое включает в себя антикризисное регулирование, а также мероприятия, направленные на предотвращение «перегрева экономики», характеризующееся перенакоплением капитала, таящим в себе опасность кризиса.

Непосредственное влияние государства на цикл является тройким.

1) Государство оказывает воздействие на механизм цикла благодаря самому факту возрастания его доли в общественном воспроизводстве. Рост расходов государства расширяет рынок сбыта конечной продукции общества независимо от того, ставит ли себе государство сознательную цель стимулировать спрос или нет. Во время кризисов наличие государственного рынка ослабляет падение производства, даже если государственные закупки не расширяются. Через государство финансируется значительная часть научных исследований и опытно-конструкторских разработок на передовых рубежах научно-технического прогресса. В этом же направлении действуют так называемые «автоматические стабилизаторы».

2) Государство прибегает к сознательной антициклической политике, что реализуется с помощью финансовых и денежно-кредитных рычагов.

3) Государственное страхование (гарантии выплат) вкладов физических лиц и предотвращение банкротства банков.

В 1930-40-е гг. задачи финансовой политики преимущественно сводились к антициклическому регулированию экономики, поддержанию высокой хозяйственной активности и расширению платежеспособного спроса. В последние десятилетия акцент сместился на достижение высокой занятости и стимулирование темпов экономического роста. В современной финансовой политике приоритетным направлением стала борьба с инфляцией в совокупности с прежними задачами: обеспечением высокой занятости, стимулированием экономического роста, сбалансированием государственного бюджета и др.

В условиях рынка финансовое регулирование экономики реализуется в двух основных формах: через механизм встроенных стабилизаторов и через целенаправленную финансовую (дискреционную) политику государства.

Под недискреционной формой финансового регулирования понимают ряд особенностей налоговой, трансфертной и институциональной систем к самостоятельной стабилизации, позволяющие корректировать экономическую деятельность в стране без непосредственного вмешательства каких-либо управляющих органов.

Для сдерживания экономической конъюнктуры необходим бюджетный профицит, то есть превышение доходной части государственного бюджета над расходной. С другой стороны, чтобы преодолеть спад, желателен дефицитный бюджет. Важным направлением достижения поставленных целей является регулирование государством налоговых поступлений. В первом случае речь идет об увеличении налогов, во втором – об их снижении. Но эти же задачи решаются и через механизм встроенных стабилизаторов.

При заранее зафиксированной величине ставок подоходного и других налогов с крутой прогрессивной шкалой на стадии подъема будет постоянно образовываться бюджетный излишек: рост доходов в этом случае означает еще более высокое увеличение налоговых поступлений в бюджет (в силу прогрессивного характера налогообложения). Часть эффективного спроса будет откачиваться из экономики, подъем затормозится.

Кроме налогового существует еще ряд важных встроенных стабилизаторов, которые в своей совокупности приводят экономическую систему в состояние равновесия. Среди них выделяют следующие:

а) Социальные выплаты, включая пособия по безработице. Налоги, за счет которых финансируются пособия по безработице, резко возрастают в период экономического подъема, когда занятость высока. Поэтому резервный фонд, предназначенный для социальных выплат, растет в период экономического бума и оказывает сдерживающее влияние на платежеспособный спрос общества и инфляцию. Наоборот, в период низкой занятости резервный фонд более интенсивно используется для социальных выплат, что увеличивает доходы граждан и их потребление, ведет к снижению темпов падения производства. Другие виды социальных пособий по характеру своего действия также относятся к стабилизирующим.

б) Выплаты компенсационного характера в аграрном секторе экономики. Программы оказания поддержки фермеров предусматривают следующее: если платежеспособный спрос сокращается и цены на сельскохозяйственную продукцию падают, правительство субсидирует фермеров путем закупки излишков продукции, когда же наблюдается рост цен, государство реализует на рынке закупленную ранее продукцию, поглощая излишние денежные средства, что ослабляет дестабилизирующие процессы в экономике.

в) Эффект надежности компаний. С целью создания имиджа стабильности корпорации, они сохраняют прежний уровень выплачиваемых дивидендов, хотя их доходы могут резко изменяться в течение относительно короткого периода времени. Это ведет к стабилизации спроса на товары и услуги, который был бы иным в случае повышения или понижения доходности ценных бумаг.

г) Инертность склонности к потреблению. Так, потребитель стремится поддерживать привычный жизненный уровень, медленно приспосабливается к повышению своего дохода.

Несмотря на значительные потенциальные возможности стабилизации через действие механизмов встроенных стабилизаторов, без целенаправленного воздействия государства на экономическую ситуацию все-таки нельзя обойтись. Саморегулирование совершенно недостаточно при критическом изменении экономической ситуации. Кроме того, к активным действиям правительства в сфере финансов подталкивают политические и идеологические факторы. Поэтому проведение дискреционной финансовой политики, несмотря на возражение экономистов, проповедующих принцип невмешательства в экономику, представляется объективно необходимым.

Под дискреционной финансовой политикой понимается сознательное манипулирование налогами и правительственными расходами с целью изменения реального объема национального производства и занятости, контроля над инфляцией и ускорения экономического роста.

Во время подъемов с целью ограничения опасного расширения производства правительственные органы пытаются сокращать государственные расходы с таким расчетом, чтобы не только избавиться от бюджетного дефицита, но и чтобы превышение доходов над расходами покрывало дефицит, образовавшийся во время кризиса.

Основными орудиями дискреционной финансовой политики в области государственных расходов являются: общественные работы и другие программы, связанные с бюджетными расходами; социальные программы; правительственные закупки; государственные инвестиции; изменение расходов трансфертного и перераспределительного характера.

Общественные работы широко применялись ранее, когда экономике западных стран угрожали серьезные кризисы и безработица. И в настоящее время происходит возврат к политике общественных работ, однако, очень важным здесь является фактор времени. Так, правительство обычно узнает о наступлении экономического спада, когда последний уже поразил народное хозяйство страны. Получив достоверную информацию об экономическом кризисе, государственные органы начинают выработать программы общественных работ, но очень часто к тому времени, когда они будут разработаны и начнут реализовываться, потребность в них уже исчезнет, ибо время кризиса станет подходить к концу. Такие программы имеют своей целью, прежде всего, увеличить занятость и зачастую являются весьма расточительными и неэффективными. Однако, в условиях кризиса, охватившего российскую экономику, нельзя отказываться от этого инструмента дискреционной финансовой политики.

Другим ее инструментом являются государственные программы расходов на социальные нужды. Так, правительство может воздержаться от выплаты дополнительных социальных пособий в период инфляции, что позволит снизить общий потребительский спрос населения. Во время же кризиса и депрессии оно повышает ассигнования на социальные нужды. Однако существенным недостатком использования социальной помощи (увеличение во время кризиса) для краткосрочных целей стабилизации является то, что её впоследствии сложно сократить, когда положение в экономике улучшится.

Важнейшим рычагом, с помощью которого осуществляется воздействие финансовых расходов на экономический рост, выступают правительственные закупки и инвестиции. Увеличение государственных закупок и инвестиций стимулирует развитие материального производства и сферы услуг, что, в конечном счете, выражается в росте ВВП, других макроэкономических показателей.

Следует подчеркнуть, что дискреционная финансовая политика, как и финансовое регулирование с помощью механизмов встроенных стабилизаторов, также имеет определенные недостатки. Помимо очевидных политических трудностей, связанных с длительным обсуждением государственного бюджета на следующий год и принятием законов об изменении ставок налогов и др., существует еще один недостаток: возмущение против временного снижения налогов для борьбы со спадом производства проистекает из того политического факта, что в демократическом обществе чрезвычайно трудно повысить налоги после преодоления спада.

Таким образом, увеличивая заказы, снижая налоговые ставки, регулируя учетную ставку, государство старается ослабить силу кризиса. Иногда государство методами фискальной и кредитной политики старается сбить подъем, ослабить размах биржевой спекуляции, ограничить разбухание кредитной надстройки.

Важнейшим средством антикризисного применения кредитной политики является понижение учетной ставки, т.е. процента, который взимают центральные банки при предоставлении ссуд. Уменьшение учетной ставки обуславливает снижение процента по всем видам кредита, включая потребительский кредит, и таким образом способствует увеличению инвестиций и расширению продаж в кредит, а это стимулирует рост производства.

Однако понижение учетной ставки способствует расширению инвестиций лишь в той мере, в какой предприятия пользуются заемными средствами. А поскольку в период кризиса спрос резко сокращается, трудности сбыта потребительских товаров не снимаются, и корпорации в настоящее время предпочитают самофинансироваться, постольку эффективность этой меры существенно снижается. В этом же направлении действуют и меры государственного налогового регулирования посредством ускоренной амортизации основного капитала, когда в амортизационный фонд включается не только перенесенная стоимость элементов основного капитала, но и часть прибыли. Такое завышение амортизационного фонда приводит к увеличению внутренних источников финансирования, т.е. способствует росту капиталовложений. Кроме того, понижение учетной ставки с целью расширения производства неизбежно сопровождается увеличением эмиссии банкнот и усилением инфляции.

Другим способом использования кредитной политики в антикризисных целях является снижение нормы предусмотренных законом денежных резервов, которые банки должны иметь в наличности. Снижение обязательных банковских резервов позволяет расширять кредит, а, следовательно, и производство. В качестве средства борьбы с «перегревами» используется политика ограничения инвестиций и спроса, а следовательно, и производства, которое осуществляется, главным образом, путем сужения кредита, что достигается повышением учетной ставки процента. Орудием сжатия кредита является также законодательное увеличение нормы резервов, которые банки должны иметь в наличности. Увеличение обязательных резервов уменьшает возможности кредитования и тем самым сокращает производство.

Таким образом, на пути использования кредитной политики в качестве антициклической меры возникают серьезные препятствия.

Если обеспечение банковских депозитов охватывает 80% и более вкладов, то это позволяет избежать явления, бурно проявившегося во время кризиса 1929 и 2008 гг., т.е. лихорадочного изъятия вкладов, банковской паники, что в свою очередь вызвало обострение других сторон кризиса. И подобно тому, как сдерживание процессов, рождающих банкротства, уменьшает их количество, таким же образом, если принимаются превентивные меры по оздоровлению экономики и не допускается банкротство банков и важных отраслей производства, государству удается предотвратить крах предприятий.

Практика показывает, что, как правило, государственные расходы недостаточны, чтобы предотвращать кризисы. Так, например, государственное строительство в той или иной степени компенсирует кризисное сокращение частных капиталовложений. Но в большинстве развитых стран государственное строительство составляет небольшую долю. Даже в странах, где доля его наибольшая (Англия, Франция, Япония), строительство ведется, главным образом, частным капиталом. Поэтому государственные расходы не могут оказывать существенного стабилизирующего влияния на кризисы. Противоречивость антициклической бюджетной политики углубляется еще и тем, что попытки ее осуществления сопровождаются увеличением государственного долга.

Качественные сдвиги в экономике, влияющие на модификацию экономического цикла, выражаются в более широком и эффективном использовании методов внутрифирменного регулирования в особенности крупнейшими корпорациями, в ускоренном внедрении в производство современных достижений научно-технической революции, в процессах глобализации мировой экономики и др.

Существенную специфику в механизмы экономического цикла вносит деятельность современных транснациональных корпораций, которые занимают господствующее положение в современной мировой экономике. Как известно, фирмы (предприятия, организации), на основе изучения рыночной конъюнктуры, самостоятельно решают основные производственные, финансовые, инвестиционные, социальные и другие проблемы. Они осуществляют сознательное антициклическое регулирование по двум направлениям: внутреннее и внешнее упорядочение хозяйственных отношений.

Подчинив значительную часть сферы обращения и реализации своих товаров, осуществляя большую часть своих продаж по предварительным заказам покупающих фирм, усовершенствовал систему прогнозирования рынка с помощью новейших экономико-математических методов и электронно-вычислительных машин, корпорации осуществляют приспособление производства к возможным колебаниям спроса. Распространенной стала практика заблаговременного сокращения производства в предвидении экономического кризиса. Это ведет к уменьшению размеров перепроизводства товаров. Сокращение размеров товарного перепроизводства позволяет более быстро рассасывать излишки нерезализованной продукции и уменьшает падение производства во время кризисов. Сжатие производства наступает раньше, чем созрели предпосылки для глубокого кризиса.

Кроме того, внутрифирменное планирование инвестиций и инноваций все более подчиняется долгосрочной стратегии концернов. Обновление их основного капитала проходит во времени более равномерно, чем такое же обновление у отдельных предприятий. Совокупные инвестиции корпораций имеют большую временную инерцию, нежели капиталовложения немонополизированных предпринимателей, меньше меняются от года к году, в меньшей степени падают во время кризисов. Это объясняется также большими финансовыми резервами монополий, их тесными связями с банковской системой. Поэтому мощные корпорации и финансово-промышленные группы могут продолжать накопление и позволить себе инвестиции в производственной сфере во время кризиса, причем эти действия не находятся в прямой зависимости от уровня цен и от условий рынка капиталов.

Таким образом, государственное антициклическое регулирование производства дополняется воздействием на него корпораций и других хозяйствующих субъектов, которые в самом начале кризиса начинают сокращать производство с целью предотвращения падения цен и прибылей. Вследствие преднамеренного сокращения производства корпорациями современные кризисы больше проявляются в перенакоплении производственных мощностей на предприятиях, чем в переполнении рынка товарами.

Существенное влияние на современный цикл оказывает научно-техническая революция. Появление новых отраслей, опирающихся на технический прогресс, постоянно сменяющих ассортимент своей продукции и оттесняющих старые, традиционные отрасли, осложняет картину современных кризисов. Кризисы в первую очередь и с наибольшей силой ударяют по старым отраслям, тогда как в новых отраслях может продолжаться рост производства. Постоянное внедрение в производство новых товаров повышает иммунитет данных отраслей к кризису, а диверсификация позволяет более гибко маневрировать производственными ресурсами корпораций, перемещая инвестиции из одной отрасли в другую. Систематическое, независимое от циклических колебаний появление на рынке новых товаров и услуг создает добавочный спрос. В годы кризисов этот фактор действует антициклически, увеличивая совокупный спрос на потребительские товары.

Научно-техническая революция внесла серьезные изменения в процесс обновления основного капитала. Она создала относительно устойчивый спрос на новейшее оборудование, ускорила его моральный износ. Это способствовало распространению обновления основного капитала за пределы оживления и подъема и повлекло за собой новые важные явления в движении цикла. Ускорение темпов научно-технического прогресса влечет за собой рост норм амортизации и выбытия основного капитала. Рост норм амортизации стимулируется и государством, что обеспечивает более интенсивную замену морально устаревшего оборудования. Рост доли амортизации в общем объеме капиталовложений ведет к ослаблению циклического движения основного капитала.

Правительства регулярно осуществляют мероприятия, направленные на либерализацию или дерегуляцию различных аспектов рынка капиталов. Технологический прогресс способствует интеграции и эффективности глобального рынка капиталов. Достижения в области телекоммуникационных систем позволяют связывать участников рынка из различных частей света. В

результате заказы и распоряжения обрабатываются в течение нескольких секунд. Прогресс в области компьютерных технологий вместе с современными телекоммуникационными системами позволяет передавать большому количеству участников информацию о ценах активов и другую информацию в режиме реального времени. Таким образом, большинство инвесторов имеют возможность выходить на глобальный рынок и мгновенно отслеживать воздействие последней информации на характеристики риска и доходности собственных портфелей.

В условиях глобализации мировое хозяйство распадается на два блока: финансовый, демонстрирующий существование относительно самостоятельного транснационального рынка капитала, и производственный (технологический), являющийся отражением международного разделения труда и основанного на нем обмена товарами и услугами. Однако независимость эта достаточно условна. На самом деле товарные и финансовые рынки взаимосвязаны: зачастую за потоками банковского капитала стоят промышленные корпорации, равно как и за товарным обменом – финансовые круги.

Сфера финансов в настоящее время интернационализована в гораздо большей мере, чем производство. Наблюдается опережающий по отношению к материальному производству рост объемов международных денежных потоков.

В условиях глобализации существенно возрастает роль денежного обращения, как составной части финансовой среды, в функционировании экономических отношений как во внутристрановом, так и мировом разрезе. Сильное влияние на такую мотивировку оказывают качественно возросшая роль транснациональных корпораций (ТНК) в экономике, ускоренное совершенствование глобальных информационных технологий, новый динамизм в структуре центров активной экономической политики.

Способствовал возрастанию всеобщего интереса к состоянию мировой денежно-финансовой системы современный экономический кризис, который начинался именно как финансовый. В этой связи происходит существенное смещение исходных данных анализа экономической жизни. Реальный сектор экономики уже не представляется определяющим, в общественном сознании формируется впечатление, что именно развитость денежно-финансовой системы, ее мощь делают государства и их народы богатыми и процветающими.

Вместе с тем, неустойчивое состояние денежного обращения в отдельном государстве в условиях сложившихся глобальных связей по всему миру неизбежно вызывает деструктивные процессы в государствах, отстоящих на многие десятки тысяч километров от эпицентров финансового возмущения.

Глобализация характеризуется опережающими темпы роста мировой торговли по сравнению с темпами роста национального производства. Статистические данные свидетельствуют о том, что на протяжении большей части второй половины XX в. темпы прироста мирового товарного экспорта опережают темпы прироста ВВП. Так, в 1950-е гг. это опережение достигало 1,4 раза, в 1960-е – 1,7 раза. В последующие 20 лет экспорт имел несколько более низкую динамику роста, чем производство, а затем вновь стал устойчиво опережать его [1].

Рост торговли товарами происходит параллельно с усилением обмена услугами – транспортными, туристическими, банковскими, страховыми, информационными, строительными, инжиниринговыми, услугами связи и другими. Постепенно увеличивается товарооборот между развитыми, ведущими странами. Ускоренное развитие новых индустриальных стран и Китая, Индии, еще не встроенных в мировую ритмику циклического движения, оказывает стабилизирующее влияние на воспроизводство других стран. Развитие собственной промышленности, особенно государственной, в развивающихся странах способствует росту закупок ими оборудования в развитых странах.

Еще более быстрыми темпами, чем международная торговля, увеличиваются в последние десятилетия объемы прямых иностранных инвестиций. Это результат отчасти либерализации и дерегулирования рынков во многих странах, а отчасти – более благожелательного отношения правительств к привлечению иностранных капиталов и технологий.

Следует также констатировать, что происходит нарастание открытости денежного обращения национальных хозяйств, тенденция к которому ясно обозначилась к концу XX века.

Одновременно возрастает институциональная или торгово-политическая открытость – степень либерализации национальных рынков. В результате поэтапного достижения многосторонних договоренностей в рамках Генерального соглашения о тарифах и торговле (ГАТТ), охватывавших все большее число стран, во второй половине нынешнего столетия были заметно либерализованы товарные рынки, затем – рынки услуг и, наконец, финансовые рынки (составной частью которых являются рынки денег) большинства стран мира. За время существования ГАТТ средневзвешенная ставка импортной пошлины в промышленно развитых странах, характеризующая уровень тарифной защиты национального рынка, снизилась, по данным ВТО, с 40 до 4-6% [2].

Возрастание экономической открытости меняет соотношение внутренних и внешних факторов развития национальных хозяйств. Если еще в середине прошлого века решающая роль принадлежала внутренним факторам, то в настоящее время экономическая ситуация за пределами национальных границ во все большей мере оказывает влияние на национальные экономики. Это означает, что национальные государства в современных условиях уже не могут регулировать экономическую жизнь внутри страны, не считаясь с процессами, происходящими в мировом хозяйстве. Регулирующая роль национальных государств при усилении влияния экзогенных факторов так или иначе снижается.

В начале первого десятилетия XXI в. первые позиции по многим параметрам банковской деятельности (величина банковского капитала, объем активов банка) занимают крупнейшие транснациональные банки. Все это, в свою очередь, приводит к ускорению процесса денежного обращения и синхронизации экономических циклов денежного обращения в разных странах.

Синхронизация находит свое выражение в одномоментности периодов подъемов и кризисов денежного обращения в разных странах, поскольку процессы глобализации увязывают экономическими связями денежные системы разных стран. Синхронизация экономических циклов денежного обращения проявила себя в 1970-х гг. прошлого века, когда сильно выраженная инфляция поразила все развитые государства Европы, Америку и Японию. То же самое мы наблюдаем в последнее время: в течение 2007-2009 гг. США и Европейский центральный банк совместно неоднократно снижали учетную ставку с целью обуздания инфляционных процессов и стабилизации денежного обращения. Таким образом, в современных условиях можно вести речь об интернационализации и транснационализации финансовых рынков.

Происходит это в силу формирования единого мирового рыночного пространства и глобальной экономической инфраструктуры: банки, расчетно-клиринговые системы, электронные каналы передачи информации и т.д. Качественные сдвиги в сфере производства и инфраструктуры предопределили динамичный рост объемов международного хозяйственно-взаимодействия, структурные изменения в мировой торговле товарами и услугами заметно повысили быстроту перемещения капиталов с одних национальных рынков на другие. Существенно усилилось переплетение не только производственных и бытовых связей, но также ссудных и фондовых капиталов, валютных сделок. В результате этого процесса значительно расширился объем инвестиционных ресурсов и возможности доступа к ним в любой точке мирового хозяйства.

Особым фактором, непосредственно воздействующим на механизм цикла, стал рост организованности рабочего класса, силы и эффективности борьбы трудящихся за свои права и насущные интересы. Наиболее важным результатом борьбы профсоюзов является систематический рост ставок денежной заработной платы. Если раньше ставки заработной платы сокращались в годы кризисов вследствие роста безработицы и неблагоприятной ситуации на рынке рабочей силы, то теперь они продолжают расти и в кризисные годы, отражая условия коллективных договоров, заключаемых на ряд лет.

Увеличение размера денежной заработной платы способствует поддержанию общественного спроса во время кризисов и, следовательно, их менее резкому протеканию.

Важнейшей особенностью современного экономического цикла стало все возрастающее воздействие на него рынка финансового капитала. На рынке денежных средств предложение представлено сбережениями, спрос – капиталовложениями (инвестициями), цена – нормой процента. Организация взаимодействия поставщиков и потребителей осуществляется через разветвленную и все усложняющуюся сеть финансовых посредников: коммерческие банки, инвестиционные фонды и компании, пенсионные фонды, страховые компании. Их функцией является аккумуляция свободных денежных средств рыночных агентов и размещение их среди потребителей капитала.

Однако, в современных условиях, как показывает практика, деньги поставщиков и потребителей, в значительной их части, направляются не на развитие реального сектора экономики, а на финансовые спекуляции.

При этом избыточную ликвидность стали «утилизировать» за счет раздувания финансовых пузырей, то есть резкого увеличения доли финансовых активов, в общем их объеме. Опережающими темпами (по сравнению с темпами роста реальной экономики и ВВП) росли расходы на ипотеку и потребительский кредит, совокупные долги субъектов хозяйствования. По этой причине, доля прибыли американских корпораций, полученной за счет финансового сектора, стала с 1980-х гг. прошлого века резко расти [3].

Разумеется, на долгосрочном интервале проблемы гипертрофированного роста финансового сектора должны были сказаться (что мы и видим сегодня).

Главным последствием внедрения этой системы стало то, что на протяжении нескольких десятилетий американская экономика существовала в условиях постоянного завышенного спроса, который не мог не создать под себя соответствующую систему производства запрашиваемых потребителем материальных благ и услуг.

По всей видимости, это связано с тем, что США начали нерыночную поддержку отдельных секторов экономики напрямую, минуя потребительский сектор. Оценить масштаб такой поддержки (в основном за счет государственного бюджета) достаточно просто. Если взять ситуацию 1998 г., то разрыв составлял как минимум 10% от ВВП США, то есть, на тот период, около 800 млрд. долл. в год. Поскольку эта поддержка происходит в США и других странах по долговому механизму, то государственный бюджет в большинстве стран сводится с дефицитом, что побуждает правительства прибегать к внутренним и внешним займам. Об этом свидетельствуют данные совокупного долга субъектов американской экономики, долги домохозяйств и федерального правительства США: темпы роста долга устойчиво превышают темпы роста американской экономики.

Таким образом, основной проблемой американской экономики является наличие «избыточной» части, которая «наросла» за последние 30 лет за счет постоянного и все время увеличивающегося эмиссионного стимулирования потребительского спроса. Сегодня США не могут ни финансировать эту часть экономики, ни «закрыть» ее, поскольку она стала слишком велика.

Первые месяцы 2008 г. практически все российские и зарубежные эксперты считали ситуацию в мировой экономике благополучной. Однако, с середины 2008 г. на американском ипотечном рынке разразился кризис, связанный с массовыми невозвратами ипотечных кредитов. Потерпевшими оказались банки, активно вкладывавшие средства в ипотечные облигации. Акции банков обрушились и «потянули» за собой весь фондовый рынок.

Проблемы американских банков привели к кризису доверия на межбанковском рынке США, а затем и на межбанковских рынках европейских стран. Развитие этих процессов привело к кризису ликвидности в международной банковской сфере.

В настоящее время наблюдается вторая волна мирового экономического кризиса. В наибольшей степени от кризиса пострадало национальное хозяйство США, повлияв на спад

промышленного производства во всем мире. Влияние мирового финансового кризиса на российскую экономику началось с середины 2008 г., когда вслед за зарубежными рынками стал падать фондовый рынок в России. С локальных максимумов, наблюдавшихся в мае 2008 г., индекс ММВБ снизился к сентябрю на 56%, а индекс РТС – на 57% [4]. Ситуация усугублялась рыночным поведением участников рынка, целенаправленно игравших в своих биржевых спекуляциях «на понижение». Это нанесло серьезный удар по тем российским банкам, которые имели значительные вложения в долевые ценные бумаги.

Другим российским банкам, которые были «завязаны» на зарубежные кредиты, в связи с проблемами на мировом межбанковском рынке пришлось замещать выбывшие средства заимствованиями на внутреннем рынке. Внутренний рынок межбанковских кредитов не справился с возросшей нагрузкой, в результате чего банки лишились доступа к краткосрочным заимствованиям, необходимым для осуществления платежей.

Нарушившиеся расчеты между банками и пошатнувшееся финансовое состояние некоторых из банков резко обострили проблему ликвидности и негативные явления начали приобретать масштабы кризисных.

Положение усугубилось начавшимся падением цен на нефть и соответствующим сокращением поступлений экспортной выручки. Ослабление рубля и укрепление курсов иностранных валют сократили поступление денег на внутренний рынок. Проводившаяся в последние годы в России либерализация валютного регулирования и, в частности, фактическая отмена обязательной продажи валютной выручки, оставили внутренний рынок не защищенным от данного вида угроз. Все это вместе взятое привело к тому, что к осени уже не единицы, а многие банки стали испытывать затруднения в выполнении своих обязательств перед клиентами.

Неадекватное отражение положения дел в российской экономике и постоянное муссирование темы мирового кризиса в средствах массовой информации, подогревавшее ожидание банковского кризиса, а также недостаточная правовая и экономическая грамотность основной массы вкладчиков, не осведомленных о существовании в России действенной системы страхования вкладов, привели к ажиотажу среди клиентов банков, что придало механизму развертывания банковского кризиса веерный характер.

Таким образом, первоисточником финансового кризиса в российской экономике стали внешние факторы. Кризис в экономике США повлек кризис на межбанковских рынках и рынках капиталов европейских стран. Это сказалось на российском фондовом рынке, традиционно зависевшем от иностранных инвесторов. Также «пострадали» российские банки, активно кредитовавшиеся за рубежом. Положение усугубилось начавшимся летом падением цен на нефть и укреплением иностранной валюты. Ничем не компенсированное сокращение притока на внутренний рынок свободных рублевых средств привело к перегреву российского рынка межбанковских кредитов, и в стране, в дополнение к кризису на фондовом рынке, начал развиваться банковский кризис неплатежей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рей А. Конкурентные стратегии государства и фирм в экспортно-ориентированном развитии / А. Рей // Вопросы экономики. 2004. № 8. С. 45-61.
2. Мясникова Л. Смена парадигмы. Новый глобальный проект / Л. Мясникова // Мировая экономика и международные отношения. 2006. № 6. С. 3-22.
3. The International Technology Roadmap for Semiconductors, Semiconductor Industry Association. San Jose. CA, 2005. 136 p.
4. Доу Ш. Психология финансовых рынков: кейнс, мински и поведенческие финансы / Ш. Доу // Вопросы экономики. 2010. № 1. С. 99-110.

Барашов Николай Геннадиевич –
кандидат экономических наук, доцент

Barashov Nikolay Gennadievich –
Candidate of Economic Sciences,

кафедры «Общая экономическая теория»
Саратовского государственного
социально-экономического университета

Associate Professor of the Department
of «General Economic Theory»
of Saratov State Socio-Economic University

Статья поступила в редакцию 07.06.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 621.002:001.895

М.А. Бондарева, А.В. Фёдоров

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО УЧЕТА ПРИ ОЦЕНКЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТОВ

Проанализированы возможности использования управленческого учета в процессе оценки инвестиционной привлекательности инновационных проектов. Рассмотрены понятие и сущность системы управленческого учета, а также преимущества использования данной системы для инвесторов и собственников предприятий.

Инвестиционная привлекательность, инновационный проект, управленческий учет, учет затрат, центры ответственности.

M.A. Bondareva, A.V. Fedorov

MANAGERIAL ACCOUNTING USE AT THE ESTIMATION OF PROJECTS INVESTMENT ATTRACTION

The article analyses the opportunities of managerial accounting use during the estimation of innovative projects investment attraction. The concept and the essence of managerial accounting system, and also the advantage of the use of this system for enterprise investors and owners are considered in the research.

Investment attraction, innovative project, management accounting, cost accounting, responsibility centers.

Сохранение достигнутой в последние годы стабилизации и дальнейшее развитие экономики России невозможны без активизации инвестиционной деятельности и, прежде всего, в промышленности. Все проекты, к какой бы сфере применения они ни относились, требуют привлечения инвестиций со стороны, так как у предприятий и организаций, как правило, наблюдается недостаток собственных средств. В такой ситуации одной из основных задач, решаемых потенциальными инвесторами, становится определение оптимальных направлений инвестирования и выбор проектов, обеспечивающих ожидаемую отдачу от вложенных средств. На первом этапе решения этой задачи инвесторы оценивают инвестиционную привлекательность проектов, участвующих в отборе. Инвестиционная привлекательность служит если не гарантией, то предпосылкой того, что удастся привлечь инвестиции. Инновационные проекты целесообразно осуществлять на инвестиционно-привлекательных предприятиях, поэтому определение привлекательности предприятия, на котором будет разрабаты-

ваться инновационный проект, играет очень важную роль для инвесторов. Инвестиционная привлекательность предприятия – это совокупность характеристик его финансово-хозяйственной и управленческой деятельности, перспектив развития и возможности привлечения инвестиционных ресурсов.

В условиях современной экономики очевидна необходимость интеграции методов корпоративного управления в единую систему, обеспечивающую поддержку принятия экономически взвешенных управленческих решений, повышение производительности труда и конкурентоспособности предприятия. Это вопрос не только эффективного управления предприятием, но и его существования в условиях жесткой конкуренции, в том числе на международном уровне. Практика показывает, что в процессе совершенствования корпоративного управления перед руководством предприятий сегодня встает необходимость создания адекватной информационно-аналитической базы для принятия управленческих решений. Предприятие не может считаться инвестиционно-привлекательным, если его менеджмент не располагает оперативной и достоверной информацией о его деятельности, что и призвана обеспечивать система управленческого учета. Под системой управленческого учета понимается система сбора, анализа и представления финансовой и нефинансовой информации, на основании которой руководством предприятия принимаются стратегические и оперативные решения. Управленческий учет – процесс, происходящий внутри фирмы с использованием функций учета, планирования, контроля, оценки ее деятельности, организационной работы, стимулирования и информационных связей по координированию действий. Он реализует системный подход к идентификации, измерению, сбору, анализу, подготовке, интерпретации и передаче информации, необходимой руководителю для выполнения его функций [1]. Система управленческого учета и анализа является главным инструментом для планирования деятельности и оперативного контроля над эффективностью использования ресурсов организации. С другой стороны, уверенность инвесторов и акционеров в наличии системы управленческого учета существенно повышает инвестиционную привлекательность компании. Данные управленческого учета и отчетности являются конфиденциальными и не могут быть доступны широкому кругу заинтересованных пользователей. Информационный блок по управленческому учету относится к документам, содержащим коммерческую тайну предприятия. В этом проявляется основное отличие управленческого учета от финансового отчета и отчетности. По оценкам специалистов, в экономически развитых странах компании и фирмы 90% своих ресурсов и рабочего времени тратят на постановку и ведение управленческого учета, а на финансовый учет – оставшиеся 10%. Для российских организаций характерно обратное соотношение. Есть простой и эффективный способ быстро оценить качество этой системы. Знакомясь с компанией, спросите мимоходом, например, об объеме производства какого-либо второстепенного товара за один из месяцев прошлого года. Если требуемая информация будет предоставлена в течение получаса, можно быть почти уверенным в том, что система управленческого учета на предприятии эффективна и работоспособна. Если данные поступят до конца дня, значит не все так плохо, хотя нужно присмотреться внимательнее. Если и завтра вы не получите достоверной информации, то, что бы ни утверждало руководство, адекватной системы управленческого учета на предприятии нет, и это уже повод серьезно задуматься: а стоит ли вкладывать в него свои деньги?

Можно отметить две главные особенности управленческого учета – ориентация на пользователя информации и оперативность предоставления данных. Ориентация на пользователя информации – определенного менеджера организации – характеризует сущность управленческого учета. Управленческий учет – это скорее подход к организации информационной системы предприятия, ориентированной на пользователя, чем какая-либо универсальная методика. Система универсального учета может не соприкасаться с бухгалтерией и не оперировать финансовыми показателями. Вторая особенность управленческого учета – оперативность – обусловлена тем, что информация для нужд принятия решений и контроля

будет полезна только в том случае, когда она своевременно передается пользователям. При построении сложных систем управленческого учета, охватывающих все уровни управления, требование оперативности диктует необходимость автоматизации учетных процедур, поскольку ручная обработка данных не позволяет обеспечить своевременность получения информации. Работоспособная система управленческого учета обязательно должна включать в себя следующие основные элементы:

1. Центры (зоны) ответственности;
2. Контролируемые показатели;
3. Первичные документы управленческого учета;
4. Учетные регистры для группировки данных;
5. Формы управленческой отчетности;
6. Учетные процедуры сбора, обработки и представления информации пользователям.

Организация учета по центрам ответственности позволяет измерять результаты деятельности линейных менеджеров, оперативно отслеживать отклонения фактических значений показателей от целевых и выявить их причины (управление по отклонениям). Под центром ответственности понимаются должностные лица организации, которым делегированы полномочия и ответственность за выполнение определенных функций управления и для которых установлены целевые значения контролируемых показателей. К примеру, при построении управленческого учета в сфере финансов, могут выделяться центры ответственности за доходы и затраты, прибыль и инвестиции. Каждый центр имеет свой бюджет, а его менеджеры – возможность самостоятельно принимать решения в рамках бюджета. Такая децентрализация управления финансами повышает оперативность работы отдельных подразделений и компаний в целом. Кроме того, это помогает добиться прозрачности бизнеса руководителям предприятия, а также инвесторам становится легче контролировать его отдельные участки и видеть его источники возникновения доходов и расходов. Для каждого центра финансовой ответственности определяется свой плановый бюджет доходов и расходов. Затем оценивается эффективность их работы путем сравнения плановых и фактических показателей. Почему разделение компании на центры финансовой ответственности хорошо работает на практике? Во-первых, линейные менеджеры имеют больше информации о положении дел в своем подразделении и поэтому способны принимать более адекватные ситуационные решения, чем руководитель компании. Во-вторых, у сотрудников повышается заинтересованность в результатах своего труда, они становятся более инициативными. Но самое главное, что топ-менеджмент освобождается от необходимости ежедневно решать мелкие вопросы и может сосредоточиться на стратегических задачах.

Управленческий учет позволяет вести оперативный контроль уровня прибыльности, ликвидности и устойчивости бизнеса. Возможность такого рода контроля за деятельностью предприятия-разработчика инновационного проекта может служить дополнительным преимуществом при оценке его инвестиционной привлекательности. Как правило, какие-то элементы управленческого учета и бюджетирования есть на каждом предприятии. Но, зачастую, происходит так, что данные хранятся в разных информационных базах и обрабатываются несколькими людьми, отсюда могут происходить следующие негативные явления:

1. Дублирование обработки информации (например: бюджетные процессы – управленческий учет);
2. Многократное занесение одной и той же информации влечет за собой увеличение риска ошибки на каждом этапе обработки информации. Вследствие этого, может возникнуть нестыковка одних и тех же данных в разных базах, а также увеличение персонала, так как на двойное введение одной и той же информации необходимо два сотрудника.

Последствия: поскольку на основании данных бюджета и управленческого учета принимаются управленческие решения, ошибочные данные могут повлечь за собой неверные управленческие решения и, соответственно, финансовый ущерб. Дублирование функций

влечет за собой увеличение расходов на оплату труда учетных работников. Как правило, бухгалтерский учет не позволяет проводить аналитику деятельности компании в разрезе канала сбыта, продукта, клиента. Оценивается только общая деятельность компании. Соответственно может возникнуть ситуация, когда прибыль от производства одного вида продукции будет съедена убытками от производства другого вида продукции. Оценивая возможности осуществления на предприятии инновационного проекта, возрастает вероятность получения некорректных данных о прибыли от новой продукции и соответственно признание этого проекта убыточным. Такая же ситуация может возникнуть с различными каналами сбыта или клиентами. Владелец любой компании, так же как и потенциальный инвестор, стремится к наибольшей прибыли. Один из путей для достижения этой цели – постоянно выявлять и сокращать издержки. Однако на основе бухгалтерской информации работать над сокращением издержек практически невозможно, ведь бухгалтерский учет регистрирует все производственные траты по факту.

Системы управленческого учета, применяемые на западных промышленных предприятиях, характеризуются многими признаками. Один из них – полнота включения затрат в себестоимость. Здесь можно говорить о двух системах управленческого учета: системе полного включения затрат в себестоимость продукции, то есть традиционном учете по полной себестоимости, и системе ограниченного включения затрат в себестоимость по какому-либо признаку, например, в зависимости от объема производства, то есть системе «директ-костинг» [2]. Управленческий учет определяет себестоимость каждого товара не в целях налогообложения, а для того, чтобы менеджеры имели полную информацию о затратах и могли управлять ими. Для эффективного управления затратами необходимо разработать логичную схему расчета себестоимости, в которой учитываются все детали. Затем требуется создать «дерево» затрат. При этом затраты необходимо классифицировать так, чтобы их удобно было сравнивать между собой. Ведь если на одном уровне такого «дерева» типов затрат слишком много и они различаются между собой в десятки раз по абсолютным величинам, то учет будет неэффективным. Основой динамического метода расчета себестоимости, то есть ее изменения во времени, является классификация процесса по этапам: снабжение, производство и реализация продукции. Базовая себестоимость товара включает в себя стоимость сырья, полуфабрикатов, возможные акцизы, таможенные налоги на сырье и некоторые другие расходы. В ходе производства прибавляются производственные расходы. Затем себестоимость растет в процессе реализации продукции. А после продажи появляются еще и дополнительные затраты – например, налоги. Если представить процесс формирования себестоимости таким образом, появляется возможность принять меры, чтобы снизить затраты на каждом этапе этого цикла. Хорошо работающая система управленческого учета позволяет руководителю в любой момент времени знать, как меняется себестоимость по любой товарной позиции, по группе наименований товаров или по всей продукции.

Проанализировав, из каких затрат складывается себестоимость товара на каждом уровне, можно определить, как сильно снижаются накладные расходы, как изменяется разница между ними и маржинальной прибылью. Маржинальная прибыль – это разница между отпускной ценой и переменными издержками. В итоге с помощью управленческого учета можно сделать вывод об эффективности производства в целом и по отдельным его направлениям. Управленческий учет позволяет производить расчет рентабельности по любому аналитическому срезу, эффективно управлять предприятием и снижать затраты на содержание каждого подразделения.

Поставленная система управленческого учета и бюджетирования позволяет более эффективно управлять активами и обязательствами предприятия за счет наличия оперативной и достоверной финансовой отчетности для кредитных институтов, снизить затраты на капитал на 1-3% в год. Возникает значительная экономия за счет качественного управления товарными и сырьевыми потоками, так как снижается затоваренность склада неликвидной про-

дукцией, поставки и отпуск сырья в производство или товара в продажу проходит непрерывным потоком без закупки сырья или товара впрок, а также без возникновения товарного или сырьевого дефицита, что приводит к простоям основного производственного или товарного персонала. Планирование и учет торговой деятельности позволяет сокращать дебиторскую задолженность предприятия (до 5 раз). Формализация и прозрачность планирования и учета затрат и отпуска материалов в производство позволяют значительно снизить воздействие следующих негативных факторов:

1. Коммерческие риски, за счет оперативной реакции на изменения факторов экономической среды (цены на сырье и пр.);
2. Риски злоупотреблений со стороны сотрудников.

Управленческий учет также дает возможность оценить ряд показателей, которые могут иметь большое значение при переговорах с потенциальными инвесторами или партнерами, например, соотношение собственных и заемных средств, задействованных в бизнесе, и пр.

Вести бизнес вслепую невозможно. Важно знать, какая продукция лучше расходуется, во сколько обходится ее выпуск, какой доход приносит ее продажа. Эту информацию фиксируют все фирмы без исключения. Одни – в обычных школьных тетрадях, другие – в таблицах на базе компьютерной программы типа Excel. Третьи идут дальше и внедряют системы управленческого учета, позволяющие автоматизировать сбор данных и в любой момент получить целостную картинку деятельности предприятия в цифрах. Собирать и обрабатывать информацию совсем небольшая фирма может даже вручную. Но это занятие трудоемкое и малоэффективное. Индустрия современного инфобизнеса предлагает широкий выбор специальных программ, позволяющих оперативно вводить в память ПК данные о движении товара и денежных средств. Наиболее известная компьютерная система, которую используют для управленческого учета крупные компании во всем мире, – ERP (Enterprise Resource Planning – планирование корпоративных ресурсов). Для оперативного и управленческого учета в малом и среднем бизнесе хорошо подходит комплексная система автоматизации «Ирбис (Идеальное решение для бизнеса + информационные системы) Предприятие», разработанная украинской компанией SoftIrbus Company. «Ирбис Предприятие» является решением, которое автоматизирует учет товаров, услуг и финансов. При этом оно позволяет провести достаточно глубокий анализ финансового состояния предприятия. Также интересным представляется еще один продукт от этого производителя – «SIREД» (SoftIrbis Real Decision – Реальное Решение СофтИрбиса). В любом случае выбирать систему автоматизации управленческого учета надо в зависимости от масштабов бизнеса, вида и специфики деятельности предприятия. Стоимость получения информации не должна превышать эффект от ее использования. Поэтому при выборе программных продуктов для автоматизации учета в организации обязательно нужно советоваться со специалистами.

Рассмотрев сущность и назначение системы управленческого учета, приходим к выводу, что наличие этой системы на предприятии, во-первых, существенно повышает привлекательность компании для инвесторов, а во-вторых, способствует более эффективному управлению предприятием. По результатам исследования можно сказать, что система управленческого учета служит не только информационной базой для принятия решений, но и позволяет проводить самодиагностику состояния предприятия и оценку его конкурентной позиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кукукина И.Г. Управленческий учет: учеб. пособие / И.Г. Кукукина. М.: Финансы и статистика, 2004. 400 с.
2. Управление производственными затратами в промышленности / Р.Я. Вакуленко, Е.Ю. Степанова, А.В. Чернова, В.В. Шумилин. М.: Машиностроение, 2000. 165 с.

Бондарева Мария Александровна –
аспирант кафедры
«Экономика и управление в машиностроении»
Саратовского государственного
технического университета

Bondareva Mariya Aleksandrovna –
Postgraduate Student of the Department
of «Economy and Management
in Machine Building»
of Saratov State Technical University

Федоров Алексей Всеволодович –
кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Экономика и управление
в машиностроении»
Саратовского государственного
технического университета

Fedorov Aleksey Vsevolodovich –
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department
of «Economy and Management
in Machine Building»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 27.11.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 657

Е.М. Егорова

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СУЖДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ БУХГАЛТЕРОМ

Раскрываются сущность профессионального суждения бухгалтера, как важного метода бухгалтерского учета, его значение для совершенствования современной учетной практики. Рассматриваются проблемы, тормозящие применение профессионального суждения, и перспективы его развития, связанные с совершенствованием теории и методологии учета, системы профессиональной подготовки бухгалтеров, формированием бухгалтерской субкультуры.

Профессиональная деятельность бухгалтера, профессиональное суждение бухгалтера, достоверный и добросовестный взгляд.

Е.М. Egorova

THE PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF THE MODERN ACCOUNTANT PROFESSIONAL OPINION USE

The author shows the main point of the accountant's professional opinion as important accounting method and its significance for modern accounting practice perfection. The problems inhibit professional opinion application and its development prospects dealing with accounting theory and methodology perfection, accountants' vocational training system, accounting subculture forming are examined in this article.

Professional accountant activity, professional accountant opinion, authentic and conscientious view.

В Российской Федерации происходят принципиальные рыночные преобразования. В первую очередь к ним следует отнести интеграцию российской экономики в мировое экономическое сообщество.

Эти преобразования невозможны без качественной ассимиляции российской бухгалтерской системы в мировой учетной системе. Поэтому реформирование экономики повлекло за собой рыночную трансформацию национальной системы бухгалтерского учета, закрепленную в Программе реформирования бухгалтерского учета, в соответствии с Международными стандартами финансовой отчетности, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.03.98 № 283 с целью приведения этой системы в соответствие с требованиями рыночной экономики и Международными стандартами финансовой отчетности.

Тот факт, что современная информационная экономика меняет не только характер производства, но и экономические отношения, очень важен для бухгалтерского учета, концепций, лежащих в основе его теории. Известный ученый В.Ф. Палий справедливо отмечает, что в настоящее время усложнилась и финансово-экономическая и учетная деятельность хозяйствующих субъектов, «появились принципиально новые объекты бухгалтерского учета – интеллектуальные, такие как знания, информация, интеллектуальная собственность и т.п. В определенных условиях они выпадают из кругооборота капитала, традиционно являющегося предметом бухгалтерского учета» [1].

Кардинальные изменения в организации и методологии бухгалтерского учета изменили его роль, содержательные характеристики и, что само собой разумеется, кардинально изменился прикладной характер бухгалтерского учета: от совокупности технических операций к содержательному элементу управленческой деятельности, к инструменту контроля и активного воздействия на функциональные процессы. Система бухгалтерского учета все больше становится элементом инфраструктуры рыночной экономики.

Бесспорно, что профессиональная деятельность современного бухгалтера стала более сложной, углубленной, значимой, поскольку в целях обеспечения непрерывности деятельности организации от нее требуется:

- максимально достоверно отражать финансово-хозяйственное состояние предприятия, пользуясь предоставленной бухгалтерскими стандартами свободой выбора способов учета;
- полностью удовлетворять информационные потребности заинтересованных внешних и внутренних пользователей, используя предоставленную бухгалтерскими стандартами свободу в выборе вариантов составления и представления отчетности, в зависимости от особенностей деятельности организаций.

В работе бухгалтера, как утверждают многие аналитики, появилась творческая составляющая, представляющая собой способность бухгалтера генерировать новые идеи, обусловленная возможностью самостоятельного выбора и закрепления в учетной политике организации тех способов учета, которые наиболее достоверно описывают его финансовое и имущественное состояние. Согласно Закону о бухгалтерском учете, бухгалтер вправе, с соответствующим обоснованием, отказаться от применения официальных правил учета в случаях, когда они не позволяют достоверно отразить имущественное состояние и финансовые результаты деятельности организации [2]. При этом он должен принять самостоятельное решение, руководствуясь базовыми фундаментальными принципами учета и требованием приоритета содержания перед формой, заключающимся в отражении в бухгалтерском учете факторов хозяйственной деятельности, исходя не столько из их правовой формы, сколько из экономического содержания фактов и условий функционирования.

Разнообразие отображения экономической действительности требует создания новых подходов, как к формированию, так и к восприятию бухгалтерских стандартов, поскольку многие из них носят рекомендательно-описательный характер. Отсутствие четких и однозначных рекомендаций вынуждает бухгалтера иметь собственное обоснованное мнение о целесообразности использования в организации того или иного варианта и способа учета.

В этом контексте, на наш взгляд, обоснованно звучит высказывание американского ученого Ч.П. Хорнгрена, который подметил, что бухгалтерский учет считают точной наукой ошибочно, видимо, из-за ореола четкости, которая присуща финансовым отчетам, «бухгалтерский учет – это скорее искусство, чем наука. Финансовые отчеты могут выглядеть аккуратно из-за тщательно сгруппированных чисел, ибо они представляют собой результаты сложного процесса определения значений, который основывается на массивном комплексе исходных посылок и соглашений» [3, с.122].

Совершенно очевидно, что современное состояние бухгалтерского учета характеризуется тенденцией к повышению роли профессионального суждения бухгалтера в процессе формирования финансовой отчетности. Вынесение профессионального суждения как специфического вида управленческой деятельности характерно для систем информации финансовой отчетности, построенных на принципах англо-американской модели учета и международных стандартов.

Известно, что от того, как бухгалтер идентифицирует, оценивает и классифицирует факты хозяйственной жизни, зависят показатели финансовой отчетности, определяющие финансовое состояние и финансовую результативность деятельности организаций, а, следовательно, реакция внешних активных и потенциальных пользователей.

Спектр вопросов, требующих вынесения собственного профессионального мнения бухгалтером, достаточно широк. К ним относятся:

- классификация элементов отчетности: активов (основных средств, нематериальных активов, материально-производственных запасов) и обязательств (отнесение обязательств к долгосрочным или краткосрочным);
- идентификация объекта учета с тем или иным элементом отчетности;
- признание элемента отчетности;
- выбор оценки элементов отчетности (использование восстановительной или первоначальной стоимости основных средств и др.);
- решение о необходимости отступления от каких-либо принципов учета и отчетности и об их приоритетности, в ряде случаев установление количественных и качественных параметров принципов (например, по отношению к принципу существенности, рациональности);
- определение вероятности наступления условных событий;
- установление способов отражения объектов и операций в отчетности, что находит отражение в принятии соответствующей политики формирования финансовой отчетности (учетной политике);
- определение меры открытости и объемов информации, содержащейся в финансовой отчетности и др.

Согласно разделу «Принципы подготовки и составления финансовой отчетности» Международных стандартов финансовой отчетности, на практике часто необходимо равновесие или компромисс между качественными характеристиками. Цель состоит в том, чтобы достичь соответствующего соотношения между характеристиками и выполнения основного предназначения финансовой отчетности. Относительная важность характеристик, в различных случаях, – это опять же дело профессионального суждения [4, с.34].

Под профессиональным суждением, таким образом, подразумевается способность бухгалтера принимать решение и нести за него ответственность, в условиях неопределенности, под которой следует понимать «...нехватку информации о будущих событиях, страх перед неизвестным» [5, с.685].

Процесс вынесения бухгалтерами своего профессионального суждения представляет собой наиболее сложную и малоизученную область. В отечественной экономической литературе нет определения дефиниции «профессиональное суждение». Не раскрывается этот термин и в международных стандартах.

Словарь русского языка С.И. Ожегова дает такое определение суждению: «...это умственный акт, в котором не просто что-то утверждается или отрицается и которое может быть либо истинным, либо ложным, но и выражается личностное отношение говорящего лица к содержанию высказанной мысли» [6, с.135].

По мнению С.А. Рассказовой-Николаевой, «профессиональное суждение является одним из инструментов регулирования бухгалтерского учета в реализации его главной цели – формировании полной и достоверной информации о финансовом состоянии и финансовых результатах организации» [7]. Такое определение не раскрывает сути этого нового, сложного и важного явления в учете.

Профессиональное суждение, по нашему мнению, следует рассматривать как важнейший методологический способ в системе бухгалтерского учета, проявление высокой бухгалтерской культуры, при профессиональном обсуждении, анализе и характеристике хозяйственных ситуаций и операций, с целью формирования качественной финансовой отчетности.

Достоверный и добросовестный взгляд следует рассматривать как основу профессионального суждения бухгалтера. Причем, заметим, что достоверность – категория теоретическая, а добросовестность – моральная.

Лучшее определение достоверности дает философ К. Поппер. Он пишет: «Достоверность редко бывает объективной, обычно это не более чем сильное чувство уверенности, убежденности, хотя и основанное на недостаточном знании» [8, с.167].

Под достоверностью в учете, на наш взгляд, следует понимать не абсолютную, а относительную истину или точность, соответствующую общепринятым принципам учета, достаточную для принятия действенного управленческого решения и вытекающую из добросовестности.

«Добросовестный взгляд» бухгалтера, как моральная категория, отправляет нас к проблеме профессиональной бухгалтерской этики, как совокупности норм поведения, как основных нравственных правил, морали представителей бухгалтерской профессии, основными принципами которой являются: профессиональная честность, принципиальность, объективность, порядочность, приверженность общечеловеческим ценностям.

Следование профессиональным этическим нормам должно стать для бухгалтера моральным императивом.

О.В. Рожнова отмечает такую проблему, как необходимость превалирования объективной составляющей в профессиональном суждении бухгалтера. Объективность профессионального суждения основывается на использовании достоверных сведений для оценки реально сложившейся ситуации. Субъективность профессионального суждения обуславливается его природой. Соотношение объективной и субъективной составляющих в профессиональном суждении зависит, по мнению О.В. Рожновой, от целого ряда факторов, таких как информированность бухгалтера о различных аспектах деятельности организации, уровень технологического обеспечения учетного процесса, характерологические особенности бухгалтера и др. [9, с.139].

Как мы убедились, профессиональное суждение – новый элемент в методологическом арсенале учетной науки, насколько сложный, настолько и необходимый для совершенствования учетной практики.

В целом, использование профессионального суждения в деятельности российского бухгалтера сдерживается рядом факторов: недостаток новых отечественных теоретических учетных воззрения и концепций; отсутствие эффективного пользователя бухгалтерской информации; низкое качество законодательных и нормативных актов; низкий общественно-социальный статус бухгалтерской профессии; низкий уровень экономических знаний у руководителей всех уровней; недостаточный уровень профессионально-квалификационных и морально-этических характеристик у бухгалтеров.

Многие экономисты особо отмечают, что применение профессионального суждения сопряжено с большими трудностями, которые обусловлены действием человеческого фактора: слабое владение учетной методологией, которая, по сути, как раз и является базой формирова-

ния обоснованного профессионального суждения; неумение и нежелание делать осознанный выбор в пользу того или иного метода оценки или способа учета; нежелание нести ответственность за сделанный выбор, в силу отсутствия необходимых личностных и деловых качеств и исторически обусловленная привычка работать в жесткой, формализованной среде.

Сфокусируемся на основных направлениях, способствующих развитию и расширению использования профессионального суждения в учетной практике российских организаций.

Прежде всего, это институциональный подход к развитию теории бухгалтерского учета, позволяющий активно использовать синтезированное знание – теории других наук, таких как философия, психология (в форме бихевиоризма), антропология, социология, управление и др., что будет содействовать более глубокому анализу методологических и методических проблем бухгалтерского учета.

Следующее важное направление – совершенствование системы и улучшение качества профессионального бухгалтерского образования (подготовка кадров и повышение их квалификации), продиктованное требованиями Международных образовательных стандартов подготовки профессиональных бухгалтеров, разработанными Международной федерацией бухгалтеров. В образовательном процессе следует особо акцентировать внимание: на изучении методологии бухгалтерского учета; на глубоком освоении концепций, лежащих в основе Международных стандартов финансовой отчетности (МСФО); на выработке навыков профессионального суждения и развитии профессиональной интуиции; на понимании значения соблюдения норм профессиональной бухгалтерской этики; на роли бихевиоризма, утверждающего, что основным инструментом управления является использование соответствующих внешних стимулов и подкреплений; на изучении истории развития бухгалтерского учета, помогающей понять закономерности его эволюции, и позволяющей воспринимать бухгалтерский учет как творческую и постоянно развивающуюся систему.

Не менее важно повышение общественного статуса бухгалтерской профессии, аккумуляция и распространение информации: о значении учета для развития социально-экономической системы страны, о бухгалтерах, отличающихся блестящими дарованиями и приверженных идеалам профессии. Необходимо создавать процедуры контроля и защиты обоснованности профессионального суждения перед профессиональным сообществом, наряду с институтом аудита. Важно формировать процедуры и институты профессиональной правовой защиты бухгалтерской деятельности, повышать социально-экономические условия работы бухгалтеров. К сожалению, для настоящего времени по-прежнему актуально высказывание экономиста Б.А. Борьяна, прозвучавшее в 1927 г.: «Специалисты – бухгалтеры были и остаются на задворках. ... Мы очень много требуем от них, забывая, что, возлагая на бухгалтеров все больше обязанностей, мы не создали для них общественной обстановки и правовых условий для их нормальной работы» [3, с.67].

Необходимо развивать, культивировать профессиональную бухгалтерскую субкультуру – систему ценностных установок и мировоззренческих взглядов, относящихся исключительно к профессиональной бухгалтерской деятельности, не забывая, что ценности бухгалтерской культуры оказывают огромное влияние на практику бухгалтерского учета, формируя систему прав и ограничений в этой сфере: полномочия бухгалтерского работника, обязательность применения этих полномочий, используемые методы оценок, уровень раскрытия информации и т.п.

Многие ученые, экономисты и психологи отмечают, что «человек, который действительно выполнил конкретные задачи, поставленные перед ним профессией, несмотря на свою «маленькую» жизнь, достиг большего и стоит выше, чем, например, какой-нибудь «большой» государственный муж, принимающий недобросовестные решения» [10, с.64].

На профессиональном гербе бухгалтера начертан девиз: «Наука, доверие, независимость», который для каждого бухгалтера должен стать компасом, помогающим выбрать правильное направление в совершенствовании профессиональной деятельности и позициониро-

вании в обществе, сделать бухгалтерскую профессию своим призванием, ведь не зря, например, в немецком языке понятия «профессия» и «призвание» обозначают одним словом – Beruf [10, с.103].

ЛИТЕРАТУРА

1. Палий В.Ф. О методе бухгалтерского учета / В.Ф. Палий // Бухгалтерский учет. 2008. № 11. С. 55.
2. Федеральный закон от 21.11.1996. № 129 ФЗ «О бухгалтерском учете».
3. Соколов Я.В. Бухгалтерский учет: от истоков до наших дней / Я.В. Соколов. М.: ЮНИТИ, 1996. 311 с.
4. Александер Д. МСФО: от теории к практике / Д. Александер, А. Бриттон, Э. Йориссен. М.: Вершина, 2005. 364 с.
5. Мильнер Б.З. Теория организации: учебник / Б.З. Мильнер; 7-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2008. 864 с.
6. Ожегов С.И. Словарь русского языка / С.И. Ожегов; под ред. чл.-корр. АН СССР Н.Ю. Шведовой. 18-е изд., стереотип. М.: Рус. язык, 1987. 797 с.
7. Рассказова-Николаева С.А. Обучение профессиональному суждению / С.А. Рассказова-Николаева // Бухгалтерский учет. 2007. № 17. С. 44.
8. Берков В.Ф. Философия и методология науки: учеб. пособие / В.Ф. Берков. М.: Новое знание, 2004. 336 с.
9. Рожнова О.В. Финансовый учет. Теоретические основы, методологический аппарат / О.В. Рожнова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Экзамен, 2003. 192 с.
10. Генкин Б.М. Основания экономической теории и методы организации эффективной работы / Б.М. Генкин. М.: Норма, 2007. 400 с.

Егорова Екатерина Михайловна – кандидат экономических наук, доцент кафедры «Бухгалтерский учет и аудит» Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии

Egorova Ekaterina Mikhailovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of «Accounting and Audit» of Volgograd State Agricultural Academy

Статья поступила в редакцию 26.01.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 338.24

Е.М. Завьялова

ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Исследуется проблема экспертных методов оценки конкурентоспособности управления, а также рассматривается проблема влияния управленческой деятельности на конкурентоспособность промышленного предприятия в целом. Выявлено ранговое значение представленных факторов, влияющих на конкурентоспособность предприятия и конкурентоспособность управления, основанное на объективных мнениях руководителей промышленных предприятий машиностроительной отрасли.

Конкурентоспособность, конкурентоспособное управление, оценка управления, промышленное предприятие, экспертные методы оценки.

Е.М. Zaviyalova

**EXPERT METHODS FOR COMPETITIVENESS ASSESSMENT
OF PLANT FACILITY MANAGEMENT**

This article shows the problem of expert methods for competitiveness assessment of management and also researches the problem of managerial activities influence upon plant facility competitiveness in general. The publication reveals the significance of represented factors having influence on competitiveness of plant facility and management competitiveness based upon the unbiased opinions of plant facility heads of machine building industry.

Competitiveness, competitive management, management assessment, industrial plant, expert methods of assessment.

В посткризисный период для российской экономики характерна проблема низкой конкурентоспособности промышленных предприятий на мировом рынке, обусловленная не столько технологическими проблемами или отсутствием источников финансирования, сколько отставанием в производительности труда, низкой эффективностью менеджмента и недостаточно развитой системой управления по сравнению с предприятиями-конкурентами. Повышение конкурентных позиций на рынке выступает решающим фактором успеха любой организации. Конкурентные условия вынуждают руководителей к поиску потребителей, для обеспечения целей деятельности своего предприятия, а именно – рост и увеличение объема продаж, высокое качество выпускаемой продукции, удержание и усиление конкурентных позиций на рынке и, как итог, максимизация прибыли.

Для повышения конкурентоспособности предприятия в условиях развития рыночных отношений, многообразия форм собственности и усиления конкуренции между предприятиями на рынке от руководителей требуется осуществление эффективных и результативных действий на рынке, которые реализуются через отведение ключевой роли четкому и умелому управлению и, как следствие, через разработку и применение действенной (конкурентоспособной) системы управления. Именно от конкурентоспособной системы управления предприятия в решающей степени зависит конкурентоспособность самой компании в целом.

По мнению автора, конкурентоспособное управление представляет собой непрерывный процесс воздействия на объект управления (личность, коллектив, технологический процесс, предприятие), способный выдерживать конкуренцию с аналогичным управлением на других предприятиях в рамках данного рынка. Этот процесс направлен на достижение целей предприятия. При этом конкурентоспособное управление необходимо рассматривать как относительную характеристику результативности деятельности определенной управляющей системы, отраженную в количественных и качественных показателях субъекта и объекта управления.

Современный менеджмент необходим предприятиям как условие их эффективного существования и развития, так как именно он обуславливает цели, стратегии, принятие управленческих решений, от него зависит реакция организации на внешние угрозы, а также возможность использования имеющихся преимуществ. Необходимость управленческой деятельности обуславливается наличием организаций, в которых люди осуществляют совместную деятельность для достижения общих целей, т.к. именно значимость управления обуславливается необходимостью координации коллективной деятельности персонала, а также ее согласованием и обеспечением.

Конкурентоспособная система управления на предприятии обеспечивает условия, при которых главной задачей для управляющего любого уровня выступает активный поиск реальных возможностей повышения результативности производства, качества продукции и,

как следствие, получение прибыли. При этом, система управления должна быть креативной, т.е. обладать рядом способностей к самосовершенствованию и саморегулированию, которые будут направлены на применение высокоэффективных форм и методов управления, технологий и достижений, связанных с научно-техническим прогрессом.

Сегодня креативность становится все более актуальной не только для работников в сфере творческих профессий, но и для руководителей предприятий, так как быстрый темп и многоплановость современной рыночной экономики вынуждают к умению гибко и творчески реагировать на происходящие внешние изменения. Именно поэтому креативность, заключенная в нестандартном мышлении руководителя и его способности к поиску новых идей и подходов в управлении, оказывает первоочередное влияние на конкурентоспособность предприятия в целом.

Усиление конкуренции на рынке приводит к постоянно растущему интересу со стороны руководства предприятий к оценке конкурентоспособности управления. Оценка конкурентоспособности управления имеет первостепенное значение для предприятия, от ее проведения зависят эффективность и результативность функционирования организации.

Основной целью проведения экспертной оценки системы управления на предприятии является определение соответствия существующего состояния данной системы с желаемым состоянием ее функционирования в будущем. Регулярный аудит системы управления способен раскрыть перед руководством предприятия слабые стороны в менеджменте, а также способствует принятию корректирующих действий, приводящих к улучшению деятельности компании. Аудит системы управления предприятием позволяет руководителю:

- оценить уровень системы управления предприятием;
- оценить уровень собственных взглядов на управленческую деятельность;
- объективно оценить деятельность персонала предприятия;
- совершенствовать внутренние стандарты системы управления предприятием.

Основным отличием аудита системы управления от аудита системы менеджмента качества является то, что аудит качества направлен на сбор объективных сведений, ориентированных на выявление причин возникновения несоответствий в системе менеджмента качества, процессах или продуктах (услугах) предприятия, в то время как аудит системы управления ориентирован на повышение эффективности системы управления.

Автором проведено исследование конкурентоспособности управления на предприятиях машиностроительной отрасли Российской Федерации, основанное на экспертных оценках, с целью раскрытия общих тенденций управления, свойственных отечественной экономике, и рангового выявления факторов управления на практике.

В Поволжском экономическом регионе Саратовская область занимает одно из ведущих мест по уровню развития и масштабам промышленного производства. Промышленность области составляет более 2000 крупных и средних предприятий, которые выпускают холодильники и морозильники, широкий ассортимент стандартных и специальных подшипников, минеральные удобрения, строительное стекло и материалы, железнодорожную технику, точные приборы, свечи зажигания, медный прокат, производят жидкое топливо и продукты нефтехимии, печатают школьные учебники и книги.

В рамках проводимого исследования среди промышленных предприятий Саратовской области особое внимание автор уделяет ОАО «Саратовский подшипниковый завод», основной специализацией которого являются разработка и выпуск подшипников для автомобильной, железнодорожной, авиационной промышленности, кораблестроения, атомной энергетики и машиностроительных предприятий. ОАО «Саратовский подшипниковый завод» с 2007 года входит в крупнейшую «Европейскую подшипниковую корпорацию» («ЕПК»).

Отметим, что после приобретения 100% акций ОАО «Саратовский подшипниковый завод» доля продаж «ЕПК» на внутреннем подшипниковом рынке составляет 44%, а на мировом – около 1%.

Основываясь на данных рейтингового агентства «ТОП-ЭКСПЕРТ», емкость российского рынка подшипников в 2008 году составила 1,3 млрд. долларов США. Около 50% подшипников, реализуемых на отечественном рынке, идут на конвейеры крупнейших предприятий: автомобильные и тракторные заводы, заводы оборонного комплекса, заводы по производству электротехнического оборудования, предприятия машиностроения, заводы по производству сельскохозяйственной и специальной техники. Остальная половина товара реализуется на вторичном рынке, в этом случае подшипники приобретаются металлургическими, нефтяными и другими компаниями, при этом каналами сбыта продукции являются специализированные фирмы, а также розничные магазины.

На российском рынке наряду с отечественным производством представлены и зарубежные компании. За прошедшие пять лет объем китайских подшипников на российском рынке увеличился в 15 раз, что обусловлено их низкой ценой. Так, рентабельность предприятий, занимающихся продажей китайских подшипников, по некоторым позициям доходила до 40%.

На рынке подшипников для потребителей большое значение имеет бренд фирмы-производителя. По данным вышеупомянутого рейтингового агентства, критериями группировки по категориям выступает соотношение цены и качества выпускаемой продукции. В результате маркетингового исследования были определены следующие бренды, имеющие широкое распространение на российском рынке:

1) Иностранные бренды первой категории – FAG, SKF, Kooyo, Timken. Данные марки на российском рынке присутствуют слабо, это объясняется, в первую очередь, их дороговизной. Выпускаемая продукция данных компаний приобретается в основной своей массе нефтяными, а также металлургическими компаниями, которые делают акцент на высокое качество продукции, применяемой в узлах сложного и дорогостоящего оборудования.

2) Бренды второй категории – марки российских производителей, сюда относятся заводы, входящие в структуру «Европейской подшипниковой корпорации». Продукция данных заводов менее качественна, чем иностранных производителей, составляющих первую категорию, но значительно дешевле.

3) Бренды третьей категории – марки китайских производителей: DPI, DGB, ZWZ, Крафт, KG. Стоимость продукции китайских компаний значительно ниже цен на российскую продукцию, несмотря на то, что за последние годы ее качество значительно улучшилось и теперь соответствует российскому ГОСТу.

Доля на рынке подшипников каждой из перечисленных категорий показана на рис. 1.

Самым распространенным брендом в 2008 году на отечественном рынке являлось ЗАО «Вологодский подшипниковый завод», второе и третье места разделяют между собой китайские производители Крафт и KG.

Что касается спроса на подшипниковую продукцию по отраслям, то наибольшую долю рынка в структуре отраслевого потребления подшипников занимают автомобильные заводы (25%), второе и третье места делят электротехническая промышленность (17%) и розничная торговля (15%). Более подробно сегментирование отечественного рынка подшипников по отраслям представлено на рис. 2.

В качестве объекта исследования уровня конкурентоспособности управления предприятием подшипниковой промышленности выступает «Европейская подшипниковая корпорация», которая основана в 2001 году в г. Москве. Корпорация специализируется на производстве и реализации подшипников, деталей и узлов; пред- и послепродажном сервисе; научно-исследовательской деятельности и разработке. Суммарный объем номенклатуры выпускаемой продукции составляет более 9800 модификаций. «Европейская подшипниковая корпорация» объединяет заводы в городах Москве, Волжском, Степногорске, Самаре и Саратове. Во главе корпорации находится управляющая компания. Реализацию продукции всех заводов «Европейской подшипниковой корпорации» осуществляет единая сервисно-сбытовая структура – ООО «Торговый дом ЕПК», имеющая представительства по всей Рос-

сии и за ее пределами. Поставки продукции на крупные предприятия проводятся Торговым домом ЕПК напрямую, что позволяет оставаться постоянно на связи с потребителями и оперативно реагировать на все запросы и пожелания каждого клиента. Продажи на вторичном рынке организованы через сеть официальных дилеров.

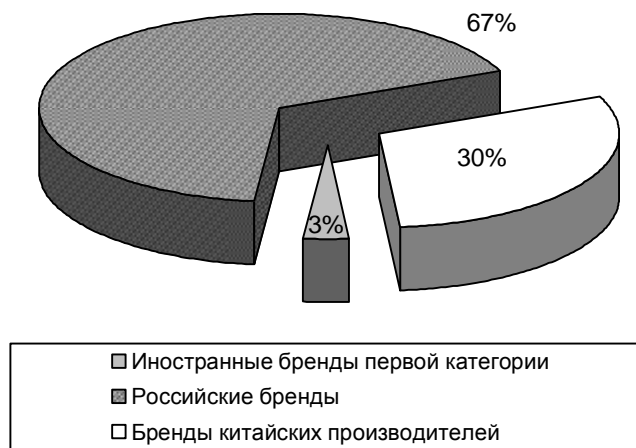


Рис. 1. Доля категорий подшипниковых брендов на российском рынке в 2008 г.



Рис. 2. Сегментация российского рынка подшипников по отраслям

Автором проведен опрос руководителей предприятий-производителей подшипников российского рынка с целью оценки конкурентоспособности управления в организациях и совершенствования качества менеджмента. Были опрошены руководители 7 предприятий, входящих в состав «ЕПК»: ОАО «Московский подшипник», ЗАО «Степногорский подшипниковый завод» (Казахстан), ОАО «Волжский подшипниковый завод» (Волгоградская область), ОАО «Саратовский подшипниковый завод», Центр исследований и разработок специальных подшипников (г. Самара), ОАО «Завод авиационных подшипников» (г. Самара), ОАО «Волжский завод специальных подшипников».

Отметим, что предприятия холдинга «ЕПК» имеют ряд сертификатов систем менеджмента качества, так: ОАО «Московский подшипник» имеет сертификат одобрения системы менеджмента качества предприятия по следующим стандартам системы менеджмента качества BS EN ISO 9001:2000, EN ISO 9001:2000, ISO 9001:2000; ОАО «Завод авиационных подшипников» (г.Самара) имеет сертификат соответствия системы менеджмента требованиям стандарта DIN EN ISO 9001:2000, а также сертификат соответствия системы менеджмента требованиям стандарта BS EN ISO 9001:2008, EN9100:2003, AS9100 Rev B; ОАО «Саратовский подшипниковый завод» имеет сертификат одобрения системы менеджмента качества предприятия по следующим стандартам системы менеджмента качества BS EN ISO 9001:2000, EN ISO 9001:2000, ISO 9001:2000; также сертификат соответствия системы управления качеством стандарту ISO 9001:2000 имеют ОАО «Волжский подшипниковый завод» (Волгоградская область) и ЗАО «Степногорский подшипниковый завод».

Экспертный опрос проводился путем интервью и письменного анкетирования. Руководителям задавались вопросы, касающиеся значимости анализа и оценки конкурентоспособности управления для предприятия, а также ранжирования факторов оценки конкурентоспособности управления, влияющих на уровень эффективной работы. Причем список данных факторов сформирован автором на основе ряда литературных источников по теоретическим основам повышения конкурентоспособности систем управления на промышленных предприятиях.

Опрос руководителей предприятий выявил ранг рассматриваемых факторов, в значительной степени оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия (табл. 1). Главам компаний, входящих в структуру корпорации, на основе их интуитивного понимания и знаний в области управления предприятием, предлагалось выбрать по четыре наиболее важных фактора, из числа представленных, оказывающих первоочередное влияние на конкурентоспособность компании в целом. Важнейшими факторами для предприятий, осуществляющих оценку системы управления, оказались: наличие высококвалифицированных кадров, качество системы управления на предприятии и вхождение в состав ЕПК. В свою очередь, для предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или делающих это нерегулярно, такими факторами выступили: вхождение в состав ЕПК, а также качество выпускаемой продукции. Важность каждого фактора рассчитана в процентах от общего числа факторов-предпочтений, выбранных руководителями.

Анализ полученной информации от руководителей предприятий, входящих в состав корпорации «ЕПК», позволил выявить определенную тенденцию – руководство предприятий уделяет существенное внимание качеству управления, причем внимание к качеству носит системный характер, подразумевающий применение экспертных методов оценки системы управления предприятием. Учитывая это, все предприятия были сгруппированы по признаку относительно регулярного проведения оценки системы управления и отсутствия или нерегулярного проведения данной оценки.

Также автором данного исследования было проведено анкетирование руководителей предприятий по вопросам, касающимся ранжирования представленных факторов, непосредственно оказывающих влияние на конкурентоспособное управление (табл. 2).

На этот раз главам компаний, входящих в структуру корпорации, предлагалось выбрать по четыре наиболее важных фактора, из числа представленных, оказывающих первоочередное влияние на конкурентоспособность управления предприятием. Важность каждого фактора была рассчитана в процентах от общего числа факторов-предпочтений, выбранных руководителями.

В результате анкетирования руководителей, удалось выделить факторы, оказывающие, по их мнению, первостепенное влияние на конкурентоспособность управления. Такими факторами для предприятий, осуществляющих оценку системы управления, являются: наличие на предприятии СМК, а также мотивация и кадровый потенциал предприятия. В свою очередь, для предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или делающих

это нерегулярно, такими факторами выступают: мотивация и кадровый потенциал предприятия, а также структура предприятия.

Таблица 1

Факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность предприятия

Факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность предприятия	Предприятия, придерживающиеся регулярного проведения оценки системы управления				% важности данных факторов	Предприятия, не осуществляющие оценку системы управления или делающие это нерегулярно			% важности данных факторов
	«Московский под-шипник»	Волжский ПЗ	Саратовский ПЗ	Завод авиационных подшипников		Степногорский ПЗ	Центр исследований и разработок специальных подшипников	Волжский завод специальных подшипников	
Наличие высококвалифицированных кадров	+	+		+	18,75		+	+	16,67
Финансовое положение предприятия		+		+	12,5	+			8,33
Качество выпускаемой продукции	+				6,25	+	+	+	25
Наличие каналов сбыта продукции				+	6,25	+		+	16,67
Использование рекламы выпускаемой продукции				+	6,25				-
Качество системы управления на предприятии	+	+	+		18,75				-
Вхождение в состав ЕПК	+	+		+	18,75	+	+	+	25
Разработка собственных НИОКР				+	12,5		+		8,33

Отметим, что данный опрос ведущих менеджеров предприятий ЕПК проводился с целью определения предпосылок и готовности менеджмента к осуществлению оценки системы управления, а также повышению конкурентоспособности управления на предприятии.

Исходя из результатов проведенного анализа конкурентоспособности управления на промышленных предприятиях, можно сделать следующие выводы:

Первый блок вопросов, предназначенный для руководителей предприятий, входящих в состав ЕПК, был ориентирован на определение факторов, влияющих на конкурентоспособность организации. Руководители предприятий, придерживающихся регулярного проведения оценки системы управления, выделяют наличие высококвалифицированных кадров (18,75%), качество системы управления на предприятии (18,75%) и вхождение в состав ЕПК (18,75%) – как ключевые факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность предприятия в целом. В то же время для предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или

делающих это нерегулярно, приоритетными являются фактор вхождения в состав ЕПК (25%), а также качество выпускаемой продукции (25%). Наглядно соотношение ряда факторов представлено на рис. 3.

Таблица 2

Факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность управления

Факторы, оказывающие влияние на конкурентоспособность управления	Предприятия, придерживающиеся регулярного проведения оценки системы управления				% важности данных факторов	Предприятия, не осуществляющие оценку системы управления или делающие это нерегулярно			% важности данных факторов
	«Московский под-шипник»	Волжский ПЗ	Саратовский ПЗ	Завод авиационных подшипников		Степногорский ПЗ	Центр исследований и разработок специальных подшипников	Волжский завод специальных подшипников	
Наличие на предприятии СМК	+	+	+	+	25		+		8,33
Затраты на управление	+	+			12,5				-
Конкурентоспособность продукции				+	6,25	+			8,33
Прибыль и результаты деятельности организации		+			6,25	+			8,33
Инновационный потенциал					-		+		8,33
Коммуникационные аспекты в деятельности предприятия					-	+			8,33
Структура предприятия			+		6,25		+	+	16,67
Принятие управленческих решений		+		+	12,5			+	8,33
Мотивация и кадровый потенциал предприятия	+		+	+	18,75	+	+	+	25
Структура управления	+		+		12,5			+	8,33

Второй блок вопросов анкеты был направлен на установление факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность управления. Нам удалось определить, что как для предприятий, осуществляющих оценку системы управления (первая категория), так и для предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или делающих это нерегулярно (вторая категория), приоритетным является фактор мотивации и кадрового потенциала предприятия (18,75 и 25%). Отметим также, что для предприятий первой категории характерен другой, не менее приоритетный фактор, а именно – наличие на предприятии СМК (25%), а для предприятий второй категории – структура предприятия (16,67%).

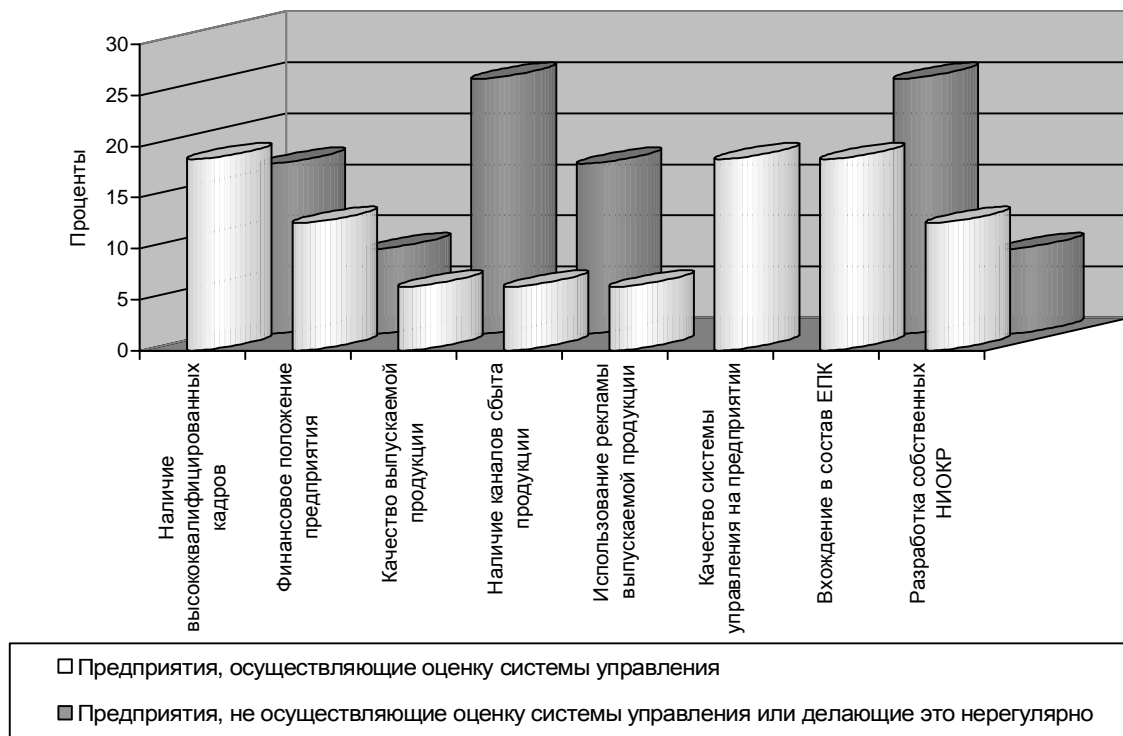


Рис. 3. Значимость факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность предприятия (по данным опроса)

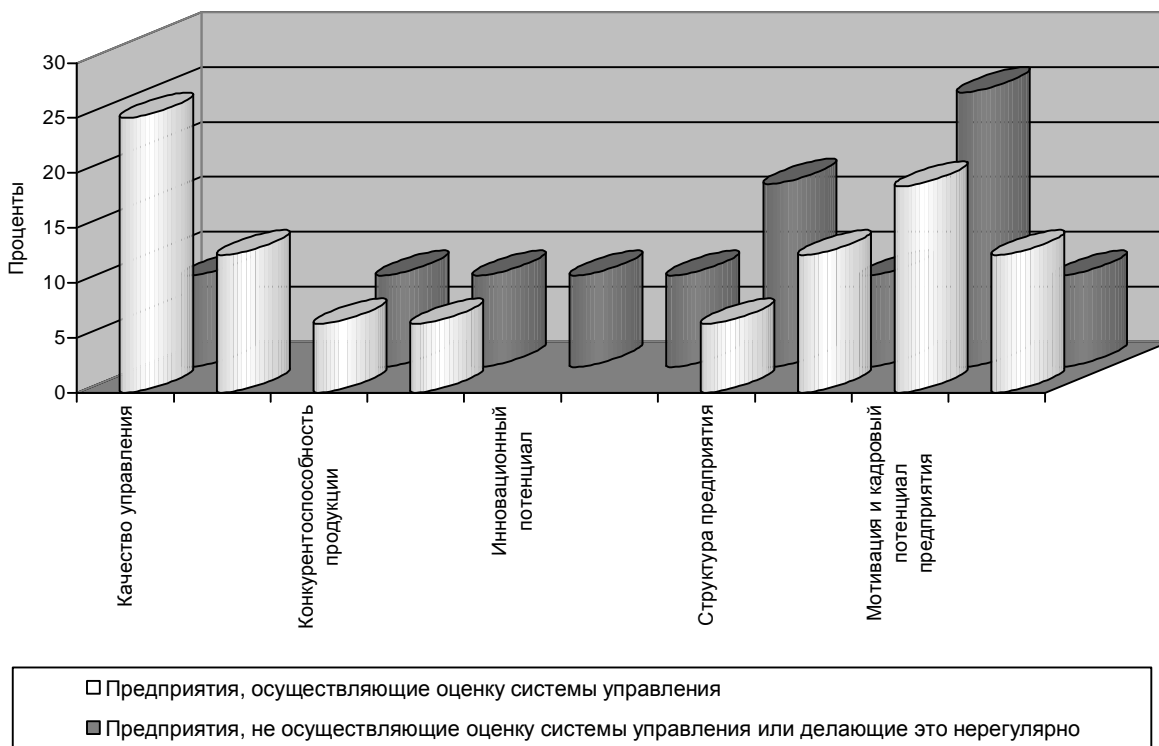


Рис. 4. Значимость факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность управления (по данным опроса)

По мнению руководителей предприятий, осуществляющих оценку системы управления, такие факторы, как инновационный потенциал и коммуникационные аспекты в деятельности предприятия, никаким образом не влияют на конкурентоспособность управления. В свою очередь, руководители предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или делающих это нерегулярно, считают затраты на управление наименее значимым из представленного списка факторов. Менеджеры представленных предприятий объясняют это тем, что добиться эффективного уровня управления на предприятии представляется возможным в основном исходя из наличия высококвалифицированных кадров и высокого уровня мотивации персонала, а не высоким уровнем затрат на управление. Наглядно значимость факторов, оказывающих влияние на конкурентоспособность управления, представлена на рис. 4.

Отношение к проводимому анализу и оценке конкурентоспособности управления в двух названных группах предприятий, где проводился опрос, существенно различается. С одной стороны, для предприятий, осуществляющих оценку системы управления, проведение данного анализа важно, т.к. управленческие процессы, происходящие в организации, непосредственно влияют на деятельность всей организации в целом, и как следствие – возникает необходимость их непрерывного исследования. Руководство предприятий, не осуществляющих оценку системы управления или делающих это нерегулярно, по данным, полученным от опроса, не уделяет достаточного внимания конкурентоспособности управления, т.к. управление в данной группе предприятий носит ситуационный характер и выглядит как процесс, в котором каждый его участник стремится реализовать свои цели.

Таким образом, руководство предприятий, входящих в состав «ЕПК», осознает важность эффективного функционирования системы управления на предприятии, но, к сожалению, многие из них не уделяют достаточного внимания оценке конкурентоспособности системы управления. Автор считает, что необходимо разработать методические основы и механизм оценки и повышения уровня конкурентоспособности управления на промышленном предприятии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качалина Л.Н. Конкурентоспособный менеджмент / Л.Н. Качалина. М.: Эксмо, 2006. 464 с.
2. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью организации / Р.А. Фатхутдинов. М.: Эксмо, 2005. 544 с.
3. www.cfin.ru.
4. www.expert-rating.ru.

Завьялова Екатерина Михайловна – аспирант кафедры «Менеджмент» Саратовского государственного социально-экономического университета

Zaviyalova Ekaterina Mikhailovna – Postgraduate Student of the Department of «Management» of Saratov State Socio-Economic University

Статья поступила в редакцию 21.04.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 339.138

И.В. Захарова

ТЕРРИТОРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МЕЗОЭКОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ

Система образования производит кадры и научные разработки для всех отраслей межотраслевой мезоэкономической структуры территории. На

всех уровнях территориальной системы образования организации ведут коммерческую деятельность, поэтому управление образованием сочетает административный и маркетинговый подходы. Эффективность этой системы обеспечивает развитие человеческих ресурсов территорий, поэтому её проблемы отражаются на всей межотраслевой мезоэкономической системе.

Территориальная система образования (ТСО), межотраслевая мезоэкономическая структура, социальные услуги, административное и маркетинговое управление, бюджетное и внебюджетное финансирование, эффективность, результат и результативность.

I.V. Zakharova

TERRITORIAL EDUCATIONAL SYSTEM AS AN ELEMENT OF CROSS-SECTORAL MESO-ECONOMIC STRUCTURE

The educational system produces personnel and scientific development in all sectors of cross-sectoral structure of meso-economic area. At all levels of the educational system territorial organization there are commercial activities, so the management entity combines administrative and marketing approaches. The effectiveness of this system provides human resource development areas that's why its problems affect the entire cross-sectoral meso-economic system.

Territorial educational system (TES), Cross-sectoral Meso-economic structure, social services, administration and marketing management, budgetary and extra budgetary funding, efficiency, outcome and impact.

Отрасли социальной сферы обеспечивают качество человеческих ресурсов – базы для функционирования всех других отраслей общественного производства. Образование выполняет по отношению к ним две основные функции: подготовку профессиональных кадров и приращение научных знаний. Образовательные услуги, в отличие от других, являются услугами отсроченного действия. Проблемы, которые переживает данная отрасль в силу финансового кризиса, могут показаться малозаметными сегодня, но будут иметь существенное значение в долгосрочной перспективе. Наша задача – определить механизмы управления в данной сфере, адекватные современной экономической ситуации. Для этого рассмотрим структуру территориальной системы образования, модели её финансового обеспечения и перспективные управленческие подходы.

Сфера образования является элементом межотраслевых мезоэкономических структур (ММС), которые сформированы исторически в границах всех регионов. Понятие «регион» многозначно, под ним может подразумеваться и субъект РФ, и группа стран, поэтому для большей точности мы будем использовать термин *территория*, который обозначает часть пространства с конкретными географическими границами. Образование как отрасль социальной сферы имеет свою территориальную специфику, связанную с культурными, демографическими особенностями, с потребностями местных рынков труда. Это отражается в региональном компоненте государственных образовательных стандартов (ГОС), в ассортименте образовательных услуг.

1) Структура ТСО. *Территориальная система образования (ТСО)* – это структурированная совокупность образовательных учреждений, связей между ними, образовательных и управленческих процессов, обеспечивающая выполнение функций образования, воспитания, социализации и профессиональной подготовки населения территории. Неосистемный

подход всё многообразие экономических систем сводит к четырём типам: объекты, процессы, среды и проекты. Под системой понимают относительно устойчивую в пространстве и во времени целостную часть окружающего мира, выделяемую из него по пространственным или функциональным признакам [3]. ТСО может быть рассмотрена как объект экономических отношений, поскольку имеет два системообразующих признака: она ограничена в пространстве и не ограничена по временной протяжённости. Но она представляет собой развивающуюся сеть или неопределенное множество предприятий, поэтому *сочетает свойства производственных объектов со свойствами коммуникационных сред*.

ТСО всех территорий России объединяют три мезорынка, выделяемые по возрасту потребителей образовательных услуг и по образовательным задачам: 1) профессиональное образование, 2) основное общее и дополнительное образование школьников, 3) дошкольное образование. Эта система усложнилась в 90-е годы XX века, когда экономические преобразования сделали возможной вариативность образовательных услуг.

Таблица 1

Структура территориальной системы образования

Мезорынки образовательных услуг	Типы образовательных услуг		
	Базовый уровень образования	Вариативный уровень образования	Проектный уровень образования
1) профессиональное образование	– начальное профессиональное; – среднее профессиональное; – высшее; – последипломное	– дополнительное профессиональное образование (переподготовка, повышение квалификации)	НИОКР, инновационная деятельность, научное творчество
2) образование школьников	– основное общее образование; – услуги учреждений дополнительного образования (музыкального, технического, языкового и пр.)	– различные профильные курсы; – индивидуальная педагогическая деятельность (репетиторство)	Экспериментальная, поисковая, творческая деятельность
3) дошкольное образование	– образование в дошкольных учреждениях в рамках ГОС	– дополнительные образовательные услуги дошкольных учреждений; – образование в профильных учреждениях дополнительного образования (спортивных, хореографических и пр.); – индивидуальная педагогическая деятельность (гувернёрство)	Методические инновации, проектная и экспериментальная работа

Сегодня на этих мезорынках ТСО существуют три типа услуг (табл. 1):

- базовый уровень образования – услуги, предоставляемые в соответствии с образовательными стандартами;
- вариативный уровень образования – услуги, предоставляемые сверх стандартов по индивидуальному запросу потребителей;
- проектный уровень образования – специфические образовательные продукты, связанные с научной и инновационной деятельностью образовательных учреждений.

Видеть структуру ТСО конкретной территории важно, поскольку её элементы имеют различные источники финансирования и специфические модели управления.

2) Финансирование ТСО. Образование является частным благом для конкретного индивида, и одновременно общественным благом, результатом работы общественного сектора экономики. Государственное финансирование общественных расходов происходит непосредственно (через субсидии) и косвенно (через налоговые льготы). Такое финансирование дополняется предоставлением общественному сектору бюджетной автономии в распределении ресурсов и возможности привлечения дополнительных внебюджетных средств. Они подразделяются на *доходы от коммерческой деятельности* и поступления *некоммерческого характера* (субсидии, гранты, пожертвования, эндаумент).

Рассмотренные выше три типа образовательных услуг в рамках ТСО имеют разные источники финансирования. Базовый уровень образования финансируется из бюджетов всех уровней. Для этого сегмента рынка образования характерно административное управление. Услуги вариативного уровня образования оказываются, как правило, на коммерческой основе. Управление в этом сегменте строится по рыночным законам спроса и предложения, гибко реагирует на запросы потребительского рынка, использует маркетинговые методы. Маркетинг образовательных услуг является сегодня и достаточно разработанной областью научного знания, и повседневной практикой образовательных учреждений. Проектный уровень образования частично финансируется из бюджетов, частично использует средства коммерческой деятельности, привлекает инвестиции и добровольные пожертвования.

В рамках ММС наблюдается рассогласование финансовых потоков, связанное со спецификой отечественной налоговой системы: отрасли ММС территорий получают от системы образования кадры, научные идеи, инновационные разработки, но финансирование образования происходит, главным образом не от них. Налоговые отчисления отраслей ММС направляются в федеральный бюджет, а финансирование значительной доли ТСО территорий происходит из местных бюджетов (табл. 2) [4, с.160].

Таблица 2

Соотношение источников бюджетного финансирования образования (% ВВП)

	1997	2003	2005	2007	2008*
Консолидированный бюджет	4,6	3,9	4,1	3,94	4
Федеральный бюджет	0,7	0,74	0,8	0,89	0,85
Территориальные бюджеты и внебюджетные фонды	3,9	3,15	3,3	3,05	3,15

*расчёт автора по материалам <http://www.roskazna.ru/reports/cb.html>.

В 2008 г. расходы консолидированного бюджета РФ составили 13 989 200 млн руб., из них расходы на финансирование образования – 1,82%. В консолидированном бюджете доходы федерального бюджета – 9 274 100 млн руб., расходы – 7 566 600 млн руб. Бюджеты регионов в целом имели доход 6 059 642 млн руб., расходы региональных бюджетов составили 5 889 132 млн. руб. 39 регионов закончили 2008 год с профицитом (всего он составил 170,5 млрд руб.), в 44 регионах сложился дефицит бюджета. По оценкам Минрегиона, в 2009 г. доходная база регионов должна снизиться в сравнении с 2008 г. как минимум на 8-10%. Наиболее проблемными регионами являются Красноярский край, Вологодская, Воронежская, Костромская, Рязанская, Тверская, Тульская, Орловская, Московская, Нижегородская и Новосибирская области [1]. В 2009 г. консолидированным бюджетом на социально-культурную сферу запланировано только 1210,4 млрд руб. Для сравнения: в 2007 г. на эту сферу было израсходовано 5 692,3 млрд руб., из которых расходы на образование составили 1342,3 млрд руб.

В ситуации финансового кризиса коммерческий сектор образования страдает из-за снижения покупательской способности потребителей. Платных образовательных услуг населению в 2008 г. было оказано на 281,0 млрд руб., что на 1,3% больше, чем в 2007 г. Но коммерческое образование в России является незначительным сегментом. Расходы россиян на платные образовательные услуги в течение последних десяти лет не превышают 6-7% от общих расходов на платные услуги (транспортные расходы в разные годы составляли 21-26% от оплаты всех услуг). Более развит коммерческий сектор вузовского образования – это 40% от общего числа вузов, но в них обучаются только 17% студентов России. Коммерческие школы – это 1,5% от общего числа учреждений основного общего образования, а доля их учеников – 0,5% всех школьников.

Поскольку основная масса учреждений образования – это некоммерческие организации, их работу необходимо рассматривать в контексте *некоммерческого маркетинга*. Это направление экономической науки выросло из практики работы некоммерческих организаций. Их цель – решение общественных проблем, а не получение прибыли, хотя такие организации имеют право вести коммерческую деятельность. Образовательные учреждения сегодня привлекают гранты и спонсорскую помощь, применяя методы некоммерческого маркетинга.

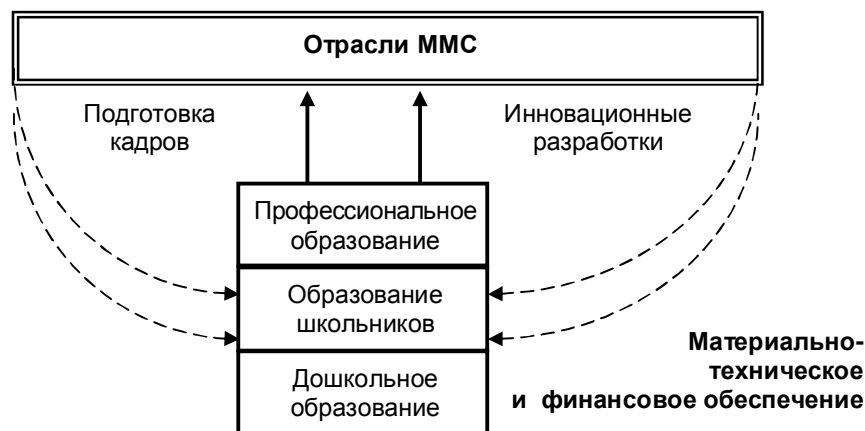
3) Управление ТСО совмещает административный и маркетинговый подходы, что связано со структурой и финансированием системы образования. Для административного управления характерно стремление к нормативности, для маркетингового – стремление к постоянной изменчивости в соответствии с законами приращения потребностей и с законами рыночной конкуренции. Существующая в России модель управления образованием рассматривает ТСО только как *экономический объект*, что позволяет чётко определять границы её бюджетного финансирования. Такая упрощённая модель ТСО включает только образовательные учреждения, юридические лица (учреждения профессионального образования, основного общего, дополнительного образования, дошкольные образовательные учреждения). Но на рынке присутствуют образовательные услуги физических лиц (репетиторство, профессиональное обучение, уход за детьми дошкольного возраста), они мало поддаются административному регламентированию, как и различные дополнительные услуги, предоставляемые образовательными учреждениями. При этом получение образовательных услуг – это всегда коммуникация их потребителей с субъектами, предоставляющими услуги. Такая коммуникативная среда регламентируется только условно. Поэтому, например, так сложно реально определить качество образовательных услуг.

Управление социальными системами эффективно, если административный и рыночный механизмы не антагонистичны, а дополняют друг друга. Государство не является единственной альтернативой рынку. В социальных отраслях услуги производятся и потребляются одновременно, их потребители могут оказывать на этот процесс непосредственное влияние и могут осуществлять непосредственный контроль. Для такого общественного контроля сегодня существуют попечительские советы образовательных учреждений, но ведущую роль должны играть местные муниципалитеты [2]. Образовательное учреждение должно проводить активную работу в местном сообществе, чтобы привлекать некоммерческие источники финансирования. Возможно, что как кризис 90-х годов стимулировал коммерциализацию ТСО, так и сегодняшний финансовый кризис сделает востребованным применение ими методов некоммерческого маркетинга. Основное условие привлечения средств, не связанных с коммерческой деятельностью – эффективность деятельности образовательных учреждений.

4) Эффективность ТСО. Представляется важным дифференцировать понятия «эффективность» и «результативность», применительно к отраслям социальной сферы, в которых часто отсутствуют финансовые результаты труда. Результативность ТСО может быть рассмотрена как сам факт обеспечения населения территории услугами образования в соответствии с уровнем спроса. Критерии результативности (англ. effectiveness) – это показатели,

отражающие результат какой-либо деятельности. Эффективность (англ. efficiency) сферы образования связана с социально-экономическими и культурными эффектами деятельности ТСО: качество рабочей силы территории, реализация инновационных проектов, эффекты субъективного характера (уровень знаний учеников и студентов, профессиональная адаптивность выпускников профессиональных образовательных учреждений и пр.). Результативность является составляющим элементом эффективности и имеет материальное содержание, эффективность же – абстрактная математическая категория, хотя в её основе лежат материальные результаты.

Эффективность ТСО можно проанализировать по следующим направлениям: эффективность деятельности, эффективность управления, эффективность бюджетного финансирования, эффективность привлечения и использования инвестиций, эффективность использования основных фондов. Подобное разделение продуктивно для теоретического анализа, на практике же данные сферы взаимообусловлены. Эффективность использования бюджетных средств оценивается по бюджетной классификации и сметным нормативам. Законодательство регламентирует минимальный уровень расходов местных бюджетов на основе нормативов бюджетной обеспеченности, исходя из единицы его площади образовательного учреждения или нормы затрат на единицу оказанных услуг. Рассматривая деятельность социальных отраслей, можно видеть внешнюю эффективность, связанную с социально-экономическими изменениями ММС, и внутреннюю эффективность, связанную с коммерческими результатами ТСО и с достижением различных плановых показателей. Эффективность деятельности и управления ТСО позволяет организации привлекать инвестиции, спонсорские и бюджетные средства, то есть получать материальные результаты труда. Взаимодействие ТСО с отраслями ММС иллюстрирует рисунок.



Взаимодействие ТСО с отраслями межотраслевой мезоэкономической структуры

Результаты деятельности ТСО, связанные с продуцированием инноваций и развитием человеческого потенциала территории, используются в отраслях ММС. Эффекты от этой деятельности получает как всё общество (развитие культуры, науки), так и сама ТСО, в форме материально-технического и финансового обеспечения.

Таким образом, развитие ММС и ТСО взаимообусловлено. Финансовый кризис в производственных отраслях неизбежно сказывается и на социальных отраслях, а сегодняшние проблемы образования отзовутся в перспективе проблемами других секторов ММС. В данной ситуации наиболее адекватны следующие принципы управления территориальными системами образования:

- тесная интеграция мезорынков образовательных услуг для прогнозирования и формирования потребительского спроса, в соответствии с нуждами отраслей ММС конкретной территории;
- сочетание административного регулирования и свободного рыночного саморегулирования мезорынками образовательных услуг;
- использование методологии некоммерческого маркетинга для привлечения образовательными учреждениями внебюджетных ресурсов;
- активизация общественного управления сферой образования в части контроля использования финансов, контроля качества деятельности ТСО, поддержки перспективных проектов и эффективных организаций;
- периодический мониторинг результатов и эффектов ТСО для оптимизации затрат и точного распределения материально-технических и финансовых ресурсов, исходя из нужд конкретной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гудков А. Регионам обещают бездефолтную бедность / А. Гудков // www.kommersant.ru/doc.aspx?DocsID=1164803&NodesID=4.
2. Ерзнкян Б.А. Есть ли альтернатива государственному обеспечению общественных товаров и услуг? / Б.А. Ерзнкян, А.Б. Степанов // Теория и практика институциональных преобразований в России: сб. науч. трудов. М.: Центральный экономико-математический ин-т РАН, 2006. Вып. 6. С. 34-51.
3. Клейнер Г.Б. Системная парадигма в экономических исследованиях: новый подход / Г.Б. Клейнер. <http://www.kleiner.ru/System%20Paradigm.htm>.
4. Роик В.Д. Социальный бюджет России: содержание, структура и методы оценки / В.Д. Роик. М.: Изд-во РАГС, 2008. 236 с.

Захарова Инна Владимировна – кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Экономика и менеджмент» Ульяновского государственного технического университета

Zakharova Inna Vladimirovna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of «Economics and Management» of Uliyanovsk State Technical University

Статья поступила в редакцию 10.02.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 338.24.001.76

Э.Б. Иванилов

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Отражен процессный подход к проектированию и совершенствованию организационных структур управления.

Процессный подход, организационное проектирование, организационные структуры, реинжиниринг, бизнес-процессы, стратегический анализ.

E.B. Ivanilov**PROCESS APPROACH TO ORGANIZATIONAL DESIGNING**

In the article process approach to designing and perfection of organizational structures in management is under review.

Process approach, organizational designing, organizational structures, reengineering, business-processes, strategic analysis.

Все концепции и модели эффективного управления, в конечном счете, направлены на решение конкретных управленческих задач. Ни одна модель не сделает систему адекватной, если она более или менее эффективно не решает ту или иную управленческую задачу, стоящую перед бизнесом. Различные модели эффективного управления, что бы ни говорили их авторы, как правило, предназначены для решения определенного круга задач. Естественно, что выбирать модель следует исходя из понимания той конкретной задачи, которая стоит перед бизнесом. В качестве одной из таких моделей в последнее время все активнее развивается процессный подход к проектированию и совершенствованию организационных структур управления, который вызывает множество споров среди специалистов и все возрастающий интерес у практиков менеджмента.

В качестве приоритета, цели, объекта и содержания организационного проектирования традиционно выделяется система, или структура как ее наиболее распространенное представление. Действительно, система, прежде всего, воспринимается в виде структуры, отражающей ее состав, конфигурацию связей и иерархию взаимодействия. Эти раскрывающие, расширяющие и развивающие их характеристики воспринимаются и используются в качестве основных составляющих, параметров и ресурсов организационного проектирования. В конечном счете, их объединяет преимущественно статическое представление и построение организации, что является не только естественным, но и наиболее востребованным подходом.

Структура и система управления выделяются большинством исследователей в качестве конечной цели организационного проектирования. Между тем для все большего спектра инновационных задач структура, система и собственно организация уже не являются, да и не могут позиционироваться в качестве конечной цели как проектирования, так и построения – они лишь создают и закрепляют необходимые условия для более эффективного функционирования организации, построения и осуществления ее целевого процесса. Бизнесом все активнее востребуется именно эта, целенаправленно ориентированная, содержательная деятельность организации, обеспечивающая удовлетворение тех или иных потребностей самых разнообразных субъектов. Во многих современных компаниях собственно и только процесс целенаправленного функционирования организации становится изначально ожидаемым и конечно воспринимаемым выражением ее миссии. Именно поэтому в условиях динамичного и всестороннего развития свободных рыночных отношений организация целевого процесса приобретает особое и, по сути, определяющее значение. С одной стороны, рынок перманентно предъявляет в каждой конкретной ситуации все новые и новые требования к ее функциональному разрешению. В этих условиях обращение к процессному подходу в организационном проектировании и совершенствовании управления становится естественным ответом на неуклонно возрастающий динамизм развития организации и внешней среды. С другой стороны, эффективное функционирование организации необходимо обеспечивается перманентным выполнением комплекса полномочий, закрепляемых за теми или иными подразделениями на постоянной основе, что обуславливает необходимость проектирования и построения статических структур и форм организации. Обеспечение конструктивного взаимодействия таких противоречивых начал становится определяющим положением совершенствования

организационного проектирования на современном этапе развития теории и практики управления организацией.

На практике перед организационным проектированием все острее ставится концептуальная задача разработки процессуально ориентированной структуры, обеспечивающей потенциалом собственной адаптации не только штатные и вероятностные, но и в какой-то степени инновационные процессы. Состав, содержание, функциональное закрепление и конфигурация построения данной структуры должны приоритетно ориентироваться на своевременное удовлетворение все новых и новых требований постоянно изменяющегося процесса функционирования организации.

Естественно, что проектирование и реализация соответствующих структурных решений неизбежно осуществляются в рамках формирования и развития той или иной модели иерархии. Между тем рыночные отношения предъявляют к организации новые требования, среди которых нередки требования об освобождении от жесткой иерархии, отходе от централизации. И действительно, содержательной основой иерархии рынка являются постоянно меняющиеся рыночные потребности и децентрализованно формируемый потребительский спрос.

Ориентация на потребителя как ведущий принцип рыночной организации обуславливает перманентное, динамичное и разнообразное функционирование и развитие современных бизнес-процессов, в условиях рынка определяющих состав, содержание и конфигурацию построения организации, призванной обеспечить их эффективное осуществление. Естественно, что такие характеристики и условия предъявляют соответствующие требования к организации процессов и систем управления современной рыночной организации.

В этих условиях определяющими свойствами бизнес-организации становятся оперативность, гибкость, адекватность ее построения, мобильность адаптации к постоянно меняющимся условиям рынка. Парадигма организационного проектирования, традиционно выделявшая структуру в качестве основного объекта исследования и построения, сама целенаправленно и неизбежно претерпевает существенные изменения, сутью которых становится выделение приоритета обеспечения производственных, коммерческих и управленческих процессов в качестве определяющего ориентира всех организационных построений.

Теоретически и ранее организационное проектирование выделяло эти задачи, но на практике их конструктивное решение осуществлялось в рамках «прокрустово ложа», складывавшегося и всеми силами удерживавшегося приоритета организационных структур. Сколько бы и каких радикальных усовершенствований действовавших систем ни начиналось у нас – от перехода на «двух-трехзвенную структуру управления» до продолжающейся «административной реформы» – они в конечном счете осуществляли все возможное для сохранения примата структуры. Более того, рано или поздно подобная система не только подчиняла себе осуществлявшиеся в ней процессы, но и извращала суть управления, бюрократичная и выхолащивая их содержание. Такое положение дел не только абсолютно очевидно, но и вполне объяснимо действием закона самосохранения и пресловутого «человеческого фактора».

Изменение этих сложившихся и устойчиво удерживаемых подходов возможно только на основе модернизации современной парадигмы организационного проектирования, подчинения ее концепций, построений и реализаций исключительным приоритетам обеспечения эффективности бизнес-процессов, в соответствии с которыми структура ни в коем случае не должна и не может быть ни сутью, ни целью, ни содержанием функционирования организации, она лишь призвана обеспечить его наиболее эффективными условиями практического осуществления.

В этой связи в первую очередь правомерен вопрос о целях проектирования в зависимости от того, какие факторы внешней и внутренней среды выдвигаются на первый план. Современные организационные концепции должны разрабатываться и реализовываться не для самопрезентации, а с целью обеспечить решение вполне определенных задач. Сами по

себе преобразования не имеют никакой ценности, ценны лишь те из них, которые повышают эффективность управления организацией. Ответ на вопрос о том, что такое эффективное управление, зависит от конкретной компании, конкретной рыночной ситуации, суммы всех значимых внутренних и внешних факторов, от постановки стратегических целей до реализации конкретных механизмов функционирования данной компании.

Иначе говоря, если организация сталкивается с серьезной проблемой, то начинать следует с содержательной стороны вопроса, с того, что должно быть реализовано, а не с того, как это будет реализовано. Бессмысленно начинать реструктуризацию, пересматривать организационную структуру, оптимизировать бизнес-процессы без понимания конкретных целей этих мероприятий. При этом «повышение управляемости», «увеличение оборота», «повышение ориентированности на клиента» не могут и не должны являться конкретными целями такого преобразования.

Попытки начать стратегические изменения в компании с описания процессов и разработки новой, «правильной» структуры, не раз приводили к перекосам и даже разрушению структуры, увеличению степени хаоса в организации, возрастанию энтропии, потере аккумулированного опыта и в конечном счете управляемости. Именно поэтому начинать следует с представления комплекса определяющих задач, стоящих перед бизнесом, а не с задач процессного управления, задач реинжиниринга бизнес-процессов и т.п.

В терминах реинжиниринга бизнес-процессов представление комплекса определяющих задач, стоящих перед бизнесом, называется поиском объектов реинжиниринга. Здесь следует сказать о том, что этот поиск является наиболее узким местом всей концепции и основной причиной неудач осуществления реальных проектов. В книге «Реинжиниринг корпорации: манифест бизнес-революции» М. Хаммер и Дж. Чампи, уделяя этапу поиска целую главу, описывают реинжиниринг как наименее технологизируемый и обычно не вызывающий затруднений процесс [1]. С утверждением ограничения технологичности в целом можно согласиться, поскольку в каждом отдельном случае мы имеем свой объект реинжиниринга.

Значительно более спорным, по мнению автора, является утверждение о том, что этот процесс обычно не вызывает затруднений. Авторы, как правило, не дают четкого ответа на вопрос о необходимости реинжиниринга и определении его объекта. М. Робсон и Ф. Уллах в известном исследовании «Реинжиниринг бизнес-процессов» [2] пишут о том, что их опыт не дает универсального правильного ответа на вопрос, в каких случаях организации действительно нужен реинжиниринг бизнес-процессов. В этой связи они обращают внимание на то, что количество организаций, которые работают чрезвычайно успешно и доминируют на рынке, быстро сокращается. При этом далеко не во всех организациях обеспечивается точность оценок текущего состояния и будущих угроз, еще больше компаний, которые думают, что находятся в прекрасной ситуации, хотя на самом деле далеки от нее и не хотят или не умеют увидеть это.

По утверждению М. Робсона и Ф. Уллаха, намного чаще встречаются организации, обманывающие себя, чем те, которые действительно находятся в полной безопасности. В связи с этим необходимость перехода к процессуально ориентированным структурам и процессному управлению обосновывается процедурой оценки текущей и будущей ситуации с использованием арсенала современных средств стратегического анализа.

Объективно выделяется еще одна существенная проблема, возникающая на стадии принятия решения о переходе к процессному управлению. Процессное управление и реинжиниринг бизнес-процессов – всего лишь средство, одно из многих имеющихся в распоряжении менеджеров, которые заинтересованы в улучшении работы своих организаций. Однако значительная часть менеджеров видит продвижение своей карьеры в тактическом использовании нового управленческого мышления в своих личных целях, снижая тем самым потенциал перспективных управленческих новшеств. К тому же большое количество инноваций в управленческом мышлении на протяжении многих лет терпели неудачу во многих компани-

ях, поскольку их неправильно поняли. Так, например, если вернуться к исследованию М. Хаммера и Дж. Чампи, то проблема правильного его понимания (если это проблема именно понимания) скрыта в названии – «Реинжиниринг корпорации ... ». На наш взгляд, неэффективно заниматься реинжинирингом корпорации в целом, гораздо конструктивнее ориентироваться на реинжиниринг конкретных процессов, перепроектирование которых является объективной и приоритетной необходимостью. Сомнительна перспектива увлечения реинжинирингом ради реинжиниринга, гораздо конструктивнее с его помощью заниматься решением конкретных бизнес-задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Робсон М. Реинжиниринг бизнес-процессов / М. Робсон, Ф. Уллах. М.: ЮНИТИ, 2003. 360 с.

2. Хаммер М. Реинжиниринг корпорации: манифест бизнес-революции / М. Хаммер, Дж. Чампи. Лондон: Nicholas Brealey Publishing, 1993. 284 с.

Иванилов Эдуард Борисович –
аспирант кафедры
«Экономика и управление в строительстве»
Саратовского государственного
технического университета

Ivanilov Eduard Borisovich –
Postgraduate Student of the Department
of «Economics and Management
in Building Industry»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 24.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 330.567.2; 330.567.6; 330.146

Т.А. Иванова

К ПРОБЛЕМЕ УЧЕТА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА

Описываются основные показатели оценки эффективности инвестиционного проекта: чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности, срок окупаемости и внутренняя норма доходности. Обосновывается необходимость совершенствования методов учета риска при оценке эффективности инвестиционного проекта. Проводится анализ методов учета риска при оценке эффективности инвестиционного проекта и даются рекомендации по их использованию.

Чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности, срок окупаемости, внутренняя норма доходности, премия за риск.

T.A. Ivanova

TO THE PROBLEM OF ACCOUNT UNCERTAINTY AND RISK AT ESTIMATION OF INVESTMENT PROJECT EFFICIENCY

The author of the article describes the basic indexes of estimation the project efficiency: net present value, profitability index, payback period and internal rate of return. The author proves the necessity of perfection the methods of risk account at

estimation of investment project efficiency. In the given article the analysis of risk account methods at estimation the efficiency of investment project is carried out and recommendations about their use are given.

Net present value, profitability index, payback period, internal rate of return, risk premium.

В отечественной и зарубежной практике оценка эффективности инвестиционного проекта осуществляется с помощью анализа ряда показателей: чистый дисконтированный доход, индекс рентабельности, срок окупаемости и внутренняя норма доходности.

Чистый дисконтированный доход – это разница между всеми доходами и всеми затратами по проекту в течение всего срока его реализации, приведенное к определенному моменту времени. Чистый дисконтированный доход определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (1)$$

где NPV – чистый дисконтированный доход; B_t – доходы по проекту; C_t – затраты по проекту; T – период осуществления проекта; r – норма доходности по проекту; CF_t – денежный поток.

Денежный поток инвестиционного проекта – это зависимость от времени денежных поступлений и платежей при реализации порождающего его проекта, определяемая для всего расчетного периода [1]. Денежный поток – это разница между притоками и оттоками денежных средств от всех трех видов деятельности по проекту (инвестиционной, операционной и финансовой) на каждом этапе расчета. Притоки включают в себя доходы от реализации имущества и нематериальных активов за вычетом налогов. Оттоки – это вложения в основные фонды, ликвидационные затраты, отвлечение средств на банковские вклады или на депозиты, ценные бумаги.

Если $NPV > 0$, то проект принимается к осуществлению. Если $NPV < 0$, то от проекта следует отказаться. Равенство $NPV = 0$ говорит о том, что проект ни прибыльный, ни убыточный.

Большинство российских ученых считают показатель чистого дисконтированного дохода одним из основных критериев оценки инвестиционного проекта. Чистый дисконтированный доход имеет ряд преимуществ перед другими критериями:

- прост в определении (состоит в сопоставлении дисконтированных потоков и оттоков);
- аддитивен, то есть его значения могут быть суммированы по нескольким проектам;
- дает представление о величине превышения результатов над затратами, то есть о дисконтированном доходе;
- свидетельствует об эффективности проекта;
- является источником информации, а в определенном состоянии (при равенстве нулю) и условием существования для других критериев эффективности [2, с.29].

Однако, несмотря на все преимущества чистого дисконтированного дохода как критерия оценки эффективности, существуют мнения о целесообразности применения иных показателей, ввиду наличия некоторых недостатков у данного показателя:

- невозможность сравнения проектов с одинаковыми значениями показателя чистого дисконтированного дохода, но разной капиталоемкостью;
- отсутствие сравнительного учета затрат (в том числе исходных): два различных проекта с одинаковым чистым дисконтированным доходом признаются равнопривлекательными, даже в случае, когда один из них требует затрат в несколько раз меньше, чем другой;
- чистый дисконтированный доход не дает информации о так называемом «резерве безопасности». «Резерв безопасности» показывает, какова опасность того, что проект окажется убыточным в случае ошибки в прогнозе денежного потока или ставки дисконта.

Индекс рентабельности показывает, какая отдача будет получена от вложенной в проект суммы на одну денежную единицу в течение периода реализации проекта:

$$PI = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \cdot IC \quad (2)$$

или

$$PI = \frac{NPV}{IC}, \quad (3)$$

где PI – индекс рентабельности; IC – вложенные в проект затраты, капитальные вложения.

Если:

$PI > 1$, то проект следует принять;

$PI < 1$, то от проекта следует отказаться;

$PI = 1$, то проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Этот показатель отличается от других методов оценки эффективности проектов тем, что:

- является относительным показателем. Как следствие, он обладает рядом преимуществ по сравнению с показателем чистого приведенного дохода. Так, размер оцениваемого инвестиционного проекта не влияет на эффективность, что позволяет использовать его в процессе сравнительной оценки эффективности инвестиционных проектов, различающихся по своим размерам, то есть проекты можно ранжировать по величине PI ;

- характеризует уровень доходности на единицу капитальных вложений;

- представляет собой некую меру устойчивости как самого инвестиционного проекта, так и предприятия, которое его реализует.

Срок окупаемости показывает, в течение какого времени окупаются вложенные в проект денежные средства с учетом изменения стоимости денег во времени. Срок окупаемости рассчитывается по формуле:

$$PP = \frac{1}{PI} = IC : \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}, \quad (4)$$

где PP – срок окупаемости.

При оценке инвестиционных проектов показатель срока окупаемости может быть использован в двух вариантах:

- проект принимается, если окупаемость имеет место;

- проект принимается только в том случае, если срок окупаемости не превышает некоторого лимита, установленного предприятием.

Показатель срока окупаемости инвестиций довольно прост в расчетах, однако вместе с тем он имеет ряд недостатков, которые необходимо учитывать в анализе:

- он не учитывает влияние доходов последних периодов. В результате, по данному критерию выбор может быть сделан вопреки здравому смыслу;

- срок окупаемости не существует (его невозможно вычислить) для инвестиционных проектов, у которых все значения приростов чистых выгод положительны.

Внутренняя норма доходности инвестиционного проекта показывает ту норму доходности (r), при которой приведенные затраты по проекту равны сумме приведенных поступлений от этого проекта, то есть чистый дисконтированный доход от проекта равен нулю. Внутренняя норма доходности показывает тот минимальный уровень нормы доходности, при котором целесообразно вкладывать средства в данный проект.

Рассчитать внутреннюю норму доходности можно с помощью следующего выражения методом цепной подстановки:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} = 0, \quad (5)$$

где IRR – внутренняя норма доходности (в данном случае, IRR – это решение уравнения (5)).

Экономический смысл показателя внутренней нормы доходности заключается в следующем: предприятие может реализовывать любые инвестиционные проекты, уровень рентабельности которых не ниже текущего значения показателя «цена капитала» (CC). При этом, если:

$IRR > CC$, то проект следует принять;

$IRR < CC$, то следует отказаться от проекта;

$IRR = CC$, то проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Внутренняя норма доходности и чистый дисконтированный доход уже долгое время являются наиболее распространенными методами оценки эффективности инвестиционных проектов.

В большинстве случаев все расчеты проводятся для некоторого базисного варианта инвестиционного проекта, который считается разработчиками наиболее правдоподобным. Таким образом, делается предположение о полной определенности, то есть о наличии всей информации о наборе параметров проекта. В этом случае денежные потоки проекта считаются заранее известными и, как следствие, строится только одна модель движения денежных потоков. Предпосылка о наличии всей необходимой информации приводит к значительному упрощению действительности, так как в реальной экономике подобные ситуации возникают крайне редко.

Неопределенность приводит к тому, что набор параметров и денежные потоки инвестиционного проекта заранее неизвестны и могут принимать различные значения, то есть у проекта появляются несколько возможных сценариев реализации [3, с.27]. В связи с этим возникла необходимость учета неопределенности и рисков при оценке эффективности инвестиционного проекта.

Рассмотрим методы учета неопределенности и риска при оценке инвестиционного проекта, предложенные российскими учеными в последние годы.

Г.Ф. Графова и С.А. Шахматова в своих научных трудах считают, что при оценке эффективности инвестиционного проекта необходимо учитывать «поправку на риск». Они утверждают, что учет поправок на различные виды рисков представляется недостаточно изученным и требует соответствующего теоретического обоснования и сбора большого массива исходных данных для практических расчетов. По мнению Г.Ф. Графовой и С.А. Шахматовой, для формирования достаточно объективной величины поправки на риск следует исходить из следующих принципиальных положений:

- безрисковая норма дисконта может быть использована в расчетах эффективности только при стопроцентной устойчивости инвестиционного проекта;
- чем меньше уровень устойчивости инвестиционного проекта, тем выше уровень поправки на риск.

Г.Ф. Графова и С.А. Шахматова предлагают оценивать устойчивость инвестиционных проектов по следующей расчетной формуле:

$$Y = \frac{E_B - E_H}{E_B}, \quad (6)$$

где Y – устойчивость инвестиционного проекта, отн. ед.; E_B – безрисковая норма дисконта или нижний уровень нормы дисконта, отн. ед.; E_H – внутренняя норма доходности, отн. ед.

Внутренняя норма доходности представляет верхний предел нормы дисконта. Экономический смысл E_B заключается в следующем: если весь проект осуществляется только за счет заемных средств, то величина E_B равна максимальному проценту, под который можно взять кредит, с тем чтобы иметь возможность расплатиться за него из доходов, полученных при реализации проекта за период от начала его осуществления до момента ликвидации объекта. Следовательно, превышение уровня нормы дисконта (E_H) над уровнем внутренней нормы доходности (E_B) свидетельствует о неприемлемости условий инвестора по норме до-

хода на капитал. По мнению ученых, отсюда следует, что величина поправки на риск может быть сформирована в следующем виде:

$$\Delta E_H = (1 - Y)E_H = \left(1 - \frac{E_B - E_H}{E_B}\right)E_H. \quad (7)$$

Соответственно уровень нормы дисконта с учетом поправки на риск (в отн. ед.) равен:

$$E = E_H + \Delta E_H = E_H + (1 - Y)E_H = (2 - Y)E_H. \quad (8)$$

Из данной формулы видно, что при стопроцентной устойчивости проекта (когда $Y = 1$) величина нормы дисконта будет соответствовать безрисковой ставке нормы дисконта (E_H).

Если же уровень устойчивости инвестиционного проекта будет близок к нулевому значению, величина нормы дисконта будет приближаться к уровню $2E_H$, т.е. двойной величине безрисковой ставки нормы дисконта [4, с.38].

Преподаватель Мордовского государственного университета имени Н.П. Огарева Лариса Челмакина предлагает несколько иной метод учета неопределенности и риска при оценке эффективности инвестиционного проекта. Она полагает, что основной характеристикой инвестиционного проекта является коэффициент дисконтирования, поэтому учет риска нужно осуществлять с поправкой этого параметра. Л. Челмакина подчеркивает, что чем больше величина дисконта, тем меньше стоимость будущих поступлений денежных средств, т.е. эта поправка может оказать решающее воздействие на прибыльность проекта. Если при прогнозировании денежных потоков появляется неопределенность (что часто бывает на практике), ценность проектов для инвесторов, как правило, уменьшается по сравнению с прогнозируемыми денежными потоками, и поэтому инвестиционные проекты с большим риском имеют повышенную дисконтную ставку. Вследствие этого, Л. Челмакина предлагает при расчете коэффициента дисконтирования добавлять «рисковую премию». Л. Челмакина представила следующую формулу расчета чистого дисконтированного дохода, которая учитывает не только «рисковую премию», но и структуру капитала:

$$NPV = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+r_1)^t} + \sum_{t=0}^N \frac{F_t}{(1+r_2)^t}, \quad (9)$$

$$r_1 = (1-d)e_k + k, \quad (10)$$

$$r_2 = (1-s)e_t, \quad (11)$$

где NPV – чистый дисконтированный доход; C_t – операционные и инвестиционные денежные потоки периода t ; F_t – финансовые денежные потоки периода t ; r_1 – коэффициент дисконтирования собственных средств; r_2 – коэффициент дисконтирования заемных средств; d – доля заемных средств в общей сумме капитала; s – соответствующая ставка налога на прибыль, доля %; e_k – стоимость собственного капитала, доля %; e_t – стоимость заемного капитала, доля %; k – премия за риск [5, с.75].

Совершенно иной метод учета риска при оценке эффективности инвестиционного проекта представил кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление» Хакасского технического института Константин Батенин. Он полагает, что при добавлении к безрисковой ставке чистого дисконтированного дохода премии за риск не учитывается тот факт, что данный способ может привести к большей погрешности в случае, когда для финансирования проекта используются заемные средства. Для принятия оптимального решения при планировании инвестиций необходимо использовать подход, основанный на правиле: чем больше риск проекта, тем больше должна быть его эффективность. Для правильного учета риска при использовании этого подхода, по мнению К. Батенина, необходимо исходить из того, что «цена» риска, выраженная суммой, на которую уменьшается чистый дисконтированный доход (ЧДД) проекта при привлечении заемных средств для его финансирования, не должна быть меньше той, которая получается при финансировании проекта только за счет собственных средств. С учетом это-

го К. Батенин предложил следующий порядок расчета ЧДД для проекта, содержащего риск и финансируемого с привлечением заемных средств.

Сначала определяются исходная ставка дисконта и ставка с учетом риска. Затем определяются ЧДД проекта при той и другой ставках и разность между ними при условии финансирования проекта полностью за счет собственных средств. Эта разность является «ценой» риска, которая должна сохраняться при любых условиях финансирования проекта. Поэтому далее определяется ЧДД проекта при исходной ставке с учетом заемных средств, и эта величина ЧДД уменьшается на «цену» риска. В результате и получается ЧДД проекта, предусматривающего использование заемных средств, с учетом риска [6, с.80].

Составим итоговую таблицу для сравнения представленных выше методов учета неопределенности и риска при оценке эффективности инвестиционного проекта.

Итоговая сравнительная таблица методов учета неопределенности и риска при оценке эффективности инвестиционного проекта

Автор метода	Показатель	Плюсы метода	Минусы метода
Г.Ф. Графова, С.А. Шахматова	Поправка на риск	Метод прост в расчетах	Метод не учитывает структуру капитала
Лариса Челмакина	«Рисковая» премия	Метод учитывает структуру капитала	Данный метод может привести к большой погрешности в случае, когда для финансирования проекта используются заемные средства
Константин Батенин	«Цена» риска	Метод уменьшает погрешность вычисления премии за риск в случае, когда для финансирования проекта используются заемные средства	

При оценке эффективности инвестиционного проекта с учетом риска можно использовать любой из рассмотренных методов, но, на наш взгляд, наиболее удачным является метод Константина Батенина. Это объясняется тем, что при финансировании проекта, хотя бы частично, за счет заемных средств увеличение ставки дисконта на «премию за риск» может дать большую погрешность. А так как львиная доля проектов финансируется именно за счет заемных средств, то практичнее всего использовать метод Константина Батенина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. (Вторая редакция). М.: Экономика, 2000. 421 с.
2. Оценка экономической эффективности инвестиций на основе одного критерия / А.Ф. Гойко, В.А. Михельс, И.В. Вахович и др. // Экономика строительства. 2006. № 2. С. 28-36.
3. Облакова А.В. Оценка эффективности и анализ рисков инвестиционных проектов / А.В. Облакова, С.В. Степанов // Финансовый бизнес. 2007. № 2. С. 27-35.
4. Графова Г.Ф. Формирование нормы дисконта при оценке эффективности инноваций / Г.Ф. Графова, С.А. Шахматова // Аудитор. 2007. № 10. С. 34-39.
5. Челмакина Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов / Л. Челмакина // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 9. С. 69-75.
6. Батенин К. Учет риска при оценке эффективности инвестиционных проектов / К. Батенин // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 9. С. 76-82.

Иванова Татьяна Александровна –
аспирант кафедры
«Экономика и управление в строительстве»
Саратовского государственного
технического университета

Ivanova Tatiyana Aleksandrovna –
Postgraduate Student of the Department
of «Economics and Management
in Building Industry»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 23.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 658.3:331.1

Н.В. Казакова, Ю.А. Дубровина

ИННОВАЦИОННЫЙ РЕИНЖИНИРИНГ В УСЛОВИЯХ НЕСТАБИЛЬНОСТИ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Проанализированы проблемы осуществления инновационного реинжиниринга и обоснована необходимость внедрения соответствующих управленческих систем. Приведены показатели, демонстрирующие нарастание кризисных явлений и процессов, происходящих в российской экономике, что обостряет актуальность поставленной задачи - адаптации предприятий к постоянно изменяющимся условиям внешней среды.

Конкурентоспособность, реинжиниринг бизнес-процессов, реструктуризация бизнес-процессов.

N.V. Kazakova, Yu.A. Dubrovina

INNOVATIVE REENGINEERING IN THE CONDITIONS OF RUSSIAN ECONOMY INSTABILITY

The realization of innovative reengineering and its problems have been analyzed in this article. At the same time the author substantiated claims that are necessary to introduce for management systems. The indexes demonstrate the increase of Russian economy crisis. This deepens a top of mission which is to adapt organizations for inconstant conditions of economic environment.

Competitiveness, reengineering business processes, re-structuring of business processes.

Ни для кого не секрет, что потребности любых клиентов подвержены существенным изменениям. Это уже никого не удивляет. И, как следствие, быстрая реакция предприятий и организаций на эти изменения должна быть моментальной и незамедлительной. Стремясь выжить в конкурентной среде, компании вынуждены прикладывать все больше усилий для управления этими изменениями на сегодняшний день. Им необходима смена базовых принципов собственной организации.

Что же побуждает организации вновь и вновь бросаться в неизведанное, полное риска будущее? Главное составляет то, что потребности людей в любом товаре (услуге) из года в

год растут опережающими темпами. Организациям приходится прибегать к новым инновационным возможностям, чтобы удовлетворить новые потребности людей.

Вспомним, как изменилась ситуация в восьмидесятые годы XX века. Ведь произошедшие изменения коснулись как внешней, так и внутренней среды самих предприятий. Разделению труда подверглись не только производственные, но и административные и управленческие функции. Несмотря на то, что при такой организации каждая из функций может быть эффективной, предприятие в целом может быть неэффективным, так как задержки и проблемы, возникающие на одном из участков, перемещаются по технологической цепочке на последующие участки производственного процесса.

Настало время переосмысления, радикальной перестройки организаций для исключения ненужной работы и сокращения издержек. Изменения в стратегии, производственных процессах, структуре и культуре могут осуществляться постепенно, в виде мелких шагов, или же радикально, в виде крупных скачкообразных этапов. В связи с этим могут использоваться эволюционная и революционная модели организационных изменений.

В эволюционной модели или модели организационного развития, получившей наиболее яркое выражение в японской модели управления «кайзен» (в переводе «медленная, непрекращающаяся оптимизация»), акцент делается на необходимости постоянной эволюционной адаптации и оптимизации бизнес-процессов.

Для того чтобы организовать свою деятельность кардинально по-новому и более оптимальным образом, компании прибегают к использованию реинжиниринга. М. Хаммер, автор термина «реинжиниринг», рассматривает его появление как революцию в бизнесе, которая знаменует отход от базовых принципов построения предприятий, предложенных 200 лет назад А. Смитом, и превращает конструирование бизнеса в инженерную и инновационную деятельность. В первую очередь, вероятность такой революции определена новейшими достижениями в сфере информационных технологий, специалисты которой начинают играть ведущую роль в конструировании бизнеса.

Цель инновационного реинжиниринга бизнес-процессов проста: существенно сократить издержки, создать базу для расширения бизнеса, перейти на новый, качественно лучший технологический уровень и обеспечить готовность к внедрению автоматизированных систем управления. В конечном итоге на предприятии произойдут коренные изменения, позволяющие сделать его более эффективным и более приспособленным к выживанию в условиях быстроменяющейся внешней среды.

Рынок постоянно обновляется. И люди, и общественные системы, и организации должны постоянно подстраиваться к его изменениям, чтобы выжить в его среде. Следует учесть один немаловажный факт. Для любых изменений есть свое время и свое место. Нельзя реформировать систему, пока она не созрела для этого, не исчерпала потенциал развития. Но нельзя реформировать организацию без конца. Нужно на время умерять инновационный пыл, дать реформированной организации реализовать заложенный в нее потенциал. Нельзя реформировать всю структуру организации одновременно, иначе она потеряет свою стабильность, а результаты инноваций взаимно перекрещиваются и смазываются. После завершения реинжиниринга необходим период адаптации новых процессов, приобретение связанных с ними знаний и опыта. Для описания потребности компании в постоянном совершенствовании, когда революционные изменения сменяются периодами их эволюционной адаптации, используется понятие «турбулентная среда».

В современном деловом мире потребители имеют очень большой ассортимент товаров и услуг. Но наряду с этим ассортиментом в последнее время все больший сегмент на рынке занимают новые технологии, которые потребители вправе выбрать. В результате производитель вынужден непрерывно приспосабливаться как к новым технологиям, так и к постоянно меняющимся запросам своих клиентов. Поэтому в практику повседневной жизни компаний входит нарастающими темпами изменение бизнес-процессов для максимального

удовлетворения потребностей клиентов. Одной из таких концепций, позволяющих наилучшим образом согласовывать постоянно изменяющиеся интересы потребителей и производителей, является реинжиниринг.

В деятельности любой компании всегда присутствует вероятность наступления кризисной ситуации. Характерной особенностью рыночной экономики является то, что эти ситуации могут возникать во всех процессах производственной деятельности. Очень сложно заранее определить, станет ли попытка внедрить инновационный процессный подход удачной или же с треском провалится. Это зависит от многих факторов.

С экономической точки зрения кризисы различаются по тому, в каких областях они представляют опасность для достижения целей фирмы. Кризис ликвидности означает реальную потерю платежеспособности и угрозу банкротства. Кризис успеха характеризуется явно негативным отклонением фактического состояния от запланированного, например, по показателям продаж, прибыли и т.п. Менее заметным, но очень важным является стратегический кризис, когда негативные изменения в положении предприятия только намечаются вследствие исчерпания потенциала существующей хозяйственной стратегии. В этом случае необходимо изменение ее либо принятие новой.

Развивающийся сегодня глобальный кризис, наступивший в 2008 г. как финансовый и переросший в экономический, охватил большинство стран мира, включая и Россию. Он зародился как стратегический, когда деформации в развитии реального и финансового секторов мировой экономики постепенно становились все более явными и перелив капитала с реальных на финансовые рынки, отличающиеся более высокой и быстрой доходностью, приводил к раздуванию гигантского «финансового пузыря». Когда негативные отклонения стали необратимыми, стратегический кризис быстро, в течение менее чем полутора лет, перерос в более глубокий и серьезный кризис успеха для практически всех субъектов хозяйственной деятельности, а для многих банков, промышленных компаний, а иногда и целых стран – в кризис ликвидности. Основные экономические и социальные показатели развития Российской Федерации в 2008 – январе 2009 гг. подтверждают эту печальную ситуацию (см. таблицу).

Основные экономические и социальные показатели развития
Российской Федерации в 2008 – январе 2009 гг.

	Январь 2009 г.	В % к	
		январю 2008 г.	декабрю 2008 г.
Валовой внутренний продукт, млрд руб.	41540,4	105,6	
Индекс выпуска товаров и услуг по базовым видам экономической деятельности		87,5	72,8
Индекс промышленного производства		84,0	80,1
Продукция сельского хозяйства, млрд руб.	71,4	102,6	84,2
Грузооборот транспорта, млрд т-км	360,2	85,3	92,5
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	354,5	84,5	27,8
Индекс потребительских цен		113,4	102,4
Реальные располагаемые денежные доходы		93,3	54,3
Общая численность безработных, млн человек	6,1	123,1	105,2

Источник: Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_01/IssWWW.exe/Stg/d01/1-00.htm

Кризисные ситуации не меняют сущности предприятия как производителя прибыли, они могут быть сглажены с помощью оперативных мероприятий, инновационных раз-

работок. И важнейшим направлением преодоления влияния указанных факторов и повышения устойчивого функционирования компании на рынке является инновационный реинжиниринг.

Основной упор при рассмотрении причин кризисной ситуации, структуры компании необходимо делать на изменение не функций данной компании, а процессов, которые в ней протекают. Многие руководители считают, что реинжиниринг – это своеобразная реорганизация компании. Но это не так. Реинжиниринг имеет дело именно с процессами, протекающими в компании.

Функционирование всех хозяйствующих субъектов происходит в условиях нестабильности российской экономики, где постоянно происходит изменение окружающей среды. Поэтому использование реинжиниринга в изменении процессов компании должно не иметь характер разового мероприятия, а представлять собой перманентный процесс. И как следствие, стабильность положения предприятия будет зависеть от умения руководства адаптировать процессы своей деятельности к изменяющимся внешним условиям в процессе реинжиниринга.

М. Хаммер, основатель метода реинжиниринга бизнес-процессов, выделил несколько принципиальных положений реинжиниринга:

- перестройка бизнес-процессов должна осуществляться с «чистого листа», без учета предыдущего опыта;
- для реинжиниринга требуется значительный объем инноваций;
- радикальные изменения осуществляются на основе применения современных информационных технологий.

Заложенная в подходе к реинжинирингу бизнес-процессов «с чистого листа» идея спроектировать совершенно новый процесс, освобожденный от стереотипов, определяющих его сегодняшнюю форму, кажется весьма привлекательной, однако ее потенциал редко используется на практике. Одна из причин этого в том, что людям и группам необыкновенно трудно дается творческое мышление.

Проведение проектов по реинжинирингу бизнес-процессов должно быть экономически оправдано. Преимущества новых процессов имеют смысл только тогда, когда затраты не превышают выплат. Поэтому баланс между технической и экономической целесообразностью имеет решающее значение в реинжиниринге бизнес-процессов.

Реинжиниринг всех бизнес-процессов может стать настоящим испытанием для персонала компании. Чтобы не допустить возможности возникновения данной ситуации, необходимо поставить задачу, определить в каждом подразделении компании процессы, требующие реформирования. Очевидно, что такой уровень охвата и детализации, скорее всего, не приведет к желаемому результату. Поэтому нужно выделять не сотни единичных внутрифункциональных процессов, а главные процессы.

Время всесторонних перемен в экономической среде заставляет компании корректировать свою внутреннюю политику, технологический процесс, информационную инфраструктуру, взаимодействия между подразделениями. И часто руководство идет по самому легкому пути – начинает наводить порядок на тех участках, где появились наиболее острые проблемы. Но легкий путь не всегда правильный. Такую сложную систему, какой является современная организация, необходимо изменять как целостный организм, состоящий из связанных между собой частей. В данной ситуации реинжиниринг позволяет учитывать множество важных факторов при изменениях в производственной деятельности любой компании, поскольку дает возможность создавать или модифицировать до нужного уровня информационную инфраструктуру, тесно связанную с производственными процессами.

Проведение реинжиниринга целесообразно только в тех случаях, когда требуется достичь резкого скачка улучшения показателей функционирования компании.

Когда речь идет о реинжиниринге именно инновационных процессов или перепроектировании архитектуры инновационной деятельности организации, важно обеспечить поэтапное выполнение трех основных задач:

1) упорядочение индивидуальных инновационных процессов для достижения первых результатов. Здесь нужно добиться реорганизации и рационализации работ в рамках инновационного процесса;

2) достижение полной согласованности индивидуальных инновационных процессов;

3) формирование инновационных петель обучения (навыков, способностей, знаний). По петлям обучения важная информация и знания непрерывно циркулируют между инновационными процессами и системами, обеспечивая им возможность быстро реагировать на изменения ситуации.

В процессе осуществления этих задач можно выделить следующие этапы процесса реинжиниринга бизнес-процессов:

1. Анализ существующей структуры организации. На первом этапе руководство компании должно проанализировать существующую структуру компании, составить модель функционирования ее в настоящий момент, выделить преимущества и недостатки данной структуры. Для этого обычно проводится мозговой штурм с участием руководства и ведущих специалистов организации.

2. Разработка структуры будущей организации. На этом этапе строится картина того, как следует развивать бизнес, чтобы достичь стратегических целей, повысить конкурентные преимущества данной компании на рынке, устойчивость ее функционирования, производительность труда, а также адаптировать ее к изменяющимся условиям рынка. С определением стратегических целей организации тесно связано формирование миссии. Определение миссии важно с точки зрения дальнейшего рассмотрения ключевых бизнес-процессов и ключевых факторов успеха. Миссия должна быть понятной, передаваемой людям, вызывающей доверие, пригодной к использованию. Некоторые люди считают, что компании могут излечить свои недуги путем изменения корпоративных стратегий. Они должны продать одно отделение и купить другое, сменить свои рынки, войти в иной бизнес. Они должны жонглировать активами или реструктурироваться через механизм выкупа компаний в кредит. Но такой образ мышления отвлекает компании от проведения базовых изменений в их реальной работе. Это также объясняет глубокое презрение к повседневным деловым операциям. Компании представляют собой не «портфели активов», а людей, работающих вместе для того, чтобы изобретать, производить, продавать товары и обеспечивать послепродажное обслуживание. Если фирмы не преуспевают в том бизнесе, которым занимаются, это происходит потому, что их сотрудники не изобретают, не производят, не продают и не оказывают послепродажное обслуживание на данном уровне. Для высших менеджеров играть роль финансовых магнатов, может быть, куда занимательней, чем пачкать руки о земные подробности деловых операций, однако финансовые операции не являются более важными, чем остальные.

3. Разработка нового бизнеса. Разрабатываются модели новых и измененных процессов наряду с информационной системой, поддерживающей их.

4. Внедрение нового бизнеса. И наконец, новый проект организации бизнеса внедряется в действие. Как только разработаны новые процессы, наступает пора их внедрения в компанию. Это самый ответственный момент, потому что параллельно с этим внедрением необходимо поддерживать работу уже существующих процессов. Окружение не должно заметить, что процессы протекают не так, как оно ожидает.

Есть два основных подхода к реинжинирингу. Первый – это «совершенствование бизнес-процессов», а второй – «перепроектирование и реинжиниринг бизнес-процессов». Термины «реинжиниринг» и «перепроектирование» используются как взаимозаменяемые.

С помощью реинжиниринга меняются методы работы. Его появление связано главным образом с тем, что традиционно предприятия были структурированы по вертикальной схеме, по функциям (НИОКР, финансовый отдел, коммерческая служба и т.д.), и работники оказывались замкнутыми в подразделениях, их действия были ограничены этими рамками. Метод реинжиниринга нацелен на повышение конкурентоспособности предприятия за счет реорганизации производственных процессов, ориентируя их на потребности клиентов. Идеальным решением по данной схеме является формирование такого комплекса производственных процессов, когда для каждого из них можно выделить начало и конец, а также входящие и исходящие элементы. Однако считают, что реинжиниринг – чересчур механистический прием, не принимающий в расчет человеческий фактор. Недостаточностью учета его роли в ходе преобразований объясняется высокая степень неудач. Кроме того, реинжиниринг является, скорее, инструментом из тактического арсенала, а масштабы необходимых изменений обязательно требуют стратегического подхода.

В результате реинжиниринга происходит переход от функциональных подразделений к автономным междисциплинарным рабочим группам, а сама деятельность становится многоплановой, требуя от персонала инициативы и способности принимать самостоятельные решения. Сокращается работа, выполняемая рядовыми менеджерами, меняется её характер (от контролирующей к тренерской) и, как следствие, уменьшается число менеджеров, а структура предприятий становится более «плоской».

Исследуя категорию «реинжиниринг», нельзя сравнивать его с одной из таких категорий как «реструктуризация». Реструктуризация – это процесс комплексного изменения методов функционирования бизнеса и его реформирования, осуществляемый в рамках компании. Под реструктуризацией подразумевается совокупность мероприятий по комплексному приведению условий функционирования компании в соответствие с изменяющимися условиями рынка и выработанной стратегией ее развития (совершенствование структуры, преодоление отставания в технико-технологических аспектах ее деятельности, повышение эффективности производства и т.д.). Реструктуризация может осуществляться на основе бизнес-плана, инвестиционного или инновационного проекта.

Реинжиниринг, так же как и реструктуризация, является реакцией на внешнее давление среды. В отличие от реструктуризации в основе реинжиниринга лежат необходимость кардинальных преобразований внутренней структуры управления и преодоление системных противоречий в организации деятельности компании. Таким образом, задача реинжиниринга состоит в создании такой структуры бизнеса, которая сможет взаимодействовать с происходящими изменениями в рыночной среде, в то время как задача реструктуризации – согласование требований рынка и структуры бизнеса компании, т.е. формирование модели, отвечающей требованиям конкретного рынка. В реинжиниринге важным является то, как мы хотим организовать работу именно сегодня с учетом спроса на сегодняшнем рынке и возможностей сегодняшних технологий, как люди и компании действовали вчера – для реинжиниринга бизнеса не имеет значения.

При реструктуризации и реинжиниринге происходит смена действующей функционирующей структуры компании на новую. Однако эти процессы имеют разные цели, задачи и методы реализации принятых решений. И основным отличием реинжиниринга от реструктуризации являются методы проводимых преобразований. Реструктуризация предусматривает изменение структуры компании по этапам, т.е. разработчик сначала изучает проблемы и его действия направлены на их устранение. А реинжиниринг – это такие изменения, вследствие которых компания приобретает процессно-ориентированную структуру бизнеса, т.е. разработчик исследует возможности, а его действия ориентированы на их реализацию.

Такие понятия, как «реинжиниринг» и «реструктуризация», хотя и являются важными мероприятиями при выживании компании в рыночной среде, нельзя сравнивать и отождествлять. Применение каждого из них характеризуется особенностями и возможностями хозяй-

ствующего субъекта. В современной рыночной ситуации реструктуризацию компаний, как правило, связывают с приведением их организационной и производственной структур в соответствие с объемами продукции, на которую имеется платежеспособный спрос, что позволит рационализировать и оптимизировать соотношение между затратами и доходами, обеспечит конкурентоспособность выпускаемой ими продукции и инновационную и инвестиционную деятельность. Исходя из этого можно заключить, что реструктуризация на всех уровнях организации производственно-хозяйственной деятельности обусловливается необходимостью адаптации внутренней среды предприятия к качественно изменившимся условиям внешней среды его жизнедеятельности.

Три «К» – клиенты, конкуренция и коренные изменения – создали новый мир для бизнеса, и теперь все более очевидно, что организации, спроектированные для функционирования в одной среде, не могут быть использованы для успешной работы в другой. Компании, созданные для процветания в условиях массового производства, стабильности и общего экономического роста, не могут быть приспособлены для преуспевания в мире, где клиенты, конкуренция и коренные изменения требуют гибкости и быстрой реакции.

Реинжиниринг – довольно сложный процесс. Перед его проведением руководству компании необходимо понять, к каким последствиям он приведет, тщательно подойти к вопросу его проведения в конкретной компании, а затем уже осуществлять реформирование бизнес-процессов на профессиональном уровне.

Компаниям пора перестать выстраивать для себя стереотип функционирования. Необходимо уничтожить его и начать все заново. Просто компаниям надо набраться смелости и начать действовать. Для многих реинжиниринг – это единственная надежда порвать с устаревшими процессами, которые тянут их на дно, и выжить в период глобального кризиса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Реинжиниринг бизнес-процессов / Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. М.: ЭКСМО, 2005. 592 с.
2. Боровков П. Инжиниринг и реинжиниринг. Средства описания бизнес-процессов / П. Боровков // Справочник экономиста. 2007. № 10. С. 45-50.
3. Лианский М.Е. Реинжиниринг бизнес-процессов для эффективной адаптации предприятий к изменениям внешней среды / М.Е. Лианский // Инновации. 2006. № 5. С. 87-89.
4. Фирсов М. Реинжиниринг бизнес-процессов как метод управления бизнесом / М. Фирсов // Проблемы теории и практики управления. 2005. № 2. С. 100-104.
5. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт http://www.gks.ru/bgd/regl/b09_01/IssWWW.exe/Stg/d01/1-00.htm.

Казакова Нина Васильевна – профессор кафедры «Экономика и управление в строительстве» Саратовского государственного технического университета

Kazakova Nina Vasiliyevna – Professor of the Department of «Economy and Management in Building Industry» of Saratov State Technical University

Дубровина Юлия Александровна – аспирант кафедры «Экономика и управление в строительстве» Саратовского государственного технического университета

Dubrovina Yuliya Aleksandrovna – Postgraduate Student of the Department of «Economy and Management in Building Industry» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 25.11.09, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 330.13; 658.011.46; 658.152.011.44

А.В. Куницын

**ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
АНТИКРИЗИСНЫХ МЕР**

Рассмотрены основные меры Правительства РФ по преодолению последствий мирового финансового кризиса. Анализируется влияние этих последствий на изменения в оценке эффективности инвестиционных проектов. Предлагается ряд мероприятий, которые могли бы позволить изменить сложившуюся ситуацию. Рассматривается возможность повышения эффективности оценки инвестиционных проектов за счет модифицирования методов его оценки.

Инвестиционный проект, эффективность, финансовый кризис, методы оценки, инвестиционные ресурсы.

A.V. Kunitsyn

**THE CHANGE OF INVESTMENT PROJECTS EFFICIENCY
UNDER THE INFLUENCE OF ANTI-RECESSIONARY MEASURES
IN THE RUSSIAN FEDERATION**

The article describes the main measures of the Russian Federation government to overcome the effects of global financial crisis. The influence of these effects on changes during the evaluation process of investment projects is analyzed. The number of activities that would be able to change the situation is offered. We also consider a possibility of improving the assessment's efficiency of investment projects by modifying assessment's methods.

Investment project, efficiency, financial crisis, estimation methods, invest.

В настоящее время руководство большинства промышленных предприятий осознало важность ведения инвестиционной деятельности, которая дает ряд неоспоримых преимуществ, необходимых для выживания в условиях рынка. Инвестиционная деятельность заключается не только в привлечении инвестиционных ресурсов, направляемых на развитие различных сфер деятельности предприятия, но и финансировании за счет имеющихся средств различных инвестиционных проектов. Инвестиционная деятельность занимает все более важное место при разработке долгосрочных стратегий развития фирм. В реальном секторе экономики инвестиционная деятельность, в большинстве случаев, находит свое выражение в реализации различных инвестиционных проектов. В современной экономической литературе встречается довольно большое количество определений инвестиционного проекта. К примеру, разработчики методических рекомендаций определяют инвестиционный проект как систему организационно-правовых и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления каких-либо действий или описывающих эти действия [1]. Согласно закону РФ, инвестиционный проект – обоснование экономической целесообразности, объема и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством РФ и утвержденными в

установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описание практических действий по осуществлению инвестиций (бизнес-план) [2].

В современной литературе понятие «инвестиционный проект» трактуется большинством ученых либо как инвестиционный процесс, т.е. деятельность, предполагающая осуществление комплекса мероприятий для достижения поставленной цели (получения определенного результата), либо как систему организационно-правовых и расчетно-финансовых документов, необходимых для осуществления каких-либо действий или описывающих эти действия – инвестиционный бизнес-план [3].

При принятии решения о реализации или отказе от реализации инвестиционного проекта решающую роль играет его эффективность.

Существует два основных подхода к определению эффективности. Согласно первому под эффективностью понимается отношение экономического эффекта к необходимым для его достижения затратам [4]. В соответствии с другой точкой зрения эффективность трактуется как соответствие проекта целям и интересам его участников [5].

Существуют два вида оценки эффективности инвестиционных проектов:

- 1) оценка эффективности инвестиционного проекта в целом;
- 2) оценка эффективности участия в проекте.

При оценке эффективности инвестиционного проекта в целом проводится анализ результатов его осуществления для одного-единственного участника, реализующего проект. При этом сначала оценивается общественная эффективность, а затем коммерческая. Коммерческую оценку инвестиционного проекта целесообразно проводить при наличии схемы и источников финансирования. Оценка эффективности участия в проекте проводится с учетом интересов каждого из субъектов, заинтересованных в реализации проекта. И соответственно проводится оценка эффективности с различных позиций:

- 1) оценка эффективности участия в проекте предприятий и акционеров;
- 2) оценка эффективности участия в проекте структур более высокого уровня;
- 3) оценка бюджетной эффективности инвестиционного проекта [6].

В настоящее время выделяют несколько видов эффективности инвестиционного проекта:

- социальная;
- бюджетная;
- коммерческая.

При определении эффективности инвестиционного проекта, реализация которого будет иметь общественное значение, первоочередное внимание уделяется определению общественной эффективности. В случаях признания общественной эффективности анализируемого инвестиционного проекта, далее производится его коммерческая оценка.

Этап оценки коммерческой эффективности инвестиционного проекта начинается с тщательного анализа возможностей финансовой реализации проекта в соответствии с разработанной схемой его финансирования. При удовлетворительных результатах далее проводится оценка коммерческой эффективности участия в проекте каждого из его участников. В зависимости от специфики анализируемого проекта рассчитываются и анализируются показатели бюджетной, региональной, отраслевой эффективности, а также эффективности участия в проекте различных предприятий и акционеров. Отметим, что эффективность участия в проекте кредиторов определяется процентом за предоставленный кредит.

При принятии решений об эффективности или неэффективности инвестиционного проекта необходимо опираться на известные традиционные показатели экономической эффективности финансовых вложений. Как правило, рассчитывается чистая текущая стоимость денежных потоков (NPV), дисконтированный срок окупаемости инвестиций (DBP), внутренняя норма рентабельности (IRR) и индекс доходности или прибыльности (IR). Все эти критерии эффективности инвестиционного проекта относятся к группе динамических методов

оценки, что позволяет применять их при оценке эффективности инвестиционных проектов, осуществляемых в реальном секторе экономики, и в частности, в сфере строительства, поскольку их применение позволяет учитывать фактор времени, влияние которого характерно для долгосрочных инвестиционных проектов. Иногда в этот список вносятся дополнительные показатели, позволяющие увеличить точность оценки эффективности инвестиционного проекта. К таким показателям можно отнести величину интегральной эффективности затрат, точку безубыточности, капиталоотдачи и др. [7].

В настоящее время в связи с финансовым кризисом заметно сократился уровень инвестиционно-строительной активности, что обуславливается, во-первых, недостатком свободных финансовых ресурсов, во-вторых, возросшим риском невозврата капитала и, в-третьих, увеличением доли портфельных инвестиций и другими факторами, которые повлияли и на оценку эффективности инвестиционных проектов.

В рамках антикризисных мер правительством были проведены мероприятия, которые по-разному повлияли на уровень инвестиционной активности:

- С целью сдерживания инфляции было проведено сокращение денежной массы. Это оказало негативное воздействие на объем денежных средств на рынке инвестиционного капитала, что в свою очередь повышает финансовые риски и соответственно минимально-приемлемый уровень доходности на инвестируемый капитал. Все это непосредственным образом отражается на оценке эффективности инвестиционных проектов, поскольку и сокращение инвестиционного капитала, и повышение нормы доходности на него, сказываются на применяемых показателях эффективности инвестиционных проектов.

- Мероприятия, направленные на увеличение обязательных резервов по потерям и ссудам, ужесточение требований к капиталу кредитных организаций и ряд других мероприятий, направленных на повышение ликвидности. Как и сокращение денежной массы, данные мероприятия провоцируют дефицит денежных средств, особенно инвестиционных средств, формируемых при помощи кредитной политики банков. Вследствие этого потенциальные инвесторы вынуждены увеличивать требуемую норму доходности на инвестируемый капитал, что в свою очередь также негативно влияет на изменение и других показателей эффективности.

- Стимулирование платежеспособного спроса посредством увеличения государственного заказа. В сфере строительства это приобретение жилья для отдельных социальных категорий граждан, применение программ субсидирования и льготного кредитования в рамках национального проекта «доступное жилье». В отличие от предыдущих мероприятий такие действия имеют положительные последствия, поскольку увеличение централизованного приобретения продукции оказывает косвенное воздействие на сокращение срока окупаемости инвестиционных проектов, осуществляемых строительными организациями, и на другие показатели эффективности.

- Девальвационная политика. Проведение данной политики повышает уровень финансовых рисков и издержек, что уменьшает показатели чистой доходности инвестиционных проектов, оказывает негативное воздействие на инвестиционную деятельность и способствует оттоку инвестиционных ресурсов из реального сектора в краткосрочные финансовые активы.

- Результатом проведения перечисленных выше мероприятий явился рост цен на сырье, материалы, оборудование, создавший предпосылки для инфляции издержек, что не могло не сказаться на эффективности инвестиционных проектов в реальном секторе экономики.

Перечисленные выше мероприятия оказали различное воздействие на расчет эффективности инвестиционных проектов. Проанализированные и обобщенные данные об этих изменениях представлены в следующей таблице.

Под воздействием антикризисных мер, проводимых правительством нашей страны, претерпели изменения основные показатели инвестиционной активности предприятий, и соответственно изменились критерии оценки осуществления инвестиционной деятельности. Основным упор при разработке антикризисных мер правительство делало на поддержание

финансовой системы, при этом реальный сектор экономики остался в стороне от государственной поддержки.

Влияние мер правительственного регулирования
на оценку эффективности инвестиционных проектов

Мера регулирования	Показатель эффективности	Элементы, повлиявшие на изменение	Итоговое изменение в оценке эффективности
Сокращение денежной массы	NPV, сокращение PBP, увеличение IRR, увеличение	Увеличение ставки дисконтирования ввиду роста риска и общего повышения ставок. Сокращение операционной деятельности	Снижается
Мероприятия по повышению ликвидности	NPV, сокращение PBP, увеличение IRR, увеличение	Сокращение предложения капитала	Снижается
Поддержание спроса со стороны государства	NPV, не сократился PBP, сокращение IRR, не увеличилась	Рост товарооборота, рост операционной деятельности	Повышается
Проведение девальвационной политики	NPV, сокращение PBP, увеличение IRR, увеличение	Сокращение предложения капитала на рынке, рост риска, и нормы доходности	Снижается
Рост стоимости сырья, материалов, оборудования, коммунальных платежей и других издержек	NPV, сокращение PBP, увеличение IRR, увеличение	Провоцируется инфляция издержек, увеличивается ставка дисконтирования	Снижается

Несмотря на то, что принятые меры оказали разнонаправленное воздействие на инвестиционную активность и оценку эффективности инвестиционных проектов, общий вектор изменений лежит в направлении снижения активности и повышения требований к эффективности инвестиционных вложений. В данных условиях необходимо максимально продуктивно использовать все имеющиеся рычаги воздействия на повышение эффективности инвестиционных ресурсов, привлекаемых и направляемых на развитие производственной сферы.

Мировой финансовый кризис оказал негативное влияние на развитие реального сектора экономики и привел к дефициту капитала, направляемого на реализацию инвестиционных проектов, повысил вероятность неблагоприятного исхода вложения инвестиций и к ряду других проблем, оказавших непосредственное влияние на оценку эффективности проектов.

Для выхода из сложившейся ситуации правительству нашей страны следовало бы оказать поддержку реальному сектору экономики, что в большей степени позволило бы решить возникшие проблемы, в том числе и сократить высокий уровень безработицы. Можно отметить следующие мероприятия, которые позволят изменить ситуацию, сложившуюся в сфере дефицита инвестиционных ресурсов и завышения требований к эффективности их использования:

1. Ввести запрет на размещение денежных средств, находящихся в распоряжении правительства и государственных корпораций на внешних рынках, и ориентировать их на потребности внутреннего рынка;

2. Внести изменения в политику ЦБ, направленную на ограничения банковской активности в сфере кредитования;

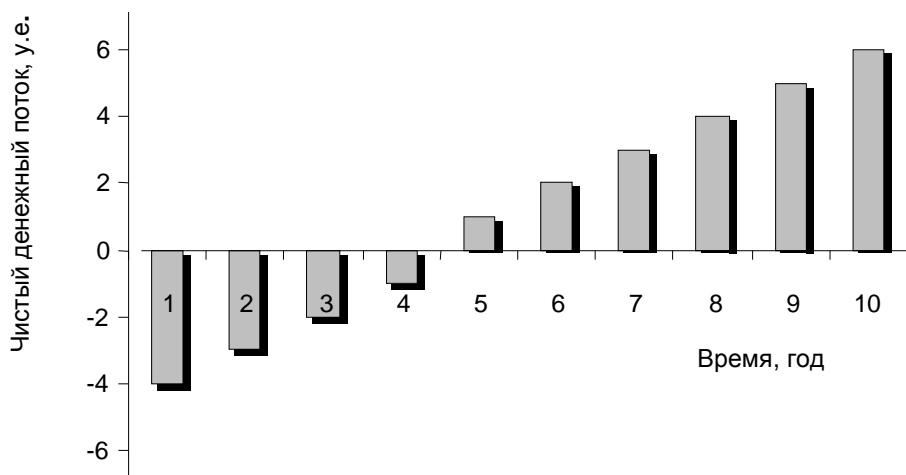
3. Осуществить разработку дефицитного бюджета;

4. Принять меры по стимулированию привлечения средств иностранных инвесторов, для покрытия внутренних потребностей в инвестиционных ресурсах;

5. Разработать мотивационные мероприятия по привлечению средств инвесторов в реальный сектор экономики (снижение налогового бремени).

Особое внимание в принимаемых мерах следует уделить политике, проводимой в отношении курса национальной валюты, поскольку в зависимости от девальвационной или же ревальвационной политики, проводимой в стране, существенно изменяются критерии и показатели оценки эффективности инвестиционных проектов. Так, при проведении в стране девальвационной политики, направленной на ослабление национальной валюты, для потенциальных инвесторов складывается ситуация, при которой вкладываемые ими средства в реализацию инвестиционных проектов обесцениваются не только за счет того, что поступления от реализации инвестиционного проекта имеют определенное временное удаление, но и в силу снижения покупательской способности денег, имеющего политическое происхождение. В таких условиях применение для оценки эффективности инвестиционных проектов, основанных на методике дисконтирования, которая, по мнению некоторых ученых, и без того не способствует развитию инвестиционной деятельности, не совсем корректно и ведет к изменению сопоставимости данных, получаемых в результате оценки эффективности инвестиционных проектов.

В сложившейся ситуации при привлечении инвестиционных ресурсов, необходимых для реализации инвестиционных проектов, определяющим фактором становится эффективность их вложения. В этой связи целесообразно применять все имеющиеся средства, способные повысить эффективность инвестиционных проектов. Эффективность любого проекта напрямую зависит от размеров инвестиционных вложений и получаемых по проекту доходов. Определение величин затрат, связанных с реализацией проекта, в отличие от доходов, не вызывает особых вопросов. Поскольку получение доходов от проекта имеет большее временное удаление от начала его реализации, то и стоимость получаемых в результате успешной реализации проекта денежных средств подвержена серьезному изменению.



Чистый денежный поток от реализации инвестиционного проекта

Согласно общепринятым методикам расчета эффективности инвестиционных проектов, сумма доходов по проекту будет определяться как сумма всех положительных денежных потоков, возникающих при реализации данного проекта. Основные же показатели эффективности проекта определяются на основании разности между положительными и отрицательными денежными потоками, приведенными к начальному периоду. Одними из методов, направленных

на повышение эффективности инвестиционных проектов, могут стать учет доходов, полученных в результате реализации инвестиционного проекта средств и отнесение их к доходной части самого инвестиционного проекта. Рассмотрим эту возможность на примере гипотетического инвестиционного проекта, реализуемого на предприятии, рассчитанного на определенное число лет и с определенными денежными потоками, возникающими в процессе его реализации.

На момент окончания периода осуществления инвестиционного проекта, сумма доходов по нему будет равна сумме доходов в период $[5; n]$, приведенных к начальному периоду, что существенно снизит реальную стоимость денежных поступлений. В данном примере денежный поток становится положительным на пятом году реализации проекта, и остается таковым до момента его завершения (см. рисунок). Пусть этот период равен m лет. На практике доходы, полученные от реализации инвестиционных проектов, направляются на различные цели, в том числе и на финансирование других инвестиционных проектов, доходность которых выше, чем банковский процент по вкладам, т.е. денежные поступления, которые начинаются с первого года периода m и заканчиваются вместе с периодом реализации проекта, могут приносить их владельцу определенный доход. Обозначим за j каждый период интервала $[5; n]$. Величина этих доходов будет напрямую зависеть от выбора места размещения полученных в результате реализации проекта средств. Выберем для нашего примера вариант размещения доходов проекта в банк под процентную ставку, равную r . Как видно, денежные средства, полученные в первый год периода m , к моменту завершения инвестиционного проекта пролежат на банковском депозите число лет, равное m , и соответственно величина D с учетом начисленных процентов превратится в величину, равную:

$$D(1+r)^{m-j}. \quad (1)$$

Поступления следующих лет, также помещенные в банк, превратятся в аналогичные величины с последовательно уменьшаемой степенью. Соответственно общую сумму доходов по проекту можно представить в виде следующей формулы:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{D_i}{(1+r)^i} + \sum_{j=1}^m D_j ((1+r)^{m-j} - 1). \quad (2)$$

Данная формула, в отличие от стандартных расчетов доходов проекта, позволяет учесть доходы, получаемые инвестором при использовании ресурсов, получаемых от реализации инвестиционного проекта. На практике всегда происходит вложение получаемых от проекта доходов в другие сферы деятельности. Но эти результаты не учитываются при определении эффективности инвестиционных проектов. Хотя увеличение доходов от проекта, пусть даже и незначительное, может иметь определяющее значение при поиске источников финансирования, а также оказывает влияние на все основные показатели эффективности – увеличивает чистый дисконтированный доход, уменьшает срок окупаемости и т.д., что в конечном итоге повышает инвестиционную привлекательность проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. Утв. Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, ГК РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 № ВК 477. http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_18269DocumIsPrint_Page_1.html
2. Федеральный закон «Об инвестиционной деятельности в Российской Федерации, осуществляемой в форме капитальных вложений» от 25.02.99. № 39-ФЗ.
3. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов / В.В. Ковалев. М.: Финансы и статистика, 2001. 220 с.
4. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование: методы оценки и обоснования / А.В. Воронцовский. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1998. 528 с.

5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В.В. Коссов и др.; 2-я ред., испр. и доп. М.: Экономика, 2000. 421 с.

6. Крылов Э.И. Анализ инвестиционной и инновационной деятельности предприятий: учеб. пособие / Э.И. Крылов, В.М. Власова, И.В. Журавкова; 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2003. 608 с.

7. Инвестиции: системный анализ и управление / под ред. проф. К.В. Балдина; 2-е изд. М.: Издат.-торг. корпорация «Дашков и К°», 2007. 288 с.

Куницын Александр Викторович –
аспирант, ассистент кафедры
«Экономика и управление в строительстве»
Саратовского государственного
технического университета

Kunitsyn Aleksander Viktorovich – Post-graduate Student, Assistant of the Department of «Economy and Management in Building Industry» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 14.03.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 339.54

М.Ю. Неучева

ОСОБЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЗОНЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ИННОВАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

Рассматривается возможность при переводе отечественной экономики на инновационные рельсы использования механизма особых экономических зон, режим функционирования которых позволяет интегрировать хозяйственную деятельность для развития инновационных технологий в стране.

Свободные экономические зоны, инновационная система, экономическое зонирование, инновационные и научные технологии.

M.Yu. Neucheva

SPECIAL ECONOMIC REGIONS AS INNOVATION POLITICS INSTRUMENT

Nowadays a possibility of national economy conversion for innovation line is put on. Possibility of special economic zones mechanism use, which functioning allows integrating economic and scientific activity for the development of innovative technologies in the country.

Special economic regions, innovation system, economic zonation, innovative and scientific technologies.

Создание нового, инновационного типа экономики предполагает не просто преодоление технологического отставания и модернизацию производства страны, а способность экономики быстро меняться, генерировать новые идеи, продукты, услуги. В итоге будет формироваться и совершенно иное качество жизни за счет появления новых современных продук-

тов (от машиностроения до фармацевтики и продуктов в прямом смысле слова), более высокой оплаты труда. В ближайшее десятилетие в лидеры мировой экономики выйдут те страны, которые уже сегодня делают ставку на развитие новых технологий. В России задача ставится гораздо шире – необходимо перевести на инновационные рельсы всю отечественную экономику. А это не только космос, оборонная промышленность или авиастроение. В 2010 году на федеральные целевые программы, поддерживающие такие направления как стимулирование инноваций, из казны планируется выделить 250 миллиардов рублей, или почти четвертую часть всей инвестиционной программы бюджета [1].

Необходимо отметить, что в Российской Федерации до сих пор нет закона об инновационной деятельности, в котором должны быть отражены термины «инновация», «инновационная деятельность», «технопарки» и т.п. – как элементы инфраструктуры инновационной деятельности.

В настоящее время под термином «технологический парк» обычно понимают такие структуры, как технологические инновационные центры (предпринимательские и технологические инкубаторы). Их принципиальное отличие определяется целями их создания и функционирования, при этом они не исключают, а скорее дополняют друг друга.

Целью деятельности предпринимательских инкубаторов является продвижение на рынке тех товаров и услуг, в основе которых лежат уже известные технические решения, «ноу-хау», изобретения, доведенные до стадии внедрения и коммерческого освоения, оказание помощи в создании предприятий и оценке эффективности различных моделей экономического развития определенных регионов. Их основной задачей является использование научно-технического потенциала, опыта ученых и специалистов для развития технологической, производственной и организационно-внедренческой базы для активного распространения инноваций в экономике страны. Кроме того, инкубаторы этого вида используются для создания опытных и серийных производств по внедрению изобретений и инновационных идей на самой ранней, рискованной стадии разработки коммерческих проектов.

В отличие от предпринимательских технологические инкубаторы, как правило, создаются для разработки новых или усовершенствования уже существующих изделий и технологических процессов, имеющих потенциальный спрос на рынке. Зарубежный опыт привлечения средств подобных инкубаторов к финансированию разработок российских предприятий доказывает перспективность и высокую эффективность данного направления.

Наиболее эффективное развитие технопарков отмечается при учреждении их на территории специальных экономических зон (СЭЗ), которые достаточно широко известны в мировой хозяйственной практике. Сегодня наибольшее распространение получила трактовка свободных экономических зон как территорий, на которых благодаря введению беспощинного режима, а также помощи других экономических и организационных регуляторов стимулируется внешнеэкономическая деятельность с привлечением иностранных инвестиций. В соответствии с Киотской конвенцией об упрощении и гармонизации таможенных процедур, в международно-правовой практике «свободная зона» означает часть территории государства, где любые ввезенные товары обычно рассматриваются в том, что касается импортных пошлин и налогов, как находящиеся вне пределов таможенной территории и не являющиеся предметом обычного таможенного контроля [2].

Мировая хозяйственная практика свидетельствует об эффективности использования такого организационного механизма как особые экономические зоны. Особое положение среди них занимают так называемые технико-внедренческие зоны (технологические парки), режим функционирования которых позволяет интегрировать хозяйственную деятельность с научной. Зоны этого типа способствуют развитию инновационных технологий. Богатый опыт функционирования особых экономических зон, связанных с научно-технологической деятельностью, имеют США, государства Западной и Восточной Европы: Германия, Польша, Болгария, Ирландия и ряд других. Особенности функционирования особых экономиче-

ских зон государств Юго-Восточной Азии (Сингапура, Южной Кореи, Малайзии) состоят в том, что административно-правовой режим их предпринимательской деятельности способствует привлечению как национальных, так и иностранных инвестиций. Гибкий инвестиционный режим отвечает интересам и государства, и инвесторов. Задача построения в Китае инновационной экономики была поставлена в начале 2006 года, когда Госсовет КНР принял «Основы государственного плана среднесрочного и долгосрочного развития науки и техники на 2006-2020 годы». Инновационный курс объявлен новой национальной стратегией. Долю расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) в ВВП предполагается поднять к 2020 году до 2,5% (в 2005 году она составляла 1,34%), а вклад научно-технического прогресса в экономическое развитие – более чем вдвое, до уровня выше 60%. Зависимость от импортных технологий снизится до 30%. Китай войдет в первую пятерку стран по числу выдаваемых патентов и по числу ссылок на научные публикации, займет лидирующее положение в науке и технике [3].

Необходимо отметить, что понятие «свободные экономические зоны» использовалось и в Российской Федерации в первоначальной редакции проекта федерального закона о зонах с особым режимом ведения предпринимательства.

Позднее понятие СЭЗ в Российской Федерации было заменено на «особые экономические зоны» (ОЭЗ), которое стало рассматриваться в качестве синонима понятия «свободные экономические зоны».

В широком понимании эти термины малоотличимы. Принципиальная разница состоит в том, что свободные экономические зоны предоставляли компаниям исключительно льготы. За счет этих льгот экономились значительные средства, которые резиденты СЭЗ должны были направлять на развитие производства. Поскольку данный процесс фактически не контролировался, СЭЗ часто сравнивали с оффшорами, перекачивающими деньги для иных целей. Принятие Федерального закона 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации» существенно изменило картину. Во-первых, главный упор делается теперь на инфраструктуру. Во-вторых, компании-участники ОЭЗ регистрируются в определенном муниципальном образовании и нигде больше, без каких-либо филиалов и «дочек». Понесенные ими затраты отождествляются с созданием реального производства – завода, цеха или лаборатории [4].

Льгот и преференций для участников ОЭЗ установлено немало. В частности, освобождение от уплаты налога на имущество в течение пяти лет с момента его постановки на учет. В течение такого же срока не будет взиматься земельный налог. Для резидентов технико-внедренческих зон снижена до 14 против обычных 26% базовая ставка единого социального налога. Максимальный размер арендной платы за земельные участки, предоставленные на основе соглашения о ведении технико-внедренческой деятельности, не превышает двух процентов в год от кадастровой стоимости.

Дополнительные льготы и преференции могут устанавливать субъекты Федерации и муниципальные образования, на территории которых созданы ОЭЗ.

На территории ОЭЗ действует и режим свободной таможенной зоны, согласно которому иностранные товары размещаются и используются в пределах особых зон без уплаты таможенных пошлин и НДС, а российские товары – на условиях, применяемых к вывозу в соответствии с таможенным режимом экспорта с уплатой акциза и без вывозных таможенных пошлин.

По предварительным оценкам, общее снижение издержек резидентов ОЭЗ может достигать почти 30%. Только путем снижения административных барьеров издержки на реализацию проектов в ОЭЗ могут быть снижены на 3-5% в технико-внедренческих ОЭЗ. Строительство инфраструктуры за счет средств бюджетов всех уровней позволит снизить издержки резидентов на 8-12%, а концентрация производства позволит избежать дополнительных расходов в размере 3-7% от стоимости инвестиционных проектов [5].

В настоящее время в России создано четыре ОЭЗ технико-внедренческого типа. Первопроходцами в этой сфере стали подмосковная Дубна, Томск, столичный административный округ Зеленоград и Санкт-Петербург. Специализацию Дубны составляют информационные и ядерно-физические технологии, в Томске – промышленная электроника и биотехнологии, в Зеленограде – микро- и наноэлектроника, Санкт-Петербурге – аналитическое приборостроение. При этом под технико-внедренческой деятельностью понимаются создание и реализация научно-технической продукции, доведение ее до промышленного применения, включая изготовление, испытание и реализацию опытных партий, а также создание программных продуктов, систем сбора, обработки и передачи данных, распределенных вычислений и оказание услуг по внедрению и обслуживанию таких продуктов и систем.

Помимо уже существующих зон, сегодня в ряде регионов России есть готовые площадки для организации инновационных структур, например технопарков. Их, в свою очередь, можно рассматривать в качестве инкубаторов для «выращивания» будущих резидентов технико-внедренческих особых экономических зон, а также для формирования предпосылок создания ОЭЗ в рамках последующих конкурсов. На базе этих технопарков можно было бы отработать, в том числе и такие элементы инновационной инфраструктуры, как венчурные и «посевные» фонды ранних стадий, которые играют большую роль и в Силиконовой долине, и в новых высокотехнологичных экономиках таких стран, как Израиль, Сингапур, Южная Корея. Представляется также целесообразным рассмотреть в рамках развития частно-государственного партнерства возможность подключения к созданию технопарков крупных российских компаний, проявляющих, особенно в последнее время, интерес к технологическому переоснащению производственных мощностей и диверсификации своей деятельности.

По оценкам экспертов, во всем мире две трети новых разработок внедряются за счет частных средств, в России, к сожалению, – пропорция обратная. При этом, несмотря на увеличение государственных расходов, общие затраты на научные разработки ряд последних лет снижались [1].

Поэтому с учетом ограниченности ресурсов стратегическая модель интеграции России в мировое инновационно-технологическое пространство должна строиться на основе избранных приоритетных «интеграционных ядер роста». Ключевой аспект государственной политики в области международного инновационно-технологического сотрудничества государственного и частного секторов России и зарубежных стран – это рациональное сочетание поддержки продвижения российской наукоемкой продукции на мировые рынки с созданием благоприятного климата для роста инновационной активности зарубежных структур в России и использования в российской промышленности передовых зарубежных технологий, в том числе на основе иностранных лицензий.

В целях успешной коммерциализации отечественных технологий за рубежом российским организациям следует принимать во внимание платежеспособность рынка страны-реципиента. Перспективными являются рынки платежеспособных стран нетто-реципиентов (КНР, Иран, страны АТР с быстроразвивающейся экономикой и т.д.). Одним из эффективных механизмов трансфера российских технологий на их рынки может быть использование свободных зон в данных странах как демонстрационного полигона наших возможностей наряду с созданием с местными компаниями или администрациями совместных предприятий (пример – зона города Яньтай, КНР). Российским вкладом могут выступать инновации, техпомощь и «ноу-хау», а зарубежным – инфраструктура, инвестиции.

Потенциал отечественной науки позволяет России участвовать в международном инновационно-технологическом взаимодействии путем создания свободных экономических зон или зон коммерциализации российских технологий. Они включают технопарки, технологические инкубаторы и научно-производственные комплексы наукоградов, ориентированные на привлечение иностранных инвестиций.

Сегодня Россия как никогда заинтересована в том, чтобы представить бизнесу инвестиционные возможности нашей страны, привлечь капитал, новые технологии. Кризис может воздействовать на экономику не только негативно. Теперь уже сама жизнь заставляет развивать инновационную экономику, экономику знаний и технологий. Россия в этом качестве остается весьма привлекательной страной для иностранных инвесторов. И ее особые экономические зоны и задумывались как площадки для наукоемкого, инновационного, высокотехнологичного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. В стиле «техно» // Рос. газ. Центральный выпуск № 5005. 2009. 28 сентября. С. 4-5.
2. Шаблинский И.Г. Таможенные процедуры и логистика. Правовая поддержка / И.Г. Шаблинский. М.: Альпина паблишер, 2007. 179 с.
3. Cao C. China innovation challenge / C. Cao. Nottingham university, 2007. 156 p.
4. Федеральный закон «Об особых экономических зонах в Российской Федерации» № 116-ФЗ от 22 июля 2005 г. // Рос. газ. 2005. 27 июля. С. 4-5.
5. Махлин М. Зоны особого внимания / М. Махлин // Российская бизнес-газета. 2006. 11 января (№ 538). С. 3.

Неучева Милана Юрьевна –
кандидат экономических наук, доцент
Башкирской академии государственной
службы и управления
при Президенте Республики Башкортостан

Neucheva Milana Yuriyevna –
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of Bashkir Academy
of State Service and Management under
the President of Bashkortostan Republic

Статья поступила в редакцию 11.03.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 336.1

Н.В. Орлова

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ВЛАСТИ
НА СТРУКТУРУ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ**

Рассматривается поддержка инновационного пути развития государством.

Инвестиции, инновация, государство, экономика, промышленность.

N.V. Orlova

**ECONOMIC POWER IMPACT
ON THE NATIONAL ECONOMY STRUCTURE**

Growth prospects and state support of innovative development way are regarded in the article.

Investments, innovation, state, economy, industry.

Процесс воздействия экономической власти на экономическую структуру входит в число инструментов, активно способствующих выводу экономики на инновационный путь развития. Именно на путях взаимодействия экономической структуры и экономической власти формируются:

- правовые и организационные возможности инновационного развития;
- источники инновационного развития;
- заинтересованность бизнеса и власти в сотрудничестве в инновационной деятельности;
- формы управления и регулирования этим процессом.

Проблема зависимости экономической структуры экономики от властных структур относится к числу тех проблем, которые находятся всегда в поле зрения ученых, поскольку они напрямую касаются перехода на путь инновационного развития России. Объясняется это тем, что система политической и правовой организации хозяйственной жизни общества существенно влияет на динамику и источники экономических преобразований, определяет эффективность экономических процессов, полноту и эффективность задействования всех видов ресурсов, соотношение во взаимосвязях: «собственность – власть – ресурсы – структура».

Данная взаимосвязь отражает взаимодействие сложившихся в экономике секторов на уровне их соотношений (структура), на сущностном уровне (собственность), на управленческом уровне (власть), на уровне производственных возможностей (ресурсы). Данная взаимосвязь объективно строится на основе действия экономического закона товарно-денежного хозяйства – закона присвоения по капиталу. Рыночная экономика, основанная на капиталистическом способе производства, подчиняется на практике этому закону, согласно которому, чем выше степень концентрации и интеграции капитала, тем большую массу добавленной стоимости он присваивает и перераспределяет в свою пользу. В силу того же самого закона распыленный капитал закономерно становится жертвой интегрированного и высокоцентрализованного. Иными словами, в силу закона присвоения по капиталу строятся прямые и обратные связи между собственностью, властью, структурой экономики. На основе этих зависимостей можно выявить закономерности воздействия власти на процессы структурирования экономики.

Власть всегда имела место в экономике и в зависимости от состояния политико-экономической системы государства она была особым образом структурирована (см. рисунок).



Структурная составляющая экономической власти

Такое выделение отдельных элементов в структуре власти является в определенной степени условным. Можно сказать, что экономическая власть как таковая – это власть соб-

ственника, проявление его воли. Потому она и является экономической и в этом смысле она и реализуется как экономическая власть государственных структур, как власть общественных организаций, как хозяйственная власть отдельного экономического субъекта, как рыночная власть субъектов, как экономическая власть институтов развития, как власть отдельного человека.

Главная функция властных органов государства в этой структурной организации – управление производственными, социальными, политическими процессами, ресурсными и финансовыми потоками. При этом государство концентрирует усилия на создание институционально-правовой базы системной интеграции государственных плановых и рыночных регуляторов и механизмов.

Воздействие государства на экономическую структуру экономики проявляется через управление активами. Практика такова, что совет директоров и правление «Газпрома» и «Роснефти» заполнены чиновниками по тем же принципам, что и компании с неоднородным составом акционеров. А чиновники, попавшие в совет директоров, никогда не получали и не могли получать указаний голосовать за тот или иной инвестиционный проект, подготовленный в соответствии с макроэкономической политикой государства. И эта очевидность неэффективности принимаемых решений в результате подмены экономической целесообразности политическими мотивами проступает почти в каждом из стратегических случаев. Известен пример, когда при реформировании отрасли авиационного двигателестроения на государственном уровне было принято решение собрать ряд крупнейших производителей (например, ОАО «НПО «Сатурн», ОАО «Уфимские моторы», «Пермские моторы») на базе одной площадки – завода «Салют» (Рыбинск). Нет сомнений, что данный регион богат квалифицированными кадрами в области авиастроения. Но чиновники, принимавшие решение, не вспомнили о том, что у Москвы есть преимущества перед Рыбинском: здесь расположены МГУ, МАТИ, Физтех, ЦИАМ, ЦАГИ, ЛИИ. Здесь же находятся основные ресурсы ВВС. В результате ни один сотрудник при переносе ОКБ «А. Люлька-Сатурн» не переехал из Москвы в Рыбинск. Кадры остались в Москве, а московская площадка была разрушена. Не вспомнили чиновники и о внутриотраслевой конкуренции. Как только всех двигателестроителей интегрируют на одной площадке, прекратится внутриотраслевая конкуренция, у производителей авиатехники не будет выбора поставщиков агрегатов.

При таком подходе эксперты видят проблемным и результат создания российской автомобильной мегакорпорации (АвтоВАЗ, КамАЗ, ГАЗ). Государство инвестировало в приобретение промышленных активов уже десятки миллиардов долларов, реализация амбициозных планов приведет еще к дополнительным расходам. Для обеспечения будущего благополучия мегакорпорации предлагается затратить 8 млрд долл., из них 5 млрд долл. инвестировать до 2010 г. в НИОКР и в смежные производства двойного назначения, порядка 3 млрд долл. поступят в виде государственных гарантий по кредитам. Поэтому для реализации плана по созданию мегакорпорации ему необходимо придать статус федеральной целевой программы. Но будет ли результат соответствовать понесенным расходам, неизвестно, поскольку расчеты по созданию мегакорпорации еще и не проведены. Пока неясны перспективы судостроительной корпорации.

Известно, что «Рособоронэкспорту», установившему контроль над АвтоВАЗом, пока не удастся вытянуть тольяттинское предприятие из стагнации. Рыночная доля автомобилей марки «Лада» сократилась с 49,2 до 42,7%. Основной фактор, позволяющий тольяттинскому заводу оставаться на плаву – увеличение цен на весь модельный ряд «Лады» на 5,85%. У компании до сих пор нет четкой стратегии того, в какую сторону двигаться дальше, с каким модельным рядом она будет работать через 5-10 лет. Руководители АвтоВАЗа претендуют на льготную ставку (3% вместо 20%) по импорту и ждут обещанных государством 5 млрд долл. из бюджета для пополнения модельного ряда двенадцатью свежими моделями. Эксперты видят проблемы компании не в бюджетных средствах, а в перевооружении высоко-

кими технологиями и построении конкурентоспособной организации всей технологической цепочки. Рост наукоемкости производства и отраслей позволяет быстрее переводить экономику на более высокие технологические уклады.

В пользу происходящей консолидации используется главный аргумент – не эффективность, а, по заверениям представителей власти, создание крепкого собственника с мощным действующим капиталом повлияет на стратегическое поведение субъекта. Но есть риск дискредитации процесса консолидации вообще. Если совершающиеся процессы укрупнения активов не дадут реальной эффективности, то завершится все большими потерями для российской экономики, а от самих процессов преобразований вреда будет больше, чем от присутствия неэффективной автомобильной компании в отрасли.

Есть еще одна проблема в реализации взаимодействия власть-структура. Это проблема касается несогласованности отдельных ветвей власти в принимаемых решениях, относительно структуризации экономики, что наглядно проявляется как в вопросах создания холдингов, так и в вопросах закупки новой техники. Например, «Аэрофлот» (51,17% акций принадлежит государству) разработал долгосрочную программу закупки новой авиатехники. Согласно расчетам специалистов компании, по различным финансовым схемам он приобретает 110-115 самолетов (большая часть машин – новые самолеты производства Boeing и Airbus). В рамках программы совет директоров «Аэрофлота» реализовал план на операционный лизинг в 2006-2007 гг. 12 Airbus-320-200, которые пришли на смену устаревшему среднемагистральному самолету Ту-154, и шести грузовых MD-11. В 2008-2015 гг. «Аэрофлот» намерен еще купить 30-35 самолетов Airbus 320. Подписано также соглашение на постройку 22 дальнемагистральных самолетов Boeing-787 для «Аэрофлота». На этом фоне контракты на поставку российской авиатехники весьма скромны: 30 новых российских RRJ и шесть Ил-96-300. Получается, что государство-собственник «Аэрофлота» не хочет покупать у собственных предприятий свою продукцию, поддерживать и развивать отечественное производство [1, с.35].

В основе такой несогласованности лежит противоречие интересов, связанных не с конкурентной экономикой, а с личной борьбой за финансовые потоки. Приходится констатировать, что в России пока не создана система, при которой была бы уверенность в том, что государственные назначенцы будут работать на государство, защищать государственные интересы. В данном случае представители власти поддержали интерес узкого круга частных лиц. Очевидно, что возникла необходимость создания системы неотвратимой ответственности чиновников за принимаемые ими решения от имени государства в интересах государства. Такая система позволит обеспечить эффективность государственных инвестиций в долгосрочной перспективе.

Конечно, укрепление и расширение роли государства в экономических процессах – положительный фактор, но, вероятно, государственную собственность и государственную власть нельзя делать вновь всеобъемлющими. Вероятнее всего, формирование адекватной и высокоэффективной функционально-воспроизводственной структуры будет продолжаться, если в экономике страны будет присутствовать оптимальное соотношение влияния государственной власти и частного владельца сообразно размеру их собственности при соблюдении интересов нации, бизнеса и властных структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков В. Государственная собственность и эффективность экономики / В. Цветков, А. Джумов // Экономист. 2007. № 4. С. 31-37.

Орлова Надежда Викторовна –
кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Менеджмент, коммерция и право»

Orlova Nadezhda Viktorovna –
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department

УДК 330.322:316

И.Н. Пчелинцева, Н.В. Алексеева**ОПЫТ СОЦИАЛЬНОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
И ЗАРУБЕЖНЫХ БИЗНЕС-СТРУКТУР**

Рассмотрен опыт социального инвестирования отечественных и зарубежных бизнес-структур. Проведен сравнительный анализ моделей социального инвестирования США, Европы, Британии, России. Рассмотрены проблемы социального инвестирования российских бизнес-структур.

Социально ответственный бизнес, модели корпоративной социальной ответственности, внешняя и внутренняя направленность социального инвестирования, система управления социальными инвестициями.

I.N. Pchelintseva, N.V. Alekseyeva**SOCIAL INVESTMENT EXPERIENCE OF DOMESTIC AND FOREIGN BUSINESS**

The experience of social investment of domestic and foreign business-structures is considered in the article. The comparative analysis of social investment models of the USA, Europe, Great Britain, Russia are carried out. The problems of social investment of Russian business-structures are considered.

Socially responsible business, models of the corporate social responsibility, external and internal orientation of social investment, control system of social investments.

В современных условиях исследователями и представителями бизнеса стал осознаваться тот факт, что на получение прибыли влияют не только факторы, связанные с производственно-хозяйственной деятельностью предприятия. Для того, чтобы предприятие эффективно работало, необходимо решать социальные проблемы собственного персонала, местного сообщества, строить отношения с деловыми партнерами, средствами массовой информации, органами власти, потребителями, общественными группами.

Формирование социально ответственного бизнеса становится все более актуальной и востребованной проблемой. Это обусловлено тем, что сегодня практически для всех стран мира, испытывающих в той или иной степени влияние процессов глобализации экономики, уменьшение государственного регулирования, изменение общественных настроений, системы ценностей, возрастает роль бизнеса в решении социальных задач.

Для России, экономика которой признана ведущими странами рыночной, также актуальной является проблема социального инвестирования. В настоящее время в научной

литературе ведется постоянная дискуссия о роли и значимости социального инвестирования в российских компаниях. Тем не менее, до сих пор еще не дано однозначного определения социальному инвестированию, нет классификации социальных инвестиций, отсутствует четкая законодательная база. Регламентированные отношения между государством, частным сектором по распределению социального инвестирования еще не сформировались. Однако, развивающаяся рыночная экономика России диктует свои условия. Разработка и реализация социальных проектов компаний начинает рассматриваться не как комплекс второстепенных мероприятий, а как эффективное вложение инвестиционных средств. Первые шаги в этом направлении стали делать крупные российские компании, которые обладают достаточно свободным инвестиционным капиталом. Многие из них перенимают опыт иностранных компаний.

По результатам исследований Ассоциации менеджеров [2] в мире сложилось несколько моделей корпоративной социальной ответственности, каждая из которых отражает особенности развития общества, государственного регулирования общественных отношений, экономического порядка, наличия прав и свобод.

Долгое время считалось, что социальная ответственность – это яркое американское явление. Причем социальное инвестирование здесь имеет внешнюю направленность. В корпорациях США разработаны механизмы участия частного бизнеса в социальной поддержке общества. Предприятия, независимо от размеров и форм организации бизнеса, создают разнообразные фонды, в которых аккумулируют денежные средства, нацеленные на решение социальных проблем (например, профессиональное образование, здравоохранение, пенсионные и страховые программы). Для этих предприятий характерно минимальное вторжение государства в частный сектор бизнеса, а отношения между работником и работодателем имеют двухсторонний характер. Многие социальные проекты в США осуществляются по инициативе самого бизнес-сообщества.

Европейская модель социального инвестирования не является открытой линией поведения компаний. Социальное инвестирование, в основном, направлено внутрь самой компании и, как правило, регулируется нормативами, стандартами и законами соответствующих государств. Можно выделить направленность социальной ответственности по видам деятельности:

экономическая – в-первую очередь, ответственность перед акционерами, а затем перед работниками предприятия;

юридическая – база социальной ответственности предприятий – законодательство, государство рассматривается как институт, приводящий в исполнение принятые правила поведения;

этическая – высокий уровень внимания к бизнесу со стороны общественности (атомная энергетика, геновая инженерия, испытание медицинских препаратов);

благотворительность – непопулярная мера, связанная с высоким уровнем налогового бремени.

Однако, в современных условиях, в европейских странах все больше поощряется инициатива со стороны бизнес-структур, и создаются объединения компаний для претворения в жизнь социальных программ.

Британская модель социальной ответственности сочетает в себе черты моделей США и Европы. Здесь просматривается активная поддержка бизнеса со стороны государства, и в то же время приветствуется инициатива бизнеса в процессе социального инвестирования. Признаками британской модели являются:

– участие правительства в программах социального инвестирования на основе финансирования с бизнес-структурами (создана должность министра по корпоративной социальной ответственности (КСО);

– рост количества социально ответственных инвестиционных фондов;

- бизнес-образование, направленное на социально-инвестиционное проектирование;
- повышенный интерес общественности к социальным программам, освещение вопросов в СМИ (индексы социальной ответственности);
- система социальной отчетности.

Сегодня большинство крупных британских компаний имеют в своих структурах специальные подразделения, которые занимаются разработкой программ по внешнему и внутреннему социальному инвестированию.

Российская модель социального инвестирования на сегодняшний день находится в стадии развития. В данное время сложно говорить о сложившейся модели социального инвестирования. Поэтому в большей степени необходимо выявление проблем и структуры его развития. Тем не менее, в последние годы резко возрос интерес к тематике социальной ответственности бизнес-структур. Особенно большой интерес проявляют крупные компании, располагающие свободным инвестиционным капиталом и перенимающие опыт социального инвестирования у иностранных корпораций.

По нашему мнению, в настоящее время можно выделить общие черты социальной ответственности российских бизнес-структур:

- внешняя и внутренняя направленность социального инвестирования российского бизнеса. Внешняя – содержание и строительство объектов жилищно-коммунального сектора; участие в инвестировании объектов культурного и социального назначения; поддержка инновационных проектов; экологическая безопасность; поддержка незащищенных слоев населения. Внутренняя – развитие персонала предприятия (повышение квалификации работников предприятия); охрана здоровья (создание благоприятных условий труда, медицинские осмотры, программы, направленные на оздоровление); деловая практика компании (создание имиджа социально ответственного предприятия); ресурсосбережение;

- участие в социальных проектах предприятий среднего и крупного бизнеса;
- осуществление социальных программ непосредственно предприятиями и программ, инициируемых федеральной и региональной властью.

Однако в России имеет место недопонимание целостной концепции, апробированной на практике полезности социальной ответственности. В связи с этим возникает множество проблем у бизнес-структур:

- противоречивая законодательная база, несогласованность законодательства по социальной ответственности с налоговым;
- отсутствие четких формулировок таких понятий, как социальные инвестиции, социальная ответственность, чтобы бизнес-структуры могли использовать их применительно к социальным программам;
- закрытость информации о внешнем и внутреннем социальном инвестировании предприятий;
- отсутствие учета социального инвестирования на предприятиях;
- отсутствие системы управления социальными инвестициями, как на микроэкономическом, так и макроэкономическом уровнях.

На основе вышесказанного, на наш взгляд, мы можем предложить сравнительную характеристику моделей социального инвестирования, которая представлена в таблице.

Как видно из таблицы, модели социального инвестирования различных государств имеют как преимущества, так и недостатки.

Модель США богата своими традициями и практически не изменялась в течение последних 100 лет, преобразуясь с развитием общества.

Европейская и британская модели претерпели за последние 30 лет значительные изменения, хотя британская модель социального инвестирования более чувствительна к внешним быстро меняющимся условиям.

Сравнительная характеристика моделей социального инвестирования США, Европы, Британии и России

Сравнительные признаки	Государство или группа государств			
	США	Европа	Британия	Россия
Эволюция процесса развития социального инвестирования	с XIX века, базируется на добровольной помощи бизнеса различным слоям общества (библиотеки Рокфеллера)	зародился более ста лет назад, но в последние 20-25 лет получил наибольший импульс, связанный с внешними изменениями	зародился более ста лет назад, но в последние 20-25 лет получил наибольший импульс, связанный с внешними изменениями	последние 8-10 лет проявляется активное внимание со стороны бизнес-структур и государства, в настоящее время находится в стадии развития
Доступность информации о социальном инвестировании	свободный доступ к информации	доступ к информации закрыт	свободный доступ к информации	доступ к информации закрыт
Источники социального инвестирования	инвестиционные фонды предприятия	инвестиционные фонды предприятия	софинансирование государства	инвестиционные фонды предприятия, софинансирование государства по отдельным программам
Инициатива социального инвестирования	бизнес-структура	бизнес-структура и их объединения жестко контролируются государством	бизнес-структура регулируется государством	государство, в последние годы интерес бизнес-структур
Процедура социального инвестирования	многочисленные механизмы участия бизнеса в социальной поддержке общества, минимальное участие государства	государственное регулирование	партнерство государства и бизнес-структур	стремление к партнерству между государством и бизнес-структурами, инициатива контролируется государством
Отчетность социального инвестирования	инициируется самими бизнес-структурами, широко применяется	стандарты отчетности адаптированы и широко применяются	стандарты отчетности адаптированы и широко применяются; приветствуется инициатива бизнес-структур; широко используются индексы социальной ответственности	находится на начальном этапе развития, отсутствует как целостная система, нет единых показателей оценки
Результат социального инвестирования	развита система профессионального образования, пенсионные и страховые схемы	законодательно закреплены: обязательное медицинское страхование, пенсионное регулирование; компании приобретают статус корпоративно способных к социальному реагированию	развита система социального инвестирования, например большинство крупных компаний имеют структурное подразделение по вопросам социального инвестирования	крупные компании приобретают статус социально ответственных, реализуя программы внутреннего и внешнего социального инвестирования
Государственное стимулирование социального инвестирования	налоговые льготы, закрепленные на законодательном уровне	государственная поддержка инициатив, но высокое налоговое бремя	налоговые льготы, закрепленные на законодательном уровне	с одной стороны, государственная поддержка инициатив, а с другой – противоречивая законодательная база

Несмотря на то, что модель социального инвестирования США более развита, динамична, богата традициями, по нашему мнению, на данном этапе для России более приемлемы европейская и британская модели. На наш взгляд, адаптация российской системы социального инвестирования может осуществляться в два этапа:

первый этап – разработка механизма государственного регулирования процесса социального инвестирования, четкой, ясной, прозрачной законодательной базы; единой системы отчетности общей модели социального инвестирования;

второй этап – разработка механизма партнерства государства и бизнес-структур, где будут четко обозначены права и обязательства сторон, мотивации и ожидаемые результаты.

В связи с этим, для развития социального инвестирования в России необходимо усовершенствование законодательной базы, формирование теоретических основ построения системы управления социальным инвестированием на предприятии, взаимодействие государственных, частных и общественных структур в его процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вопросы эффективности социального обеспечения продолжают оставаться «белыми пятнами» // Форум: Социальные инвестиции. http://www.comfund.obninsk.ru/ef_soc_inv.htm.
2. Корпоративная социальная ответственность: доклад о социальных инвестициях в России. Ассоциация менеджеров. [http://www.undp.ru/download.phtml?\\$350](http://www.undp.ru/download.phtml?$350).
3. Лавров Н. Что такое «социальные инвестиции»? / Н. Лавров, Н. Кричевский. http://www.apn.ru/publications/comments_1776.htm.
4. Пчелинцева И.Н. Механизм социального инвестирования микроэкономических систем: монография / И.Н. Пчелинцева. Саратов: СГТУ, 2008. 164 с.
5. Стрижев С.А. Корпоративная социальная ответственность: состояние и перспективы / С.А. Стрижев. М.: Макс Пресс, 2006. 288 с.
6. Туркин С.В. Социальные инвестиции в бизнесе / С.В. Туркин. М.: Макс Пресс, 2002. 180 с.
7. Шишкин С.В. Экономика социальной сферы / С.В. Шишкин. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 367 с.

Пчелинцева Ирина Николаевна – доктор экономических наук, доцент кафедры «Экономика и управление в машиностроении» Саратовского государственного технического университета

Алексеева Наталья Владимировна – соискатель кафедры «Экономика и управление в машиностроении» Саратовского государственного технического университета

Pchelintseva Irina Nikolaevna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of «Economy and Management in Building Industry» of Saratov State Technical University

Alekseyeva Nataliya Vladimirovna – Applicant of the Department of «Economy and Management in Building Industry» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 22.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 330.322

Ю.С. Татьяна

ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЗАДАЧ И ПРИНЦИПОВ АНТИКРИЗИСНОЙ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СТРАТЕГИИ

Современная практика хозяйствования требует новых подходов к управлению, в то время как на отечественных предприятиях продолжают исполь-

звать методы руководства, характерные для плановой экономики. Автор приводит некоторые методические указания по формированию антикризисной инвестиционной стратегии предприятия, а именно – задачи и принципы ее формирования. В основу этих указаний положена теория управления инвестициями, оценочного менеджмента, антикризисного управления.

Инвестиционная стратегия, антикризисная стратегия, кризис, несостоятельность, оценочный менеджмент, концепция управления стоимостью.

Yu.S. Tatiyanina

THE FORMULATION OF PROBLEMS AND PRINCIPLES OF ANTI-CRISIS INVESTMENT STRATEGY

Modern managing practice demands new approaches to management while domestic enterprises continue to use planned economy methods management. In this article the author presents some methodical instructions of anti-recessionary investment strategy formation of the enterprise, namely – problems and principles of its formation. The theory of investments management, estimated management, anti-crisis management is the basis for these instructions.

Investment strategy, anti-crisis strategy, crisis, inconsistency, estimated management, cost management concept.

Теория и практика исследования хозяйственных процессов свидетельствуют, что многие российские предприятия до сих пор остаются консервативными в вопросах стратегического развития. Их руководство сохраняет и стиль, и структуру управления, характерные для социалистической системы хозяйствования. Но при современном уровне конкуренции на отечественном рынке необходимо осваивать новые методики менеджмента, чтобы выводить предприятия на более эффективный путь развития. Основным направлением на данный момент, широко осваивающимся на западном рынке, является концепция управления стоимостью, которая ставит главным фактором эффективного развития рост стоимости предприятия [2, 6]. Вопрос выбора верного стратегического решения особенно остро встает перед руководством организации на стадии кризиса. А как мы знаем, кризис – понятие объективное и неизбежное, как на макроэкономическом, так и на микроэкономическом уровне.

Автор согласен с мнением Г.Б. Юна, что антикризисное управление должно начинаться уже «с момента выбора миссии фирмы, выработки концепции и цели ее предполагаемой деятельности, формирования и поддержания на должном уровне стратегического потенциала, способного в течение длительного периода обеспечивать конкурентное преимущество предприятия как на внутреннем, так и на внешнем рынке» [7].

При этом конкурентные преимущества предприятия формируются и реализуются в трех основных сферах деятельности: инвестиционной, операционной, финансовой. Инвестиционная деятельность является одной из основных сфер деятельности предприятия, за счет которой происходит увеличение его активов и возрастание стоимости.

Необходимо отметить, что новый Федеральный закон № 127-ФЗ от 26 октября 2002 г. «О несостоятельности (банкротстве)» открывает новые возможности для инвестиций. Например, стало возможным широкое участие в процедуре банкротства третьих лиц, теперь они могут на возмездной основе погасить денежную задолженность должника, также им разрешается выкупить имущество несостоятельного предприятия (и как комплекса в целом, и акций нового предприятия, созданного на базе имущества должника).

Под антикризисной инвестиционной стратегией понимают перспективную программу, направленную на предупреждение и преодоление финансовых кризисов предприятия, минимизацию их негативных финансовых последствий и обеспечение стабильного роста рыночной стоимости предприятия, путем рационального использования имеющихся инвестиционных ресурсов, поиска новых (как внутренних, так и внешних) источников инвестирования.

Стратегический подход к управлению инвестиционной деятельностью предприятия на стадии несостоятельности объединяет стратегический метод постановки задач и разработки принципов его реализации.

К основным задачам формирования антикризисной инвестиционной стратегии предприятия относятся:

1) Обеспечение разработки как можно большего количества вариантов формирования, привлечения инвестиционных ресурсов в случае неустойчивого или кризисного финансового состояния для поддержания уровня стоимости предприятия.

2) Исследование закономерностей и особенностей функционирования предприятия на рынке, условий его хозяйствования, возможных источников привлечения инвестиционных ресурсов.

3) Оценка исходного состояния инвестиционной деятельности предприятия с помощью стратегического анализа, стратегической оценки и определение основных путей его улучшения.

4) Определение экономических взаимоотношений с контрагентами, направлений перспективных вложений высвобождающихся денежных средств, политики внешнеэкономической деятельности, способов проведения успешной инвестиционной стратегии, выявление резервов и мобилизация ресурсов.

5) Обеспечение платежеспособности предприятия за счет оптимизации основных и оборотных средств, распределения прибыли, налоговых платежей с максимальным учетом возможных льгот, приостановлением действий и недопущением впоследствии штрафных санкций, а также переплат налогов, оптимизации инвестиций и источников средств для развития производства.

6) Обеспечение оптимальной ликвидности инвестиций.

7) Анализ применяемых и выбор наиболее эффективных форм безналичных расчетов.

8) Поиск путей ускорения реализации действующей инвестиционной программы предприятия для минимизации отрицательных последствий кризиса.

9) Обеспечение мероприятий по восстановлению финансового равновесия предприятия в процессе осуществления инвестиционной деятельности, путем изучения экономических взглядов вероятных конкурентов, их экономических возможностей.

Принципы формирования антикризисной инвестиционной стратегии представляют собой правила, несоблюдение которых рассматривается как нарушение, которое впоследствии может привести к возобновлению кризисной ситуации. Данные принципы взаимосвязаны с общими принципами корпоративного управления и принципами стратегического анализа и стратегической оценки.

Основными принципами формирования антикризисной инвестиционной стратегии являются:

1. Антикризисная инвестиционная стратегия должна быть адекватна реальной ситуации.

2. Для формирования антикризисной инвестиционной стратегии должен быть использован комплексный подход (например, необходимо учитывать, что предприятие представляет собой не только определенный бизнес, но и одновременно имущественный комплекс).

3. В решении поставленных задач должна наблюдаться системность.

4. Антикризисная инвестиционная стратегия должна быть целенаправленной и являться неотъемлемой частью глубоко проработанного плана финансового оздоровления предприятия (генеральной целью которого должна стать максимизация стоимости предприятия).

5. Принцип альтернативности планируемых действий.

6. Принцип адаптивности управления.

7. Принцип приоритетности использования внутренних ресурсов.
8. Принцип оптимальности внешней санации.
9. Принцип эффективности. Стоимость предприятия создается тогда, когда отдача на вложенный капитал превышает затраты на него. Стоимость предприятия является тем обобщающим показателем, на основании которого можно оценить эффективность его деятельности и качество принятых управленческих решений.
10. Принцип постоянной готовности реагирования.
11. Принцип превентивности действий.
12. Принцип срочности реагирования.
13. Руководители должны постоянно отслеживать новейшие научные достижения в области стратегического оценочного менеджмента, чтобы своевременно внедрять их для более эффективного оздоровления предприятия.

Указанные задачи и принципы выступают методической и организационной базой, на которой должно осуществляться формирование антикризисной инвестиционной стратегии предприятия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон «О несостоятельности (банкротстве)» 127-ФЗ от 26.10.2002 г. с последующими изменениями и дополнениями.
2. Коуд А. Введение в корпоративную стратегию: бухгалтерский учет: учеб.-метод. материалы / А. Коуд. М.: Аскери, 1993. 51 с.
3. Бланк И.А. Антикризисное финансовое управление предприятием / И.А. Бланк. Киев: Эльга, Ника-Центр, 2006. 672 с.
4. Бланк И.А. Управление инвестициями предприятия / И.А. Бланк. Киев: Ника-Центр, Эльга, 2003. 480 с.
5. Егерев И.А. Стоимость бизнеса: искусство управления: учеб. пособие / И.А. Егерев. М.: Дело, 2003. 480 с.
6. Рош Дж. Стоимость компании: от желаемого к действительному / Дж. Рош. Минск: Гревцов Паблицер, 2008. 352 с.
7. Юн Г.Б. Методология антикризисного управления: учеб.-практ. пособие / Г.Б. Юн. М.: Дело, 2004. 432 с.

Татьянина Юлия Сергеевна –
аспирант кафедры
«Экономика и управление в строительстве»
Саратовского государственного
технического университета

Tatyanina Yuliya Sergeyevna –
Postgraduate Student
of the Department of «Economics
and Management in Building Industry»
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 07.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

УДК 347.74

В.Д. Шалынин

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗАДАЧ ПРОЦЕССА ТРАНСФЕРА ИННОВАЦИЙ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛИЗОВАННОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ И АППАРАТА НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

Изложен авторский подход к моделированию задач процесса трансфера инноваций на основе формализации неопределённости как базового

параметра моделирования в математических конструкциях на основе теории нечётких множеств.

Институциональный подход, моделирование, трансфер инноваций, неопределенность.

V.D. Shalynin

**APPROACH TO MODELING THE TASKS OF INNOVATION TRANSFER PROCESS
ON THE BASIS OF FORMALIZED AMBIGUITY
AND FUZZY SETS MECHANISM**

Author's approach to modeling the tasks of innovation transfer process on the basis of ambiguity formalization as fundamental parameter of modeling in mathematical constructions on the basis of fuzzy sets mechanism is stated in the article.

Institutional set-up, modeling, innovation transfer, ambiguity.

Моделирование задач процесса трансфера инноваций в национальной инновационной системе (НИС) представляет сложную проблему, и без применения современных математических методов, конкретных механизмов автоматизации этого процесса обойтись невозможно, учитывая жёсткие временные параметры и конкуренцию.

Наиболее масштабная попытка решения проблемы моделирования задач процесса трансфера инноваций в национальной инновационной системе была предпринята в 2003 г. группой специалистов по инновациям кафедры системной интеграции и менеджмента МФТИ (А.Н. Отоцкий, В.В. Шишов, И.В. Десятов, Е.П. Кузнецов и др.) в рамках реализации пилотного проекта по практической отработке элементов национальной инновационной системы на территории Московской области (Научно-промышленный комплекс Московской области по масштабам занимает третье место после Москвы и Санкт-Петербурга) [2, 3, 9].

Учеными, входящими в состав группы, были опробованы все известные организационные системы управления – линейные, функциональные, матричные, дивизиональные, множественные, штабные. Использовались все традиционные технологии управления: управление менеджментом, бизнес-планирование, проектное управление, управление персоналом, управление качеством и т.п., которые не привели к успеху. Анализируя итоговые материалы по реализации пилотного проекта, учёные пришли к выводу: разнообразие уже существующих и апробированных систем управления неадекватно разнообразию национальной инновационной системы, т.е. не выполняется закон необходимого разнообразия У.Р. Эшби. В качестве одной из причин указанного несоответствия исследователи отмечают разорванную связь между наукой и производством. Обе эти сферы экономики страны функционируют практически в автономном режиме.

В качестве одного из направлений преодоления этого разрыва соисполнители проекта видят в создании функционально-завершённой инновационной системы, имеющей четко выраженную мотивацию действия каждого субъекта системы. Решение этой задачи предусматривает применение кибернетических методов и адекватного увеличения разнообразия системы управления национальной инновационной системы.

С этой целью сотрудниками группы был проведен ряд исследований по решению наиболее существенных проблем управления трансфером инноваций в национальной инновационной системе:

1. Для моделирования и управления субъектами национальной инновационной системы в процессе трансфера инновации необходима специфическая методика сбора и обработки

информации об этих субъектах. Соответствие первичной информации реальному состоянию субъектов в государственной инновационной системе является критическим условием эффективности моделирования и управления. В течение длительного времени Федеральная статистическая служба – Росстат (Госкомстат) предпринимала попытки создания такой методики. Все завершилось разработкой в 2005 году (с учетом опыта западных стран) новой статистической формы отчетности (Форма № 4, Раздел по инновациям).

2. Проблема координации действий субъектов НИС в процессе трансфера инновации.

Кроме общих программных документов (стратегий, концепций и т.п.) взаимодействие субъектов трансфера инновации практически ничем не регламентируется и не мотивируется.

3. Проблема оптимальной организации передачи потоков информации, что является решающим фактором обеспечения эффективности процесса трансфера инновации в НИС. К примеру, инновационная система Японии по своей структуре представляет собой перцептрон Розенблата и идентична организационной структуре человека – управление более централизовано и основано на стратегическом управлении.

4. Состояние НИС как кибернетической системы должно удовлетворять закону необходимого разнообразия У.Р. Эшби: для обеспечения жизнеспособности НИС должна обладать достаточным разнообразием, чтобы соответствовать любому внешнему разнообразию окружающей среды. При этом существует два способа «справиться» с разнообразием внешней среды:

- усилить собственное разнообразие НИС через обращение к новым знаниям и ресурсам;
- препятствовать воздействию внешнего разнообразия НИС (торговые ограничения, таможенные ограничения).

5. Проблема сложности адекватного математического моделирования задач процесса трансфера инновации в НИС, что обусловлено отсутствием разработанной целостной модели трансфера инноваций.

Существующие модели отражают процесс трансфера инновации с учетом какой-либо одной стороны – политической, экономической, социальной, технической и т.п. Разработать многофакторную модель, позволяющую учесть одновременно несколько наиболее существенных факторов процесса трансфера инноваций, очень сложно.

6. Проблема реализации кибернетического подхода в организации управления трансфером инновации в НИС. Сложность взаимодействия между субъектами НИС в процессе трансфера инновации значительно превосходит сложность взаимодействия между классическими бизнес-структурами. Поэтому для эффективного решения задач управления трансфером инновации в НИС, в связи с возросшей сложностью моделирования взаимодействия субъектов НИС, необходим обоснованный выбор базового параметра моделирования этого взаимодействия, учитывающего закон необходимого разнообразия Эшби.

Попытки решения указанных проблем в ходе реализации пилотного проекта не привели к успеху.

По мнению автора, результаты реализации пилотного проекта и выводы группы ученых, принимавших участие в реализации проекта, позволяют сделать вывод о наиболее существенных причинах ограниченного успеха в выполнении задач проекта:

а) процесс трансфера инноваций является ярко выраженным «нелинейным» и трудно прогнозируемым процессом. Для его описания и моделирования необходим весь накопленный опыт не только кибернетики, но и смежных наук – философии, теории информации, теории управления, лингвистики, специальных разделов математики;

б) упомянутая в исследовании московских ученых методика сбора статистической информации о состояниях субъектов трансфера инноваций в государственной инновационной системе не адекватна рассматриваемой кибернетической системе – национальной инновационной системе. Управление трансфером инноваций в национальной инновационной системе возможно лишь при поддержании во времени необходимого внутреннего разнообразия

системы. Это обуславливает необходимость обработки нечёткой первичной информации в реальном или близком к нему масштабе времени;

в) не определена решающая роль экспертов – специалистов, «работающих» с первичной информацией. У.Р. Эшби в своей работе [8] акцентирует внимание исследователей на том, что разнообразие системы «не является его внутренним свойством: для точного определения разнообразия нужно указать наблюдателя и его способность различения»; это обусловлено тем, что строгое применение количественных методов возможно только к хорошо формализованному языку, а значит, естественный язык, обычно используемый в социально-экономических коммуникациях, необходимо либо упростить (что нереально), либо создавать сложные логико-семантические формальные системы, позволяющие приблизиться к формализации естественного языка [1]; в противном случае невозможно выявить и отразить нечеткость заложенную в первичной информации;

г) отсутствие информационной составляющей в подходе к математическому моделированию задач управления процессом трансфера инноваций в национальной инновационной системе.

Сложность адекватного математического моделирования задач управления процессом трансфера инноваций в национальной инновационной системе объясняется:

- отсутствием целостной модели процесса трансфера инновации;
- отсутствием базового параметра моделирования, позволяющего характеризовать информационное взаимодействие субъектов НИС в процессе управления трансфером инноваций, отражающего соблюдение закона необходимого разнообразия У.Р. Эшби. По мнению автора, очень значимым для подобных исследований является вывод А.Д. Урсула о том, что «закон необходимого разнообразия выступает как информационный закон управления, но рассматривает управление в основном в структурно-синтаксическом плане (количественное выражение получает лишь синтаксическое разнообразие) [1, 6]. Далее в своей работе А.Д. Урсул подчеркивает, что «Синтаксические методы теории информации оказываются в состоянии лишь в какой-то мере отразить формальный (структурный) аспект информации, но уже непригодны для описания качественных аспектов информации, выступающих в больших системах на первый план» [5].

Существующие математические концепции теории информации предусматривают изучение различных видов разнообразия: статистического, семантического, динамического, комбинаторного, алгоритмического, топологического и т.п. Таким образом, предметом их (концепций) изучения является разнообразие в той или иной особенной форме. При этом каждому виду разнообразия должен соответствовать свой вид информации.

Рассматривая подход У.Р. Эшби к трактовке понятия «информация», А.Д. Урсул отмечает: «У.Р. Эшби как биолог, как кибернетик имел право утверждать, что информация – это разнообразие, основываясь только на статистической теории информации». Однако, только «семантическая» теория информации разрешает противоречия между статистическими и нестатистическими подходами [6]. Ключевым в теории семантической информации (Ю.А. Шрейдера) является положение о том, что количество семантической информации определяется через изменение разнообразия запаса знаний субъекта.

«И в этом плане предполагается, что статистический и нестатистические подходы (динамический, комбинаторный и другие) могут быть объединены на базе теории множеств» [6]. Предпосылкой к такому выводу послужило то, что, У.Р. Эшби в своих исследованиях исходил из общих идей Н. Винера и результатов, полученных К.Э. Шенноном. В книге «Введение в кибернетику» У.Р. Эшби, формулируя закон необходимого разнообразия признает, что закон является обобщением 10-й теоремы К. Шеннона на процессы управления: «Любая кибернетическая система потому и функционирует, что в ее основе заключено объективное единство и противоположность информации и энтропии» [7]. Эти смежные понятия впервые связал в 1948 г. К. Шеннон, рассматривая информацию как снятую неопределённость. Сня-

тие или снижение неопределённости даёт возможность принимать обоснованные управленческие решения и делать однозначный выбор. Именно в этом и проявляется управляющая роль информации. Взаимосвязь энтропии и информации в аналитической форме подтверждает Леон Бриллюэн: «Получение информации о состоянии физической системы эквивалентно соответствующему уменьшению ее энтропии» [4].

Поскольку неопределенность в реальном процессе управления трансфером инноваций не всегда жестко связана со случайностью, то категорию неопределенности можно характеризовать тремя признаками:

- взаимосвязью, взаимозависимостью состояний субъектов системы;
- наличием тождественных свойств сторон в субъектах системы;
- процессом превращения возможностей в действительность.

Поэтому в основе предполагаемого подхода должна лежать технология управления инновационным процессом, формализующая неопределенность и позволяющая оценивать связанные с ней риски. Необходимым условием реализации формализованного подхода является возможность описания нечетких понятий в количественных категориях, т.е. оценки с помощью каких-либо математических конструкций. В условиях недостатка достоверной, четкой информации наиболее предпочтительным является подход на основе специальных методов и соответствующих инструментальных средств, обеспечивающий достоинства лингвистического и вероятностного подходов, но не требующий обязательного получения точной и, как правило, дорогостоящей информации. Реализовать достоинства лингвистического и вероятностного подходов в условиях воздействия факторов неопределенности возможно лишь с помощью экспертно-аналитических систем на базе аппарата нечеткой логики [1]. Только методы и технологии, основанные на нечеткой логике, позволяют осуществить моделирование процесса трансфера инноваций в условиях тотальной неопределенности. Ещё в 90-е годы Бартоломей Коско доказал FAT-теорему: «Любая математическая система может быть аппроксимирована системой, основанной на нечёткой логике». Нечеткая логика – это многозначная логика, которая позволяет промежуточным значениям быть определенными между точными оценками. Методология нечеткой логики дает возможность применять принципы человеческого мышления в программировании и моделировании систем и процессов.

Экспертно-аналитические системы на базе нечеткой логики позволяют эффективно решать общие задачи классификации, моделирования, прогнозирования и управления.

Подобные экспертные системы в условиях разнородной неопределенности позволяют решать полный спектр частных задач управления трансфером инноваций:

- проводить прогнозную оценку ОИС;
- осуществлять нелинейный контроль за процессом инновационной деятельности;
- формировать самообучающиеся системы;
- детально исследовать критические и рискованные ситуации инновационной деятельности;
- совершенствовать стратегию процесса управления трансфером инновации.

Моделирование реальных задач управления трансфером инноваций с использованием методологии нечеткой логики обеспечивают математические инструментариумы следующих известных математических аппаратов [1]:

- многозначной логики;
- теории вероятностей;
- теории ошибок;
- теории интервальных средних;
- теории субъективных вероятностей;
- теории нечетких множеств;
- теории нечетких мер и интегралов.

Сопоставление эффективности представленных математических подходов проводилось по 18 параметрам (см. таблицу). По результатам анализа построена диаграмма рейтинга подходов (рис. 1).

Характеристики эффективности подходов

№	Учитываемая характеристика	Подходы						
		1	2	3	4	5	6	7
1.	Учет физической числовой неопределенности	-	+	+	+	+	+	+
2.	Учет физической нечисловой (событий) неопределенности	+	+	-	+	+	+	+
3.	Учет нечисловой лингвистической неопределенности	+	-	-	-	+	+	+
4.	Зависимость ошибки конечного результата от точности задания исходных данных	не допустима	очень сильно растёт		растет		не превосходит ошибки на выходе	
5.	Возможность учета модальности информации	+	-	-	-	-	+	+
6.	Учет квалификации уровня (количественной оценки) неопределенности	-	+	-	-	+	+	+
7.	Учет квалификации (более чем, значительно, очень и т.д.)	+	-	-	-	-	+	+
8.	Учет противоречия между точностью и неопределенностью	+	-	-	+	+	+	+
9.	Эффективность формализации полного незнания	+	-	+	+	+	+	+
10.	Отсутствие требования задания полного перечня событий	+	-	+	+	-	+	+
11.	Эффективный учет взаимовлияния неопределенности	+	-	-	-	-	-	+
12.	Возможность одновременного получения пессимистических и оптимистических оценок и уровня доверия к ним	-	+	-	+	+	+	+
13.	Единый подход к представлению точных, неопределенных, неполных, нечетких значений атрибутов	-	-	-	-	-	-	+
14.	Возможность реализации алгоритмов обработки информации	+	+	+	+	+	+	+
15.	Возможность работы на профессиональном языке	+	-	-	-	-	+	+
16.	Простота выявления экспертных знаний	+	-	+	+	-	+	+
17.	Возможность работы с неопределенной информацией, основанной на малых статистических выборках	+	-	+	+	-	+	+
18.	Наглядность получаемых результатов	-	-	-	-	-	+	+

На основании проведенного сопоставительного анализа эффективности математических подходов определен наиболее эффективный математический инструментарий – аппарат теории нечетких мер и нечетко-интегрального исчисления.

Технология, использующая компоненты математического обеспечения теории нечетких множеств, теории нечетких мер, нечетко-интегрального исчисления – Fuzzy-технология. Именно Fuzzy-технология позволяет обеспечить эффективное решение экспертно-аналитических задач в условиях разнородной неопределенности реального процесса трансфера инноваций. Реализация возможностей Fuzzy-технологии позволяет обрабатывать информацию:

- точную, четкую;
- неточную (интервальную);
- точную, статистически неопределенную;
- неточную, нечеткую информацию.

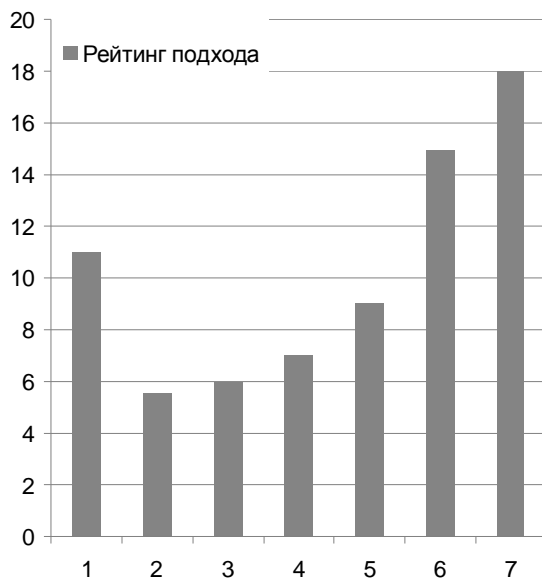


Рис. 1. Рейтинг эффективности подходов

В основу применения Fuzzy-технологии положена формализация перехода от обработки данных к обработке данных и суждений (рис. 2) посредством преобразования экспертного суждения в информационную единицу – (ИЕ). Формат представления информационной единицы должен обеспечивать наличие связи объекта и признака конкретного экспертного суждения:

ИЕ = (объект, признак, значение, уверенность).

Схема преобразования экспертного суждения в ИЕ для моделирования на основе аппарата теории нечетких мер и интегралов представлена на рис. 3 и описана в [1].

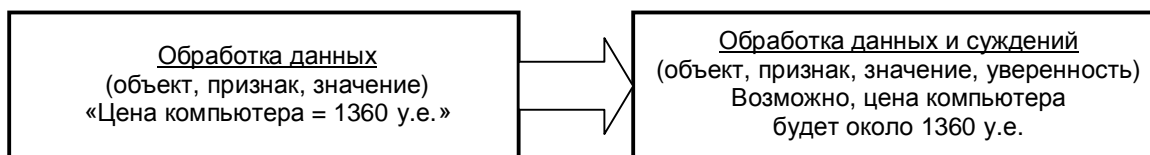


Рис. 2. Возможности Fuzzy-технологии

Применение Fuzzy-технологии обеспечивает качественно новый уровень моделирования. Использование интеллектуальных аналитических систем позволяет оценить любой аспект инновационной деятельности – политический, социальный, технический, экономический, дает возможность исследовать общую схему взаимодействия субъектов трансфера инноваций в НИС. Создание действительно интеллектуальных аналитических систем позволяет отойти от догматики детерминированных или стохастических подходов, которые не в состоянии учесть и описать модальные оттенки при анализе данных или суждений эксперта. Fuzzy-технология предполагает осознанное и направленное использование квалификаторов модальности в процессах моделирования, принятия решений и управления. Модальные квалификации в лингвистических конструкциях есть достаточно мощный и в то же время деликатный инструмент для формирования экспертных суждений. Поэтому, на основании приведенных положений и выводов, автор считает обоснованным введение информационной единицы в качестве базового параметра моделирования, наилучшим образом описывающего данный объект как процесс.

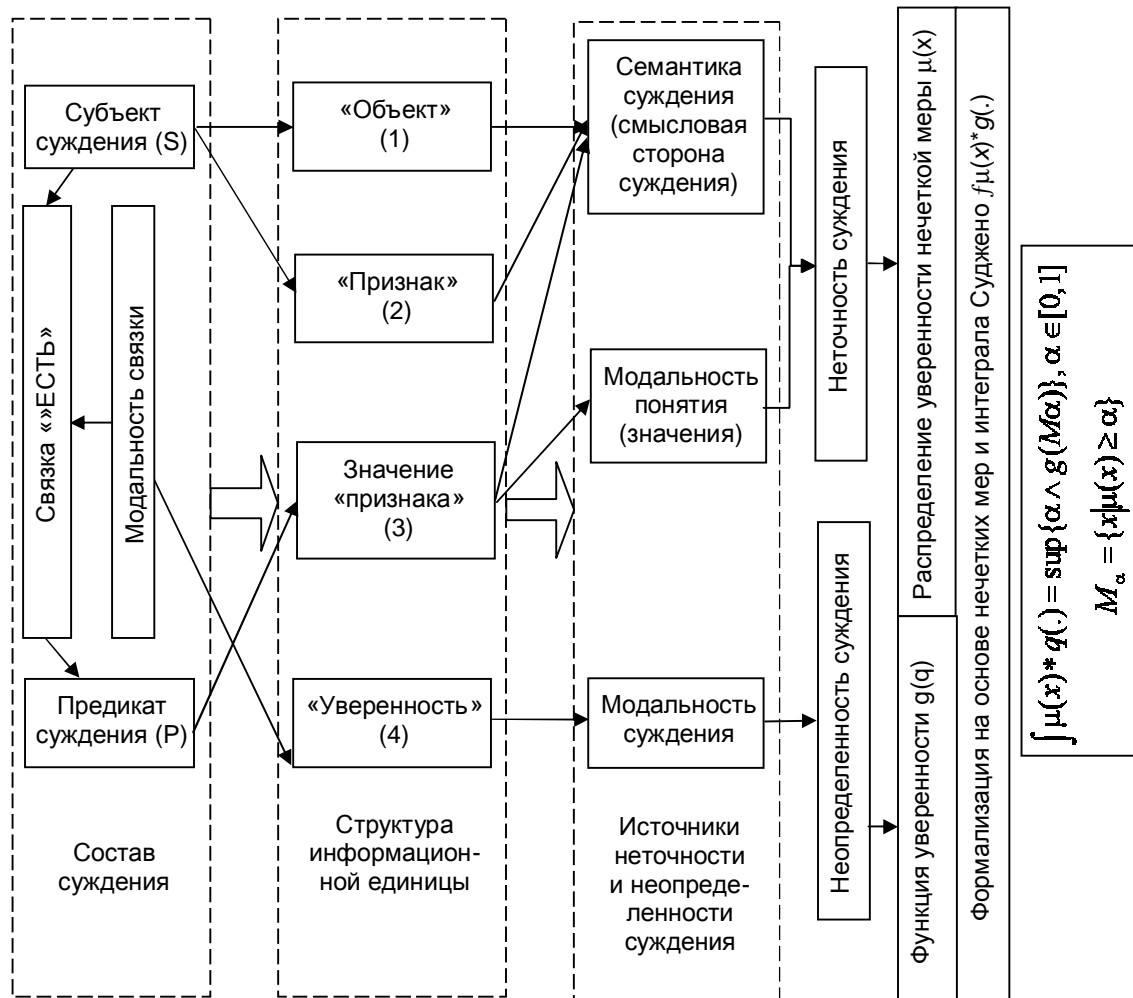


Рис. 3. Схема преобразования экспертного суждения в информационную единицу для моделирования на основе нечетких мер

Применение в качестве базового параметра моделирования информационной единицы позволяет:

- формализовать лингвистически сформулированное нечеткое экспертное суждение; при этом: с помощью направленного выбора квалификаторов модальности экспертного суждения формализуется неопределенность экспертного суждения; с помощью направленного выбора модальности понятий (значений), входящих в экспертное суждение и семантики суждения, формализуется неточность суждения [1];
- осуществить моделирование нелинейного процесса трансфера инноваций;
- осуществить моделирование очень сложных процессов, для которых невозможно разработать целостную модель;
- формализовать переход к $g\mu$ -нечетким мерам Суджено для моделирования на основе нечеткого интеграла Суджено [1];
- использовать в качестве методической основы моделирования Fuzzy-технологии.

Подобная универсальность базового параметра моделирования – ИЕ объясняется тем, что само понятие «информация» является фундаментальным, нередуцируемым, одновременно являющимся смежным понятием энтропии (меры неопределенности).

Информационный подход к моделированию задач процесса трансфера инновации в национальной инновационной системе на основе аппарата нечеткой логики не противоречит

кибернетическому, а лишь дополняет его, поскольку национальная инновационная система – это прежде всего и более всего информационная система, и взаимодействия между субъектами трансфера инноваций в национальной инновационной системе прежде всего информационные. При этом следует учитывать, что инструментарий нечеткой логики – это только «усилитель» интеллектуальной мощности эксперта и не всегда заменяет существующие методы, а только дополняет их.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бочарников В.П. Нечеткая технология анализа и управления рисками / В.П. Бочарников, А.В. Цыганок // Проблемы экономического риска: Анализ та управління: сб. материалов 1-й Всеукр. конф. Киев: Эльга, Ника-Центр, 1998. С. 79-88.
2. Отоцкий А.Н. Стаффорд Бир и перспективы инновационного трансфера / А.Н. Отоцкий // Компьютерра. 2003. № 38(511). С. 54-55.
3. Смоляк А.С. Модели управления инновационным бизнесом / А.С. Смоляк // Труды XLVII конф. МФТИ (секция системной интеграции и менеджмента). М., 2004. С. 78-89.
4. Урсул А.Д. Негэнтропийный принцип информации и научное познание (Рецензия на книгу Л. Бриллюэна «Научная неопределенность и информация». М.: Наука, 1966) / А.Д. Урсул // Вопросы философии. 1967. № 11. С. 47-62.
5. Урсул А.Д. Информация. Методологические аспекты / А.Д. Урсул. М.: Наука, 1971. 460 с.
6. Урсул А.Д. Нестатистические подходы к теории информации / А.Д. Урсул // Вопросы философии. 1967. № 2. С. 38-62.
7. Шеннон К.Э. Работы по теории информации и кибернетике / К.Э. Шеннон. М.: Наука, 1963. 386 с.
8. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. М.: Наука, 1959. 412 с.
9. Шимов В.В. О снижении рисков в инновационной деятельности на основе использования классического кибернетического подхода / В.В. Шимов, С.В. Клименко. <http://smi-svoi.ru/content/?f1=5930sn=1384>.

Шалынин Виктор Дмитриевич –
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Экономика и предпринимательство»
Санкт-Петербургского института
машиностроения (ЛМЗ-ВТУЗ)

Shalynin Viktor Dmitrievich –
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of «Economics and Business Activity»
of St.-Petersburg Institute of Machine Building

Статья поступила в редакцию 21.01.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 31:336.7

Д.П. Шаталин

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Изучены последствия принятых правительственных мер по поддержанию стабильности банковского сектора, составлена и проанализирована

динамика основных показателей банковского сектора и экономики в целом. Сделан вывод о том, что дальнейшее развитие банковской системы возможно только через увеличение финансирования и стимулирование экономической активности реального сектора экономики.

Банковская система, антикризисные меры, развитие, экономика, реальный сектор экономики, банковский сектор.

D.P. Shatalin

THE PROBLEMS OF BANKING SYSTEM DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION

In the article the consequences of measures adopted by the government to maintain the stability of banking sector are studied, dynamics of the basic indicators of banking sector and economy as a whole is revealed and analyzed. The conclusion is that further development of banking system is possible only through the increase of financing and economic stimulus to encourage the real sector of economy activity.

Banking system, anti-recessionary measures, development, economy, real sector of economy, banking sector.

Важную роль в формировании современного конкурентоспособного банковского сектора, соответствующего стратегическим интересам российской экономики, была призвана сыграть «Стратегия развития банковского сектора Российской Федерации на период до 2008 года» [1]. Главным результатом ее реализации должно было стать повышение устойчивости и прозрачности национальной банковской системы. В соответствии со Стратегией к 1 января 2009 г. отношение активов банковской системы к ВВП должно было составить 56-60%, капитала к ВВП – 7-8%, кредитов нефинансовым организациям к ВВП – 26-28% [2].

Динамика изменения совокупных активов банковского сектора и ВВП

	01.2003	01.2004	01.2005	01.2006	01.2007	01.2008	01.2009	01.2010
Совокупные активы банковского сектора, млрд руб.	4145,3	5600,7	7136,9	9696,2	13963,5	20125,1	28022,3	29430,0
ВВП, млрд руб.	10830,5	13243,2	16751,5	21625,4	26903,5	33258,1	41444,7	39063,6
Соотношение, %	38,3	42,3	42,6	44,8	51,9	60,5	67,6	75,3

В таблице приведена динамика изменения совокупных активов банковского сектора и ВВП. Так, к началу 2010 г. совокупные активы банковского сектора увеличились в 7 раз по сравнению с началом 2002 г., ВВП – в 3,6 раза. Процентное соотношение совокупных активов банков к ВВП увеличилось на 36%. Данные изменения показывают, что предусмотренные в Стратегии целевые показатели были достигнуты уже к началу 2008 г. Досрочное выполнение основных целей Стратегии говорит не столько об успехах российских банков, сколько о том, что установленные стратегией цели были занижены. Также стоит отметить, что в разгар финансового кризиса сохранение стабильности банковской системы было приоритетной целью правительства. Мировой опыт показывает, что один из основных путей

преодоления кризиса – финансирование (кредитование) реального сектора экономики. Банковский сектор Российской Федерации благодаря антикризисным мерам, в том числе дополнительному финансированию со стороны государства, за период с 2007 по 2010 гг. нарастил совокупные активы на 23,4%, что является существенным показателем. На данный момент банковский сектор является самым динамично развивающимся сегментом экономики Российской Федерации.

В течение всего периода реализации Стратегии темпы роста российских банковских активов были самыми высокими в Европе – 60,5% в 2008 г. и 67,6% в 2009 г. Отношение активов к ВВП составило на начало 2010 г. 75,3%. При этом у отечественного банковского сектора остается огромный нереализованный потенциал. Еще в 2006 г. отношение активов банковской системы к ВВП во Франции составило 250%, в Германии – около 300%, в Великобритании – 360%.

Отмечая важную положительную роль Стратегии, тем не менее, следует отметить, что не все поставленные в ней задачи были успешно реализованы. Это касается в первую очередь правового обеспечения банковской деятельности. Так, в рамках Стратегии планировалось создать условия функционирования кредитных организаций в соответствии с международными нормами. Но существующее финансовое законодательство во многом представляет собой тяжелое наследие финансовой системы советской эпохи и является одной из причин сегодняшних проблем банковского сектора.

Вместе с тем за время выполнения Стратегии были реализованы меры, направленные на укрепление прав физических лиц и на развитие конкурентной среды на рынке банковских услуг. В законодательном плане был также решен вопрос о достаточности капитала, что позволило устранить расхождения российского банковского законодательства с европейским, в вопросах установления обязательных нормативов банковской деятельности. Была упрощена процедура формирования капитала кредитных организаций за счет нерезидентов, а также усовершенствована система допуска иностранного капитала на российский рынок банковских услуг.

Одно из приоритетных направлений деятельности Правительства Российской Федерации и Банка России в соответствии со Стратегией – создание условий для ведения банковского бизнеса в регионах. Неравномерность региональной концентрации активов кредитных организаций остается серьезной проблемой банковского сектора. Низкой остается динамика развития региональной филиальной сети кредитных организаций, что в значительной мере сдерживает экономический рост регионов.

Одной из мер для решения этой проблемы было принятие закона об отмене государственной пошлины и сбора за открытие филиала кредитной организации, а также обеспечение условий для расширения норм банковского обслуживания клиентов кредитных организаций вне места нахождения кредитной организации. Очевидно, что этих мер оказалось недостаточно для полноценного решения проблемы. Разрыв в обеспечении банковскими услугами Москвы и регионов, а также отсутствие долгосрочных ресурсов для развития региональных банков сыграли свою негативную роль.

Таким образом, с учетом недостаточного территориального и технологического развития финансовой инфраструктуры, сегодня ясно, что решение проблем и дальнейшее развитие банковского сектора требует комплексных мер и серьезной поддержки со стороны государства.

В целом развитие банковского сектора сопровождалось серьезными проблемами, из которых можно выделить две основные:

- рост зависимости отечественных банков от внешних источников финансирования – внешний долг банков на 1 января 2010 г. (без участия в капитале) составил 125,7 млрд долл., т.е. порядка 20% пассивов национальной банковской системы;
- сохранение низкого уровня капитализации банков.

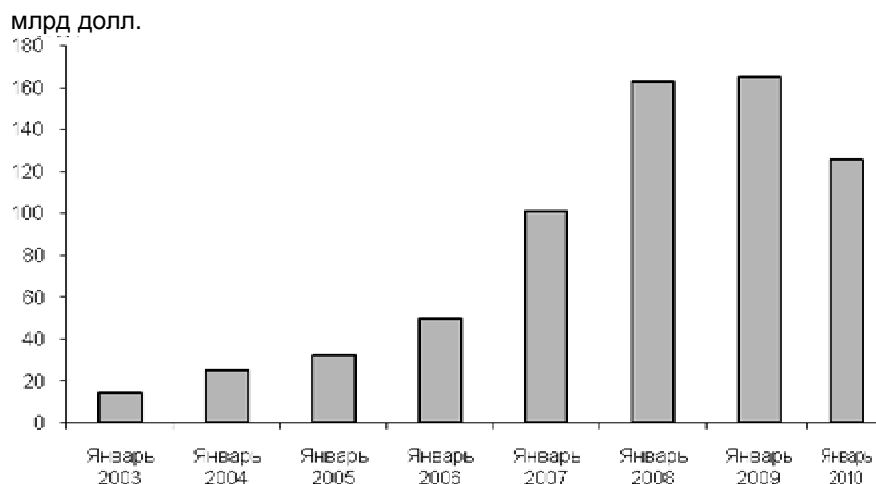


Рис. 1. Динамика роста внешнего долга банков РФ в млрд долл. США

На рис. 1 приведена динамика роста внешнего долга банков, которая показывает, что с 2003 по 2007 гг. шел умеренный рост внешних долгов, а в период финансового кризиса, начиная с 2007 г., произошло резкое увеличение внешних долгов банков. Рост в количественном выражении составил с 100,8 млрд долл. в январе 2007 г. до 162,5 млрд долл. в январе 2008 г. Такой резкий рост обусловлен тем, что частные иностранные инвесторы увеличили инвестиции в российский банковский сектор. Данная активность связана с ростом спекулятивных сделок по операциям с иностранной валютой, ценными бумагами. Доходность по данным операциям была как минимум в 3 раза выше, чем в европейских странах, что и обуславливало существенный рост иностранных инвестиций частных инвесторов. Кредитование реального сектора экономики практически прекратилось, риски невозврата заёмных средств были столь высоки, что процентная ставка по кредитам доходила до 30%. На деле получить финансирование от банков на приемлемых условиях могли только крупные госкорпорации, крупный корпоративный бизнес и естественные монополии. В 2009 г. рост внешнего долга банков замедлился в связи со стабилизацией ситуации как в экономике в целом, так и в банковском секторе, и проведение валютных и документарных операций уже не приносило такую высокую доходность. В связи с этим резко снизился объём иностранных инвестиций с 164,6 млрд долл. в январе 2009 г. до 125,7 млрд долл. в январе 2010 г.

Катализатором кризиса российской финансовой системы стало обострение мирового финансового кризиса осенью 2008 г. В сентябре 2008 г. произошло одновременное краткосрочное ухудшение ряда факторов, включая падение цен на нефть, обострение политической ситуации вокруг Северного Кавказа, громкие банкротства американских банков. Все это привело к обострению ситуации в финансовой системе России: инвесторы начали массово покидать страну, переводя свои капиталы в финансовые центры США и Европы, произошел резкий обвал фондового рынка, фактически остановился рынок межбанковских кредитов, не выполнялись обязательства по сделкам РЕПО, обесценились залоги корпораций, предоставленные в ценных бумагах. Российские компании и банки фактически лишились доступа к мировым кредитным рынкам. К счастью, эффективные и слаженные действия Правительства и Банка России позволили избежать серьезных проблем: удалось справиться с паникой, не допустить массовых банкротств, глобального оттока вкладов населения.

Тем не менее, ряд мер имел и оборотную сторону. Очевидно, что привилегированные условия предоставления помощи государственным банкам негативно повлияли на ситуацию в первые недели кризиса. Надо отдать должное монетарным властям: непродуктивная мера о

выделении средств государственной поддержки только трем банкам с государственным участием была скорректирована в первую же неделю, и к аукционам Минфина России допустили 32 банка, а через пять недель была реализована дополнительная мера – беззалоговые аукционы, и доступ к ресурсам получили уже 116 банков.

Между тем общее состояние экономики страны продолжает оставаться сложным. Из-за кардинального снижения внешнего спроса на основные экспортные товары России резко уменьшилась доходная часть государственного бюджета, произошло сокращение денежной массы и соответствующее резкое снижение внутреннего спроса. Продолжается рост инфляции. Кризис охватил не только финансовый сектор, но и всю экономику России.

Кредитная поддержка производства – центральная проблема не только банковского сектора, но и всей экономики России. Кредитование реального сектора экономики, кредитование производства – сегодня крайне важная и актуальная проблема. Именно кредитование побуждает экономический рост, стимулирует увеличение массы товаров на рынке и, следовательно, приводит к снижению инфляции.

Необходимость расширения кредитования в условиях кризиса вызывается и рядом других обстоятельств. Во-первых, удельный вес кредита в общем финансовом обороте российских предприятий всегда был низок и особенно сейчас. Во-вторых, в условиях кризиса всегда есть дополнительная временная потребность в финансовых ресурсах, и кредит здесь – как спасательный круг, который помогает выйти из провала. Сегодня российская экономика страдает от недостатка кредита. Надо, очевидно, отказаться от тезиса, что появление денег на рынке неизбежно вызывает инфляцию. Вопрос в том, как эти деньги пустить в оборот. Представляется возможным развернуть кредитование как самый эффективный антиинфляционный путь развития, конечно, при грамотном управлении этими процессами.

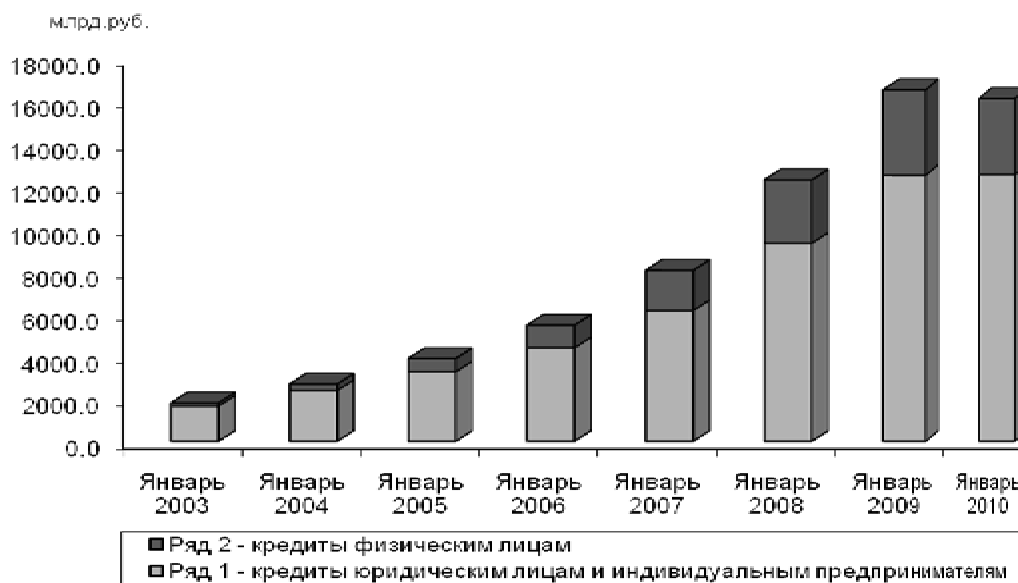


Рис. 2. Динамика роста кредитов и прочих размещенных средств, предоставленных нефинансовым организациям и физическим лицам, включая просроченную задолженность (млрд руб.)

На рис. 2 приведена динамика роста кредитов и прочих размещенных средств, предоставленных нефинансовым организациям и физическим лицам, включая просроченную задолженность. Данная диаграмма показывает, что начиная с 2003 г., шел рост выдаваемых кредитов. В пик активной фазы кризиса в 2008-2009 гг., снижения объемов кредитования не

произошло. Данная тенденция связана с тем, что крупные госкорпорации, крупный корпоративный бизнес, естественные монополии перестали иметь доступ к более дешевым иностранным средствам и при содействии правительства их задолженности были реструктурированы российскими банками. Данная реструктуризация была необходима, т.к. в 2009 г. крупному корпоративному бизнесу необходимо было погасить до 80% всех своих задолженностей перед иностранными кредиторами. Также на рынке заемных средств произошло существенное замещение малого и среднего бизнеса (ранее основных участников рынка) на крупный корпоративный бизнес. Это обусловлено не только тем, что крупному корпоративному бизнесу необходима была реструктуризация зарубежных долгов, но и потому, что российские банки не готовы брать на себя во время финансового кризиса повышенные финансовые риски малого и среднего бизнеса. В 2009 г. происходил рост кредитования физических лиц. Рост стал возможен из-за высоких валютных рисков, малой финансовой грамотности населения и обилия специальных предложений на покупки большинства крупных товаров со стороны ритейлеров. Население не стало переводить свои сбережения в иностранные валюты, а стало тратить их на крупные покупки. В 2010 г. рост кредитования не только замедлился, но и снизил свои показатели с 16526,9 млрд руб. в январе 2009 г. до 16115,5 в январе 2010 г. Спад показателей на 2,5% обуславливается низкой активностью крупного корпоративного бизнеса на рынке заемных средств и нежеланием российских банков брать на себя повышенный кредитный риск при кредитовании малого и среднего бизнеса.

В настоящее время в РФ не наблюдается реального оживления рынка в области кредитования. Если исключить из объема кредитования валютные факторы, видно, что в январе текущего года корпоративные кредиты выросли незначительно – на 0,05%, а кредиты населению снизились примерно на 3%.

Другая проблема – это необходимость государственной поддержки кредитования. Вопрос заключается в том, чтобы определить, кого поддерживать, за счет каких источников, в каком порядке.

Как известно, утверждается, что внутренняя причина проблем развития экономики России – перегрев экономики в последние годы. Произошло элементарное нарушение логики в развитии экономики страны, ее отраслей, нарушение объективной истины в темпах и пропорциях экономического развития.

Во-первых, Россия развивалась как сырьевая страна, другие отрасли резко отставали. В результате, как известно, рост обеспечивали только цены на нефть и газ. И их неизбежное изменение привело к известным проблемам.

Во-вторых, были нарушены пропорции в росте строительного производства. В условиях дефицита жилья и отсутствия антимонопольного регулирования вздулись цены на строительные материалы, жилье и другие строительные объекты.

В-третьих, огромные денежные ресурсы (нефтедоллары) вместо направления в экономику и прежде всего в новые технологии вкладывались в зарубежные банки.

В-четвертых, искусственно сдерживалось расширение собственно финансово-банковской инфраструктуры.

На современном этапе, несмотря на решение ряда серьезных проблем банки, тем не менее, пока не могут активно поддерживать производство, крайне мало предоставляют новых кредитов. Причиной такого поведения является наличие следующих факторов: высокий риск кредитования; ожидание новой волны кризиса в банках; отсутствие длинных денег.

В таких условиях банки не могут рисковать по простой причине: велика, как никогда ранее, угроза невозврата кредита. Банки как бы замерли, практически не расширяют кредитование.

При всей актуальности рассмотренных выше вопросов наличие высоких ставок по кредитам – одна из самых острых проблем на современном этапе. Кредитные ставки для предприятий достигают 14-18% в рублях, а в ряде случаев и больше. Для того чтобы опреде-

лить возможные пути снижения процентных ставок конечным потребителям, важно прежде всего выяснить причины существования таких высоких ставок.

Наиболее распространенная позиция по этому вопросу отражает, прежде всего, мнение Банка России – это наличие высокой инфляции в стране и невозможность предоставления кредитов для банков в системе рефинансирования ниже этой инфляции. Устанавливая высокую ставку по кредитам, Центральный банк Российской Федерации тем самым делает более дорогим рубль и защищает его от обесценивания, а также оттока валюты за рубеж.

Другим, крайне важным фактором, влияющим на цену кредита, является ставка рефинансирования Банка России. Это исходная величина, которая как бы дает пусковой импульс для определения конечной ставки кредитования реального сектора [3].

Однако это не всегда определяющий фактор, так как еще год-два назад, в спокойной ситуации, ставка кредитов была ниже ставки рефинансирования.

В период активной фазы кризиса, с 01.12.2008 г. по 23.04.2009 г. ставка ЦБРФ составляла 13%, а ставка рефинансирования Федеральной резервной системы США – 4,5%. В период стабилизации как российской, так и мировой экономики с 30.04.2010 г. ставка ЦБРФ составляла 8%, а ставка рефинансирования Федеральной резервной системы США – 0,25%.

На данный момент, российские банки находятся в менее выгодных условиях привлечения средств, т.к. из-за такой существенной разницы ставок рефинансирования имеется и существенная разница в стоимости заемных средств, а следовательно и привлечение иностранных денежных средств является приоритетным для российских банков. На данный момент доступ к иностранным заемным средствам затруднен и увеличение объемов кредитования и понижение процентных ставок возможны только после полного окончания финансового кризиса и привлечения существенных объемов иностранных инвестиций.

Безусловно, надо иметь в виду влияние и других факторов. Особенно заметно воздействие на величину процентной ставки размеров процентов по депозитам населения. В сложившихся условиях банки вынуждены повышать конечную процентную ставку в зависимости от платы по депозитам (по рублевым депозитам этот процент составляет 8-12%).

В этой ситуации, естественно, главным направлением по снижению процентных ставок является снижение рисков по кредитам. В условиях кризиса решить эту проблему возможно установлением гарантий со стороны государства на предоставляемые банками кредиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьев Д.Н. Банковский сектор России: итоги и перспективы развития / Д.Н. Ананьев // Деньги и кредит. 2009. № 3. С. 32-39.
2. Милюков А.И. Кредитная поддержка производства – центральная проблема / А.И. Милюков // Деньги и кредит. 2009. № 4. С. 18-26.
3. Улюкаев А.В. Денежно-кредитная политика Банка России: актуальные аспекты / А.В. Улюкаев // Деньги и кредит. 2006. № 5. С. 42-51.

Шаталин Дмитрий Павлович – аспирант кафедры «Математическая статистика и эконометрика» Московского государственного университета экономики, статистики и информатики

Shatalin Dmitriy Pavlovich – Postgraduate Student of the Department of «Mathematical Statistics and Econometrics» of Moscow State University of Economics, Statistics and Informatics

Статья поступила в редакцию 21.01.10, принята к опубликованию 14.07.10

СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ

УДК 008:316.722

Ю.Г. Едигарева

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ФОКУС-ГРУПП В СОЦИОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ / КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ

Рассматривается проведение социологического исследования методом фокус-групп. Описаны преимущества этого метода для анализа организационной / корпоративной культуры организации, а также для выяснения причин конфликтов.

Социологическое исследование, фокус-группа, организационная / корпоративная культура.

Yu.G. Edigareva

THE USE OF FOCUS-GROUP METHOD IN SOCIOLOGICAL RESEARCH OF ORGANIZATIONAL/CORPORATE CULTURE

As the major determinant of labor conflicts emergence and development the author of the article considers the differences in college understanding of the basic constituents of social-labor sphere. These are labor – salary – professionalism – education – organizational/corporative culture.

Focus-group method, sociological research, organizational/corporate culture.

Метод фокус-групп является одним из качественных методов социологического исследования. Качественные методы позволяют провести более гибкий анализ причинно-следственных связей с более подробным объяснением исследуемых факторов.

Как отмечает Д.В. Петров: «В последнее время нет единого мнения, чем отличается собственно фокус-группа от группового интервью, однако, можно сказать, что, в отличие от обычного группового интервью, фокус-группа имеет более конкретную направленность (фокус) и характеризуется более директивным стилем проведения, в то время, как простое групповое интервью считается в большей степени ненаправленным, более гибким (при этом приемы проведения остаются теми же)» [1, с.12]. Элементы обычного индивидуального интервью (взаимодействия «интервьюер – респондент») сочетаются в этом методе с взаимодействиями «респондент – респондент».

В настоящее время в самом построении процесса организационной/корпоративной культуры привлекаются множество групповых техник. Это: и тренинги, имеющие целью изменение поведения или социальных установок людей (психологические тренинги), и терапевтические группы, и группы принятия решения (дельфийские группы, группы мозгового штурма), которые имеют свои особенности, как в методике проведения, так и в конечном результате.

В данном контексте метод фокус-группы, полагаем мы, помогает выявить проблемы, установки, мотивацию, поведенческие практики внутри коллектива с целью оптимизации построения эффективной коммуникации в трудовом коллективе.

Американский социолог Р. Мертон [2, с.28], выделяет следующие отличительные особенности фокус-групп:

1) респонденты должны быть участниками некоторой определенной ситуации, иметь некий общий опыт;

2) эта ситуация предварительно анализируется исследователем, на основании чего он приходит к ряду гипотез;

3) на основе этого анализа разработан сценарий интервью, в котором очерчиваются основные области исследования, вопросы;

4) интервью фокусируется на субъективных переживаниях людей по поводу заранее проанализированной ситуации.

Таким образом, фокус-группа помогает выявить то, как различные люди понимают одну и ту же ситуацию, дают возможность получить более разнообразный массив ответов и может быть определена как «...тщательно запланированная дискуссия, нацеленная на сбор мнений в определенной области в непринужденной обстановке» [3, с.15].

Авторы различных методических пособий по проведению фокус-групп [4, 5] обычно сопоставляют их с индивидуальным интервью, отмечая преимущества того или другого метода. Предметом споров часто является групповая динамика, влияние которой на качество полученной информации расценивается неоднозначно. Одни социологи считают, что групповая динамика необходима, ее надо добиваться, некоторые авторы полагают, что групповая динамика отрицательно влияет на респондентов и результаты. В ходе проведения групповой дискуссии между участниками возникают определенные взаимоотношения, которые влияют как на ход дискуссии, так и на полученную информацию. В результате этих взаимоотношений, в группе могут наблюдаться растормаживающий (в случае, когда находится участник, готовый поделиться своим опытом более откровенно, и это раскрепощает других) и сдерживающий эффекты (очевидное нежелание людей публично говорить об интимных проблемах, сообщать о социально неодобряемых поступках или побуждениях, высказывать социально неодобряемые мысли) [1, с.32].

Одним из принципов набора респондентов в фокус-группы является, как правило, избегание присутствия респондентов, знакомых друг с другом. Этот принцип является основополагающим для обеспечения растормаживающего эффекта группы.

Техника фокус-групп эффективна лишь в том случае, когда все участники находятся в равных условиях и соблюдается принцип социального равенства участников. Присутствие в группе руководителя коллектива, во избежание сдерживания различных негативных высказываний, как в адрес руководства, так и по вопросам, касающимся положения дел в организации.

Фокус-групповая дискуссия с сотрудниками может предоставить ценную информацию для принятия решения. Серия фокус-групп с незаурядными работниками может дать ключ к пониманию того, каким образом они поддерживают свой высокий производительный уровень, раскрыть секрет их успеха, или узнать их мнение о том, как можно улучшить организацию. Дж. Зан обнаружил, что фокус-группы помогают получить ценную информацию, особенно если их проводить с «ключевыми сотрудниками». Он писал: «Мы обнаружили скрытые мысли и социальные установки, касающиеся эффективного личностного представления (самопрезентации), выяснили, что индивиды часто не понимают того, что они сами

препятствуют эффективности своей работы» [6]. Обычно, сам процесс групповой дискуссии приятен участникам, люди стремятся делиться мнениями друг с другом. Эта тенденция действительно существует, когда люди работают вместе. Проблемой анализа, как мы считаем, является определение того, что именно разделяют участники группы. Здесь мы обращали особое внимание на следующее:

- Когда участники скрывают что-то или воздерживаются от высказываний из-за присутствия других?

- В какой момент они становятся избирательными в ответах?

- Когда они выражают мнение под влиянием других членов группы?

В группе, состоящей из сотрудников одной организации, респонденты демонстрируют конформизм, проявляя уступчивость в ходе обсуждения, соглашаясь друг с другом. Так как целью группы является выявление субъективных личных мнений и установок участников, на практике бывает трудно определить, является ли такое поведение проявлением конформности в группе, или на самом деле имеет место общее согласие, консенсус. Во избежание проявления конформности участникам группы предлагается свободно выражать свое мнение. Наиболее принципиальные вопросы обсуждаются тайно, в этом случае предлагается записать свое мнение по предложенной теме на листе бумаги. Хотя эти записи никто не видит, данная практика помогает респонденту определить свою позицию, что может быть затруднено при открытом обсуждении под влиянием других.

Таким образом, методика проведения фокус-групп, с нашей точки зрения, раскрывает главную цель исследования: определить возможности и пути повышения эффективности воздействия организационной / корпоративной культуры на преодоление конфликтов в социально-трудовой сфере.

Проблема трудовых конфликтов стала принимать широкие масштабы в условиях всемирного экономического кризиса, в условиях жесткой профессиональной конкуренции на рынке труда.

Для постиндустриального общества характерны глубокие изменения в характере труда – люди общаются между собой, а не взаимодействуют с машиной. Для новых отношений характерны общение и диалог личностей, «игры между людьми», что создает новые причины для возникновения такого социального феномена как трудовые конфликты. Вместе с тем, неизбежным в складывающихся конфликтных ситуациях является лишь одно – неукоснительная обратимость отношений между старым сотрудником и «новичком» трудового коллектива, как в профессиональном, так и в культурном планах. И в этом случае основная нагрузка ложится на руководителя, способного вовремя прочувствовать и распознать накаляющуюся атмосферу конфликтности в подчиненном ему коллективе и умеющего создать равновесие между конфликтующими сторонами.

Культура организации может сознательно создаваться ее членами или формироваться с течением времени. Поскольку культура – динамическое системное понятие, она влияет практически на все происходящие в организации события, в том числе и на возникновение, развитие и формирование трудового конфликта. Хорошо отлаженная система организационной культуры снижает социальную напряженность в трудовом коллективе, способствует предотвращению и оптимальному регулированию социально-трудовых конфликтов, не допускает превращения их в постоянные коллизии.

По данным социологического исследования «Организационная культура в контексте разрешения трудовых конфликтов», проводимого нами в мае-сентябре 2008 г. с помощью метода фокус-групп, представителями которых выступили сотрудники СМИ г. Саратова было установлено: 1. Старые сотрудники, в основном, отдают предпочтение авторитарному стилю руководства и как следствие этого остаются приверженцами организационной культуры. 2. «Новички» же предпочитают демократический стиль руководства и являются сторонниками корпоративной культуры.

Подведем итог: Истоками трудовых конфликтов является различное понимание со стороны сотрудников основных составляющих следующей цепочки социально-трудовой сферы: *труд – заработная плата – профессионализм – образование – организационная / корпоративная культура.*

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Д.В. Эффективный маркетинг: практика использования фокус-групп / Д.В. Петров. М.: ГроссМедиа, 2008. 230 с.
2. Мертон Р. Фокусированное интервью / Р. Мертон, М. Фиске, П. Кендалл. М.: Институт молодежи, 1991. 132 с.
3. Белановский С.А. Метод фокус-групп / С.А. Белановский. М.: Магистр, 1996. 140 с.
4. Богомолова Н.Н. Фокус-группы как метод социально-психологического исследования / Н.Н. Богомолова, Т.В. Фоломеева. М.: Магистр, 1997. 744 с.
5. Ковалев Е.М. Качественные методы в полевых социологических исследованиях / Е.М. Ковалев, И.Е. Штейнберг. М.: Логос, 2004. 160 с.
6. Петров Д. Фокус-группы. Снижение риска при принятии решений / Д. Петров. http://polbu.ru/petrov_focusgroup/ch02_i.html, дата обращения к ресурсу 2.11.08 г.

Едигарева Юлия Геннадьевна – старший преподаватель кафедры «Социально-экономические дисциплины» Саратовского юридического института адвокатуры, аспирант кафедры «Социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета

Edigareva Yuliya Gennadievna – Senior Lecturer of the Department of «Sociology and Economics Disciplines» of Saratov Law Institute, Postgraduate Student of the Department of «Social Anthropology and Social Work» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 15.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 393.05

М.Э. Елютина, С.В. Филиппова

ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ ПОХОРОННОГО ДЕЛА

Статья посвящена интерпретативному анализу результатов авторского исследования, направленного на выделение содержательных изменений в ритуальных похоронных практиках с точки зрения соотношения традиционного и инновационного в сфере похоронного дела. Авторы выделяют и анализируют направления развертывания внутреннего потенциала сферы похоронного дела: коммерциализация, плюрализация, профессионализация ритуальных услуг, усиление стратифицирующей функции похоронного дела. На этом фоне происходит реставрация старых и возникновение новых ритуальных практик.

Похоронное дело, кладбище, ритуальные услуги, стратификация.

M.E. Elyutina, S.V. Filippova

TRADITIONS AND INNOVATIONS IN THE FIELD OF FUNERAL BUSINESS

The given article is dedicated to the analysis focused on the interpretation of the data received from the research conducted to specify substantial changes in the burial rituals found in correlation with traditional and innovational funeral ceremonies existing in present-day society.

The authors of the article find out and analyze directions and potential of the burial ceremonies business development, such as commercialization, pluralization, and professionalization of ceremonial services, restoring the old and originating the new ceremonial practices, intensification of stratifying functions within the burial ceremonies business.

Funeral business, cemetery, ceremonial services, stratification.

Проблема смерти – наиболее очевидная в своем соотношении с жизнью и в то же время самая загадочная. Смерть – ситуация предельности. Само слово «смерть» создает ощущение сгущенности, в каком бы контексте оно ни встречалось, человек выделяет его и интонационно, и ритмически. В обыденном сознании смерть – мрачное слово, овеянное призраками ужасов и таинственным страхом. Поэтому оно заменяется эквивалентами: «отдать богу душу», «сыграть в ящик», «приказать долго жить», «почтить в бозе».

Можно выделить две крайности в осознании феномена смерти: а) сюжетное рассмотрение бытия – без начала и конца, когда необходимость разработки этой проблемы упрятывается в прочный кокон снисхождения к собственным слабостям; б) излишняя метафоричность, которая делает проблему еще более непрозрачной и может вызвать лишь сильное чувство непредставимого; в такой презентации имеет место лишь обработанный звукоряд, формальная содержательность. Справедливости ради укажем на то, что сейчас в мыслительных поисках наметился определенный сдвиг познавательных интересов к континуальности понимания бытия с началом и концом, к изучению социокультурных установок человека и общества в отношении смерти. Безусловно, существует историко-культурный инструментарий для анализа данного феномена в контексте традиций философского, исторического, социального исследования смерти: русские философы «серебряного века» М.А. Булгаков, Н.А. Бердяев, Н.Ф. Федоров, И.В. Карсавин с позиции кардиогнозиса (духовной гигиены человеческого общения) рассматривали эмоционально-этическую проекцию смерти на человеческое бытие, подчеркивали приоритет нравственного начала (любви, милосердия, уважения) к судьбе всякой личности; с позиции иррационального подхода (А. Шопенгауэр, Н. Гартман, Ф. Ницше) смерть интерпретируется как истина жизни в последней инстанции; в контексте космозации смерти (Э.В. Ильенков) смерть фиксируется как игра космических сил, накопление энтропии, выступает мерой дезорганизации, распада; анализ психологической составляющей смерти (В. Налимов) репрезентирует данный феномен с точки зрения деперсонализации сознания; М. Мамардашвили определяет смерть как фундаментальный символ сознания; Ф. Арьес, М. Вовель предприняли попытку типологизации культуры, где критерием выступает отношение к смерти.

Когнитивная ниша смерти, тем не менее, оказалась незаполненной. Запросы современной практики опережают теоретическое осмысление проблемы. Назовем, на наш взгляд, перспективные направления исследования. 1. Изменение динамики смерти. Прежде человек до самой смерти трудился, нередко в последние минуты жизни в полном сознании делал завещание своим детям, ныне наблюдается феномен ретардации (замедление танатогенеза), человек довольно долго угасает. Появилось беспрецедентное жизненное пространство человека, которое характеризуется негативно: оно не то, что было до него, но и не то, что будет после. Это

жизненный промежуток, переходное, неоформленное расстояние между «уже нет» и «еще нет». Назрела необходимость выявления таких моделей поведения личности и общества, которые бы способствовали адаптации человека к феномену смерти.

2. Исследование референтного поля танатологических установок, представляющих амальгаму теологических, культурологических, гносеологических традиций. Отметим основные: теологическая установка, фиксирующая смерть как переход к жизни; индифферентная, рассматривающая смерть как ничто, не имеющее отношение к человеку; стоическая, характеризующая смерть как естественную неизбежность; тотальная – как изначальное стремление человека к разрушению, деструкции; утопическая – как нечто недопустимое, противоестественное; дистанцированная, интерпретирующая смерть как «твою» смерть, предполагающую позицию стороннего наблюдателя; драматическая, представляющая смерть как разлуку с близким, любимым существом, кончина которого переживается как личная трагедия.

3. Анализ различных уровней субъективного восприятия человеком смерти (сенситивный, эмоциональный, рациональный). Как утверждают специалисты, вопросы, связанные с феноменом смерти, впервые возникают в трехлетнем возрасте: «откуда я пришел?», «кто я?», «куда уйду?». В закамуфлированной интерпретации взрослых (это в лучшем случае, чаще вопрос остается без ответа) ребенок понимает смерть как предельную меру наказания. В таком виде вопрос «зависает» на неопределенный срок, под влиянием различных обстоятельств трансформируется в аффективно-смысловую сгусток. Возможные спонтанные трансмутации приводят к возникновению результата, имеющего двуликий кентаврический вид. Ситуация встречи со смертью может вызвать в данном случае искажение, разрушение внутреннего мира, инверсию смыслов существования.

4. Возрастной аспект отношения к смерти. Страх смерти присущ людям любого возраста (надо отметить, что страх смерти выполняет важные функции, оказывая влияние на стремление к сохранению собственной жизни и на уважение к жизни других). Однако молодыми смерть не воспринимается всерьез, она – просто имя, часть речи, аргумент в споре. Зачастую смерть для них – не более чем способ обозначить абсолютное выражение того или иного чувства, сверхпревосходная степень оценки чего-либо. Легкость, с которой молодые люди оперируют понятием смерти, указывает на еще инфантильную, незрелую стадию человеческого развития. «Смерть» для молодого поколения – чаще всего абстрактная грамматическая категория. Она используется как орудие шантажа, орудие агрессии, как гибель, которую ищут, совмещая привлекательные черты воинского подвига и отсроченного самоубийства. Молодые люди смысловое содержание смерти нередко заполняют заимствованными, облегченными представлениями [1, с.58]. У старых людей мысль о смерти – это не мысль *о*, а мысль *для*. Вопрос об отношении к смерти переводится из подтекста в контекст самой жизни, наступает время, когда осознается трагизм временности. Пожилые люди, как правило, опасаются не самой смерти, а возможности лишеного всякого смысла чисто растительного существования, а также страданий и мучений, причиняемых болезнями. Причем в обсуждениях этой темы усиливается интерес к смыслообразующему и толковательному потенциалу религии. Еще один важный момент в жизни пожилых людей – ощущение включенности в непрерывную цепь умираний («умирать с другими умершими»). Теряя своих близких, знакомых, кумиров своей молодости, пожилой человек каждый раз становится «менее живым» [2, с.73-74].

5. Социальная идентификация смерти как на институциональном, в рамках предлагаемых институтами похоронной культуры моделей репрезентации, так и на индивидуалистическом, зависящем от субъективных представлений и мнений, уровнях. Остановимся более подробно на проблеме социальной идентификации смерти, рассмотрим ее в контексте повседневности с точки зрения различных ритуальных похоронных практик. При этом совершенно ясно, что отношение к смерти служит эталоном, индикатором нравственного состояния общества, его цивилизованности. Поэтому знание направлений социальных изменений в области, непосредственно ориентированной на ситуацию смерти, может представить интересный интерпретационный материал для диагностики состояния современного общества в целом.

Авторами данной статьи была поставлена цель – содержательно с эмпирической точки зрения определить изменения ритуальных похоронных практик с учетом соотношения традиционного и инновационного в сфере похоронного дела. Сбор и анализ материала проводились по методике «двойной рефлексии» с помощью неструктурированного неформализованного интервью. Была применена целевая выборка (преднамеренно выбирались люди, представляющие информационно значимые случаи, о которых имелись предварительные сведения) [3, с.317-344]. Социологическое исследование было проведено в 2007-2009 гг. в г. Саратове и г. Балаково Саратовской области и включало 46 глубинных интервью. В качестве респондентов выступали директора и работники ритуальных агентств (16 человек), председатели профсоюзных комитетов крупных организаций (3 человека), священнослужители (3 человека), потребители услуг (24 человека). Количество респондентов обусловлено насыщением кодировочных категорий (интервью с новыми респондентами не давали нового понимания для раскрытия темы), а также целями и задачами исследования.

Структурные изменения сферы ритуальных услуг

В советский период сфера ритуальных услуг отличалась высокой степенью государственного монополизма. Организацией похорон, содержанием кладбищ, производством похоронных принадлежностей и памятников занимались специализированные организации и предприятия республиканских министерств жилищно-коммунального хозяйства, бытового обслуживания населения и исполкомы местных советов народных депутатов [4, с.4]. Блокирование конкуренции и частной инициативы не давало возможности развиваться этой сфере услуг. Фактически в начале 90-х годов похоронная служба в г. Саратове была представлена единственным муниципальным унитарным похоронным предприятием «Ритуал», в хозяйственном ведении которого находились все кладбища. В результате этого похоронное обслуживание было далеко от современных требований. Предприятие не справлялось с «потоком умерших», их родственникам приходилось «отстаивать очереди» и доставать ритуальную продукцию «по блату», что рассматривалось как нормальный и естественный выход из данной ситуации. Кроме того, в советское время существовал дефицит ритуальной атрибутики, а состав похоронных услуг был крайне ограничен и не представлял комплекса всех необходимых операций, связанных с организацией и проведением похорон.

В советское время не было вообще альтернативы «Ритуалу». Это было единственное муниципальное предприятие в Саратове, которое этим занималось, да и в каждом городе так (директор ритуального агентства, г. Саратов, 18.10.2007).

Все было в дефиците, люди в очереди стояли, чтоб венки одни купить. Один только ритуал работал, это была государственная контора на весь г. Саратов. Все было в дефиците: и гробы, и венки. Кто как мог, так и хоронил (агент ритуального агентства, г. Саратов, 22.10.2007).

В 90-е годы смена экономической и общественной политики в нашей стране, а также осуществление реформ, направленных на становление свободного рынка, привели к значительным изменениям, в том числе в сфере ритуальных услуг. Стремительное развитие России под лозунгом рыночной экономики инициировало ориентацию похоронного дела на конъюнктуру рынка, происходит коммерциализация похоронной сферы. Деятельность по выполнению работ в сфере погребения и оказанию ритуальных услуг населению стала предпринимательской. В последние годы образовались сотни новых коммерческих организаций, которые в соответствии с требованиями рынка предоставляют возможности широкого выбора функционально пригодных альтернатив ритуального обслуживания. В России начали осуществляться проекты развития частных кладбищ и кладбищ домашних животных, частных крематориев, началось строительство новых объектов траурной обрядности.

В начале XXI века похоронная отрасль – это широкая сеть производственных предприятий по изготовлению похоронных аксессуаров, оказанию похоронных услуг. Статистические данные фиксируют тот факт, что, к примеру, на территории Саратовской области соз-

даны и работают 67 ритуальных служб разной формы собственности, из которых в г. Саратове похоронным обслуживанием занимаются 20 ритуальных служб, а в г. Балаково – 5 ритуальных агентств [5].

Следует отметить, что в целом отмечается «хорошее отношение» респондентов к появлению большого количества ритуальных агентств. Это связано с двумя моментами. Во-первых, со значительным сокращением временных затрат на организацию похорон. Во-вторых, ритуальные агентства, беря на себя все заботы по организации похорон, оказывают психологическую поддержку родственникам умершего, которые находятся в состоянии растерянности.

В погоне за прибылью: недобросовестная конкуренция

В связи с увеличением количества ритуальных агентств возникла острая конкуренция, которая способствует быстрому развитию сферы ритуальных услуг. Некоторые респонденты отмечают, что для «выживания» в этом бизнесе агентства, следуя законам рынка, вынуждены расширять перечень предоставляемых услуг, увеличивать ассортимент ритуальной продукции, предлагать более конкурентоспособные цены и использовать другие методы и средства для привлечения клиентов.

Появились частные компании, которые занимаются погребением, ритуальным обслуживанием. Появилась конкуренция, а в результате этой конкуренции появилась та продукция, которую вы сейчас видите. А в советское время этой конкуренции не было. Венки делали из парафина, и это считалось нормальным. А сейчас более цивилизовано стали делать... (директор ритуального агентства, г. Саратов, 14.11.2007).

Помимо описанных приемов для увеличения прибыли ритуальные агентства нередко прибегают к нелегитимным практикам. В качестве примера такого рода практик респонденты указывают на «скупку» ритуальными агентствами информации об умерших у сотрудников правоохранительных органов и врачей, а также на имеющиеся нарушения антимонопольного законодательства. Муниципальные похоронные предприятия, распоряжаясь местами на кладбищах, обладают исключительным правом выдачи разрешений на захоронение, чем часто, по мнению респондентов, и злоупотребляют. В частности, муниципальное похоронное предприятие «Ритуал» для получения разрешения на захоронение граждан, требовало от частных похоронных служб передавать ему каждый третий заказ. Выполнение данного требования являлось обязательным условием оформления необходимых для погребения документов. Кроме того, МУСПП «Ритуал» установило частным фирмам запрет на прием заказов по погребению до полной загрузки его мощностей, а это примерно 20 заказов на погребение в день. Таким образом, муниципальное унитарное предприятие препятствовало доступу на рынок ритуальных услуг частным похоронным службам, что фактически делало невозможным осуществление ими их хозяйственной деятельности.

Я за честный бизнес. Не секрет, что многие скупают эту информацию у милиции, у врачей, у скорой помощи. Они дают информацию агентствам, которые им за это отстегируют (директор ритуального агентства, г. Саратов, 18.10.2007).

Муниципальное ритуальное агентство диктует свои условия, манипулируя кладбищем. Много случаев в моей практике было. Приходят ко мне клиенты. Заказывают пакет услуг. Оплачивают их. Мы едем в муниципальное ритуальное агентство за разрешением на захоронение, а там говорят: «Нет, заказывайте у нас бригаду и катафалк или не дадим разрешение на захоронение» (директор ритуального агентства, г. Балаково, 23.04.2008).

Они монополисты кладбища, иногда злоупотребляют этим – не выписывают разрешение, пока они не наберут определенное количество своих погребений (директор ритуального агентства, г. Саратов, 18.10.2007).

Для того чтобы минимизировать возможность использования нелегитимных практик, между ритуальными агентствами заключаются «соглашения» о разделе рынка по территориальному или иному признаку. Однако в погоне за прибылью нередки случаи, когда одно ритуальное агентство «перехватывает» клиента у другого агентства.

Были случаи, когда другое агентство, пользуясь нашей занятостью, забирало трупы с нашей территории, лишая нас прибыльных клиентов. Пришлось разбираться. Обычно же происходит так: соответственно, труп в морге, вызывается клиент, звонок фирме – клиент твой. Тут, так сказать, есть свои нюансы, работаем. Это бизнес (директор ритуального агентства, г. Балаково, 11.10. 2007).

Сегодня ритуальные агентства конкурируют между собой, используя не только такие механизмы, как ценовая политика, качество предоставляемых услуг, разнообразие ассортимента похоронной атрибутики, но и «*умение оперативно получать информацию о будущих клиентах из нужных источников*» (директор ритуального агентства, г. Балаково, 11.10.2007). Таким образом, развиваясь в условиях рыночной экономики и конкурентной борьбы, сфера ритуальных услуг вынуждена приспосабливаться к современным условиям.

Плюрализация ритуальных услуг

Респонденты, говоря о произошедших в постсоветское время изменениях в сфере похоронного дела, отмечают расширение спектра предлагаемых ритуальных услуг. Сегодня сфера похоронного дела обеспечивает комплексную последовательность действий: по организации и оформлению церемоний захоронения и перезахоронения; по предоставлению специализированных услуг (транспортные услуги, бальзамирование, санитарная и косметическая обработка трупов); по изготовлению гробов, установке надгробных сооружений, организации необходимых религиозных обрядов; по содержанию мест погребения, уходу за могилой; по информационной поддержке. Все заботы, связанные с похоронами, от туалета покойника, предоставления гроба, необходимого транспорта до организации поминок, берет на себя ритуальные агентства.

Сейчас только деньги плати, тебе все сделают и даже поминки организуют. Причем, предложат на выбор или постное, или обычное меню. Раньше этого не было (жен., 59 лет, г. Балаково, 14.03.2008).

Мы предоставляем полный комплект услуг. В нашей конторе есть все необходимое. У нас даже есть церковные принадлежности, они все освященные, из церкви. У нас всегда есть в ассортименте и платочки, и тапочки, и одежда: для женщин – платья, для мужчин – костюмы (директор ритуального агентства, г. Саратов, 12.08.2008).

В последние годы для «удобства» клиентов ритуальными агентствами стал использоваться прогрессивный способ обслуживания – прием заказов на дому на организацию и проведение похорон. «*По первому звонку*» к родственникам умершего выезжает специальный агент с прейскурантом и наглядными пособиями, в числе которых фотоальбомы с фотографиями гробов, венков и прочих атрибутов. Теперь «*потребитель услуг*» может не прикладывать почти никаких усилий для организации похорон. Единственное, что он должен в условиях нынешнего разнообразного ритуального «предложения» – это совершить выбор: где, в чем, как, за сколько и по какому «*ранжиру*» хоронить своего близкого человека.

Респонденты отмечают, что в настоящее время происходит возобновление старых погребальных традиций. Ритуальные агентства, стремясь интегрировать интересы и приоритеты получателей услуг, предлагают своим клиентам семейные захоронения, которые были широко распространены в дореволюционной России. Любой человек еще при жизни может приобрести место на кладбище под семейное (родовое) захоронение. Сейчас это стало особенно актуальным в связи с тем, что существует дефицит земли под захоронения на кладбищах. Многие обеспеченные горожане устанавливают, к примеру, на семейных захоронениях склепы, построенные специальным мастером, вход в который знает только он и родственники умершего. Речь идет о создании некой охранной области, области неприкосновенности, вход в которую для других ограничен и дифференцирован. Эта приватная территория необходима для того, чтобы без помех переживать потерю близкого, оставаться самим собой, носителем аутентичной личности.

Среди новых ритуальных практик респонденты отмечают заключение прижизненных договоров на оказание ритуальных услуг. Сегодня люди стали серьезнее относиться к «стоимости смерти» и поэтому все больше людей задумываются о «неизбежном» и планируют «наперед, на итоговый случай». Похоронные конторы стали учитывать это в своей деятельности, предоставляя возможность заключения прижизненных договоров на оказание ритуальных услуг. Большинство клиентов, желающих заключить договор и заранее заказать весь комплект услуг, – это, как правило, одинокие пожилые люди, о которых некому позаботиться.

С некоторыми гражданами мы заключаем договор об оказании ритуальных услуг еще при жизни. Они сразу все оплачивают. Если происходит скачок цен, мы перезаключаем договор. Многие это делают для того, чтобы подстраховаться. Это – либо совсем одинокие люди, у которых нет родственников, либо люди, которые считают, что они не нужны родственникам (директор ритуального агентства, г. Балаково, 09.10.2007).

Тенденцией последних лет стало появление организаторов (распорядителей) похорон. В ритуальных агентствах эту функцию зачастую выполняют сами агенты. Распорядитель похорон обязан оказывать помощь клиенту в организации похорон с учетом национальных традиций и религиозных обрядов, помогать в выборе места погребения, зала для обряда поминания, в подборе и приобретении предметов ритуала и в оказании прочих услуг, связанных с погребением. Организатор похорон ведет всю торжественно-официальную часть похорон. Он согласовывает время начала церемонии, выстраивает траурную процессию, производит построение колонны для движения на кладбище, а также следит за проведением обряда погребения.

Кроме того, среди инноваций в российской ритуальной сфере можно назвать кремацию с последующим созданием алмаза из праха умершего, создание слепка умершего родственника, а также возможность запуска нескольких граммов праха покойного на космическую орбиту. Урну с прахом для доставки к месту погребения может сопровождать церемоний-мейстер или вызванный для этого представитель космического агентства [6, с.93].

Механизмы включения церкви в сферу ритуального обслуживания

Результаты проведенного исследования показали, что помимо ритуальных агентств, в борьбу за влияние в сфере похоронного дела активно включается церковь. Пытаясь вернуть свои лидирующие позиции в похоронной сфере, утраченные в советский период, православная церковь разрабатывает определенные проекты, направленные на снятие ограничений для участия церкви в ритуальных практиках. Так, некоторые священнослужители выступают с предложением о создании «вероисповедальных участков» на общих кладбищах или отдельных «вероисповедальных кладбищ». При храмах стали появляться православные ритуальные службы, которые не только оказывают помощь в организации похорон, но и обеспечивают соблюдение всех традиций христианского погребения усопших. Священнослужители, по просьбе родственников, проводят религиозные погребальные обряды за определенную плату. Православные ритуальные службы уже созданы в г. Саратове, в г. Балаково, в г. Екатеринбурге, в г. Москве, в г. Ярославле и в ряде других городов России. Их появление – достаточно новое явление, к которому в нашем обществе относятся неоднозначно. По мнению священнослужителей, ритуальные услуги не должны находиться в частных руках, потому что ритуальные агентства «что хотят, то у себя и творят». В качестве иллюстрации священнослужители указывают на неудовлетворительное состояние кладбищ, на проведение ритуальными агентствами погребальных обрядов не в полном соответствии с православными традициями, на отсутствие у них «права хоронить». Создание православных похоронных служб при храмах, передача кладбищ в ведение церкви позволят, по их мнению, «возродить православные традиции погребения христиан и навести порядок в этой сфере».

Ритуальных агентств много и они все частные, их нельзя проконтролировать. Что у них там происходит? Какие у них там порядки? Какие у них там уставы? Их много и у всех разные руководители. И поэтому мы организовали похоронное бюро, чтоб у людей был выбор (священнослужитель, муж., г. Балаково, 28.07.2007).

Однако действия церкви по освоению сферы ритуальных услуг встречают противодействие со стороны похоронных служб, не желающих делить «прибыльный бизнес». Работники ритуальных агентств отмечают, что церковь «занимается не своим делом», указывают на «недобросовестность» священнослужителей при проведении религиозных похоронных обрядов, считают, что «они перестали быть служителями культа, став служителями рубля».

Пришел ко мне священник, пришел к человеку, который руководит предприятием. А он пришел и говорит: «Дайте мне кусок этих услуг, я буду это делать». Вы как это себе представляете? Проконсультировать, показать, как и какие мы услуги оказываем, пожалуйста, они у нас в прейскуранте все есть. А рассказывать о тонкостях, как это лучше сделать, ну, это ни за что, это же коммерческая деятельность. Ритуальный бизнес стал очень прибыльным, это хорошие деньги, и никто их делить не собирается (директор ритуального агентства, г. Балаково, 11.10.2007).

Отношение обычных граждан к появлению православной ритуальной службы двоякое. Одни респонденты считают создание православных похоронных служб и проведение обрядов за плату вынужденной мерой. По их мнению, церкви «сейчас очень тяжело развиваться» и «тоже надо как-то выживать». Другие респонденты усматривают «ненормальность» в том, что церковь занимается далекой от ее призвания экономической деятельностью, вовлекаясь в денежно-рыночные отношения. Они считают, что организация похорон и продажа похоронных принадлежностей, проведение церковных погребальных обрядов за определенную плату, «противоречит самой церкви, напоминая большие бизнес, где священнослужители выступают в роли торговцев».

На наш взгляд, сегодня мы имеем дело с ситуацией, когда традиция государственной и общественной поддержки церкви оборвана, а традиция индивидуальной поддержки еще не сложилась. Церковь вынуждена искать новые способы для того, чтобы обеспечить себе достойное существование. В результате формируются практики рыночного обслуживания «религиозных потребностей» населения.

Механизм предоставления элитных мест на кладбище

В дореволюционной России распределение мест на кладбище происходило в соответствии с социальным статусом умершего. Существовало семь разрядов похорон и соответственно мест захоронений, при этом значимыми, структурирующими пространство элементами, выступали церковь и ограда кладбища. Самыми дорогими и почетными участками являлись места вокруг церкви или под церковью, которые предназначались для высших привилегированных сословий (духовенства и дворянства). Для низших сословий предназначались наиболее отдаленные места, расположенные у дальних краев кладбища. После прихода к власти большевиков устанавливаются одинаковые похороны, деление на разряды, как мест погребения, так и похорон, уничтожаются. Однако, отменив традиционные для дореволюционной России разрядные похороны, большевики ввели свою иерархию погребальных ритуалов в строгом соответствии с уровнем номенклатуры. В итоге общество было разделено на тех, кто имел право быть похороненным на почетном месте или на передних, ближайших к входу, участках и всех остальных советских людей.

В настоящее время, по действующему законодательству, каждому человеку после его смерти гарантируется предоставление бесплатного участка земли для погребения тела. Для захоронения отдельных категорий граждан – военнослужащих, сотрудников органов внутренних дел, ветеранов ВОВ на общественных кладбищах создаются специальные воинские участки – карты героев. Всех остальных умерших людей хоронят на общих основаниях, выделяя под захоронение плановые могилы. Однако проведенное исследование показало, что сегодня также можно говорить о дифференцированном отношении к умершим. Помимо законодательно закрепленной классификации, все места на кладбище неофициально подразделяются на престижные (элитные), где хоронят высокостатусных людей, плановые могилы и места «социальных захоронений», где хоронят так называемых «безродных». Самыми элитными, а значит и дорогими уча-

стками считаются места, расположенные на центральных дорожках и у главных ворот кладбищ. Немаловажным фактором является и близкое расположение храма.

Согласно официальному прејскуранту, стоимость могилы на кладбище независимо от места расположения участка одинаковая и может меняться только от того, в какое время осуществляется захоронение (зимой или летом). Несмотря на институциональное закрепление порядка предоставления мест на кладбище, в настоящее время отмечается появление разного рода нелегитимных практик, связанных с ранжированием мест захоронений. Поскольку место расположения могилы всегда являлось важным показателем социального статуса умершего, многие стремятся получить лучшие места на кладбище. Респонденты подчеркивали, что приобретение элитного места непосредственно связано с материальным положением умершего и материальными возможностями людей, его хоронящих. Из-за высокого спроса элитные места всегда в дефиците, поэтому нередки случаи, когда захоронения на данных участках производятся по «договоренности» с администрацией кладбища. Например, в г. Саратове могилы на престижных участках огорожены оградами с немалым запасом и стоят в среднем 20000 рублей.

Всем известно, хочешь место получше – плати. Я вам так скажу: на нашем кладбище можно приобрести место заранее, поставить там оградку. Причем участок 2×2 будет стоить минимум 20000 рублей (работник кладбища, г. Саратов, 15.09.2009).

Я вам могу сказать, что стоимость могилы зависит от участка. Это, конечно, все не официально. Если вы хотите место где-нибудь в середине или в начале кладбища – платите и вы его получите (агент ритуального агентства, г. Саратов, 05.06.2008).

Если получить понравившееся место по «договоренности» не представляется возможным, родственники умерших используют существующие «лазейки» в законодательстве. Например, оформление семейных захоронений фактически позволяет их владельцу продавать свободные места на своем участке посторонним людям. Кроме того, необходимо отметить высказывания респондентов, указывающих на случаи повторной продажи администрацией кладбища могил, которые ранее были оформлены под семейное захоронение.

Все богатые хотят быть похоронены рядом с картой героев. Это на краю 8 карты. Но этой картой заведует председатель общества ветеранов и администратор. Приносите мне разрешение... но они стали по-другому делать. Они там, когда хоронили кого-то, оформили договор семейного захоронения, чтоб у них было место, и они под эту марку, родственники, дают согласие на захоронение, хотя он им даже не родственник – там Иванов, Петров. У нас место есть, есть, пожалуйста, мы это место используем. Вот такими хитрыми путями (директор ритуального агентства, г. Балаково, 17.10.2007).

Может быть и такое – люди в свое время оформили родственное захоронение, приехали хоронить, а место занято. А люди платили. Так что у нас все возможно (директор ритуального агентства, г. Балаково, 20.07.2009).

Помимо этого, на кладбище существуют тайные резервные места для захоронений, замаскированные под могилы – так называемые псевдомогилы. Сегодня это один из способов резервации мест на кладбище, используемый чиновниками для продажи престижных участков на кладбище.

У нас вот здесь на кладбище есть могила. Там лежит венок, уже стоит гранитный крест. Но нет никаких табличек, ничего. Все знают, что это будущая могила одного местного депутата (директор ритуального агентства, г. Балаково, 18.11.2008).

Искусственное создание дефицита элитных мест на кладбище, повторная продажа могил, приобретение участков по «договоренности» – рыночные механизмы, активно используемые администрацией кладбища для получения прибыли. Существующие неформальные практики в приобретении элитных мест показывают, что сегодня кладбище превращается в рынок, где продажа мест под захоронение – рыночная услуга, а само место является таким же товаром, как и прочие.

Выводы

Полученные результаты исследования позволяют сделать вывод о том, что радикальные преобразования, произошедшие в постперестроечный период, привели к интенсивному развитию сферы ритуальных услуг. Развитие России под лозунгом рыночной экономики приводит к коммерциализации похоронного дела. Деятельность по выполнению работ в сфере погребения и оказанию ритуальных услуг населению стала предпринимательской. Появилось большое количество частных ритуальных агентств, готовых за соответствующую плату полностью освободить граждан, понесших тяжелую утрату, от всех забот, связанных с организацией похорон. Теперь «потребитель услуг», имеющий материальные средства, может не прикладывать почти никаких усилий для организации похорон. Все заботы, связанные с похоронами, от туалета покойника, предоставления гроба, необходимого транспорта, до организации поминок, берут на себя ритуальные агентства.

Следует отметить, что увеличение количества ритуальных агентств и прибыльность похоронного дела привели к возникновению острой конкуренции не только между муниципальными и частными похоронными службами, но и церковью. Развитие рыночных отношений и конкурентной борьбы в сфере ритуальных услуг способствовали увеличению ассортимента ритуальной продукции, расширению состава ритуальных услуг, повышению качества похоронного обслуживания населения и улучшению организации работы ритуальных агентств. Однако институциональное укрепление рыночной системы регулирования сферой похоронного дела сопровождается появлением разного рода нелегитимных практик, связанных как с организацией похорон, так и с ранжированием мест захоронения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисов С.Б. Символы смерти в русской ментальности / С.Б. Борисов // Социологические исследования. 1995. № 2. С. 58-63.
2. Елютина М.Э. Социальная геронтология / М.Э. Елютина, Э.Е. Чеканова. М.: ИНФРА-М, 2004. 155 с.
3. Качественные методы. Полевые социологические исследования / И. Штейнберг, Т. Шанин, Е. Ковалев, А. Левинсон; под ред. И. Штейнберга. СПб.: Алетейя, 2009. 352 с. (Серия «Качественные методы в социальных исследованиях»).
4. Беньямовский Н.Д. Здания и сооружения траурной гражданской обрядности / Н.Д. Беньямовский, М.Ю. Лимонад, А.Л. Тавровский. М.: Стройиздат, 1985. 164 с.
5. О состоянии ритуального обслуживания и похоронного дела в Саратовской области. <http://www.saratov.gov.ru/news/events/detail.php?ID=9170>.
6. Современные скорбные и траурные ритуалы России. Гражданский требник (сборник ритуалов) / под ред. М.Ю. Лимонада, П.Е. Уланова. М.: Издатель А.С. Акчурина, 2006. 200 с.

Елютина Марина Эдуардовна – доктор социологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Социология» Саратовского государственного технического университета

Elyutina Marina Eduardovna – Doctor of Sociological Sciences, Professor, Head of the Department of «Sociology» of Saratov State Technical University

Филиппова Светлана Валерьевна – аспирант кафедры «Социология» Саратовского государственного технического университета

Filippova Svetlana Valerievna – Postgraduate Student of the Department of «Sociology» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 09.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

С.А. Муханова

ДИСТАНЦИОННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СТРУКТУРЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РОССИЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Предлагается анализ информационного пространства российской системы образования. В публикации представлены результаты исследования, которое позволило предложить классификацию университетов. Наше внимание сосредоточено на характеристике университетских интернет-сайтов дистанционного образования, при этом аспектами такого анализа являются доступность и общественная полезность информационных ресурсов.

Дистанционное образование, информационное пространство, кластерный анализ.

S.A. Mukhanova

DISTANCE EDUCATION IN STRUCTURE OF RUSSIAN UNIVERSITIES INFORMATION SPACE

The author analyzed the information space of Russian education system. In this article we present the results of our research allowing us to classify universities. Our attention has been drawn to the characterization of university Internet sites where distant education informational resources accessibility and public benefit served as the aspect of investigation.

Distance education, information space, cluster analysis.

Модернизация системы современного российского высшего образования проходит на фоне ее трансформации к стандартам, принятым в западном образовательном пространстве. Эти процессы основываются на все более широком использовании информационных технологий, инновационных форм обучения. И хотя сами направления, формы и темпы модернизации являются предметом противоречивых дискуссий научного и педагогического сообществ, существуют определенные области консенсуса, важность и актуальность которых не подвергаются сомнению практически всеми участниками образовательного поля. К таковым относятся инновационные технологии увеличения доступности образовательных сервисов, в частности, дистанционное образование (в дальнейшем – ДО), которое призвано упростить доступ к университетскому образованию, устранить социальные, региональные и иные барьеры для различных социальных групп. В качестве примера такой социальной группы можно говорить, например, о пожилых людях, которые по разным причинам не получают образовательные услуги в системе высшего образования. Они практически не представлены в контингенте российских студентов. Этому способствуют традиции и институциональные ограничения (бесплатным является только одно высшее образование) российской системы образования. Навыки работы с информацией пожилых людей соответствуют иной технологической эпохе, когда поиск информации осуществлялся не в глобальной сети, являющейся основой информационного пространства образования, а в каталоге, организованном в виде картонных карточек. Таких примеров практик эксклюзии, которые препятствуют реализации принципа равного доступа к образованию, можно привести достаточно много.

Ясно, что новые технологии несут не только решение известных обществу проблем, но и порождают новые проблемы, создавая барьеры и ограничения иной природы. Критическая традиция социологического исследования требует от нас рассматривать проблему во всей ее полноте и в этом контексте мы должны помнить о рисках, которые возникают в системе образования в связи с внедрением дистанционных форм получения образовательных услуг (см. более подробно о системных рисках, связанных именно с внедрением ДО, в работе [1]).

Современное информационное пространство российского образования представлено порталами университетов в сети Интернет и внутренними информационными системами, которые действуют по принципу интранет. Количество вузов различной формы организации можно оценить, используя поисковую систему портала «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>). Мы использовали ее для определения параметров нашего эмпирического исследования. Конечной целью всего анализа является оценка готовности сайтов университетов и, соответственно, механизмов организации и реализации образовательных сервисов. Мы не оцениваем сейчас инструменты дистанционного образования, используемого университетами, мы лишь систематизируем сайты по их доступности, открытости, полноте предъявленных информационных ресурсов.

В качестве выборочной основы мы используем список всех вузов, сгенерированный при поиске на упомянутом выше портале. Весь список содержит чуть более 2600 позиций¹. Мы используем систематическую выборку, которая применяется к полученному списку, отсортированному в лексикографическом порядке. В итоговой выборке присутствует 294 университета. Такой объем выборки и процедура систематического отбора, которая по своим параметрам близка к процедуре формирования случайной выборки, позволяют говорить о репрезентативности исследования.

Нас будут интересовать различные параметры информационных ресурсов на сайтах университетов, связанных с программами ДО. Основное внимание будет уделяться выяснению наличия информации о дистантных программах, актуальности информации по этим программам, ее полноте и возможностям потенциальных посетителей сайтов воспользоваться предлагаемыми образовательными сервисами. Такая информация сама по себе уже дает некоторое представление о потенциале российской системы образования в области ДО.

Ниже мы опишем индикаторы, которые позволяют, на наш взгляд, оценить степень соответствия информационных ресурсов дистантного обучения университетов требованиям современного уровня организации образовательного процесса. Мы не сравниваем сайты российских университетов с сайтами западных, нас интересует только анализ доступности российских образовательных сервисов и именно по организации дистантных программ. В нашем исследовании мы использовали подход, который подобен анализу международного сотрудничества российских университетов, проведенному в 2004 году [2, с.268-285]. Мы анализировали иные группы индикаторов, но канва нашей процедуры аналогична той, которая была проделана авторами упомянутого исследования. Необходимо упомянуть, что такой подход реализован в различных проектах исследовательского плана, которые посвящены анализу российской системы образования. К таковым можно отнести, например, исследование агентства «Рейтор» [3], в рамках которого осуществлен анализ сайтов российских университетов на федеральном образовательном портале www.edu.ru [4], формирующий систему построения рейтинга университетов.

Остановимся более подробно на тех параметрах, исходя из которых, мы будем анализировать сайты университетов.

Первая группа индикаторов позволяет проанализировать степень доступности информации о сервисах ДО. В нашем массиве данных фиксировалась информация о наличии ссылки

¹ Анализ сайтов, попавших в выборку, проводился в апреле 2010 года. Количественные показатели и сам список вузов могут стать иными к моменту выхода этой публикации.

на описание дистантных программ на главной странице университета или о сложности поиска такой информации на сайте. Для операционализации этого параметра мы используем несколько характеристик домашней страницы университета. Например, мы отмечаем, есть ли прямая ссылка на страницу дистанционных программ на титульной странице сайта университета. Кроме этого, мы определяем с помощью ординальной шкалы сложность поиска этой страницы, если прямой ссылки на нее не существует. Сложность поиска определяется на основе количества необходимых переходов по ссылкам для достижения нужной страницы.

Вторая группа индикаторов позволяет оценить полноту и достаточность информационных ресурсов ДО, если таковые присутствуют на сайте. Среди оцениваемых параметров мы рассматриваем наличие подробного описания дистанционных образовательных сервисов, которые предоставляются университетом. Мы фиксируем также присутствие информации о предлагаемых курсах, преподавателях, системе контроля и стоимости соответствующих сервисов. Среди интересующих нас вопросов по этой группе индикаторов важным является также возможность загрузить все необходимые документы, формы регистрации. Ясно, что такое описание должно располагаться на целой системе страниц, которые должны описывать всю систему в целом. Ясно также, что реальные сервисы защищены от открытого доступа и используют систему авторизации. Мы оцениваем лишь внешние параметры системы, не касаясь механизмов реализации самого сервиса и качества учебных материалов, которые предлагаются университетом.

Нас также интересует кооперация системы дистанционного образования университета с другими подобными проектами в российских и зарубежных университетах. Потенциально система ДО может выйти и на международный рынок образовательных услуг, что требует наличия эквивалентного по информативности описания на иностранных языках. Как правило, необходимо наличие, по крайней мере, английского варианта сайта, информация о чем также фиксируется в нашем массиве данных.

Наконец, одной из перспектив развития дистанционного образования в России является упрощение доступа к образованию для специальных социальных групп, которые подвергаются дискриминации в традиционной образовательной модели. К таковым традиционно относят граждан с ограниченными физическими возможностями, пожилых людей, представителей регионов, удаленных географически от образовательных центров. В этой связи важно оформление сайтов университетов в соответствии со стандартами доступности информационного пространства именно для таких групп. Эти стандарты при их соблюдении повышают доступность информационных ресурсов, позволяют обрести возможность полноценного использования сетевых ресурсов¹. Одним из индикаторов нашего исследования является именно наличие специальных способов повышения доступности информации на сетевых ресурсах российских университетов с точки зрения их соответствия стандартам, регламентируемым комитетом WAI. Статистический анализ полученных данных осуществлялся с помощью программы SPSS.

В качестве результата нашего исследования мы представим ниже классификацию сайтов университетов, которая основана на процедуре иерархического кластерного анализа. Нас интересует не только наличие или отсутствие соответствующей информации, но и распределение университетов по подобным группам, обладающим сходными характеристиками. В качестве переменных, по которым осуществлялся анализ, мы брали не только индикаторы присутствия определенной информации, но и несколько искусственных индикаторов, которые дают интегрированную оценку по нескольким параметрам. В качестве таковых мы использовали следующие:

¹ Мы ссылаемся на сайт специального комитета, который разрабатывает стандарты инфраструктуры современной сети Интернет, которые упрощают доступ к информационным ресурсам для людей с ограниченными возможностями *Web Accessibility Initiative (WAI)* (www.w3.org/WAI).

- **простота поиска** информации о сервисах ДО;
- **наличие кооперации** университетов в проекте ДО, включая сотрудничество с зарубежными образовательными учреждениями;
- **информативность сайтов**, посвященных программам ДО, для потенциальных студентов (описание программ, процедуры их прохождения, наличие списков и форм необходимых документов);
- **соответствие сайтов стандартам**, которые позволяют улучшить доступность информации для людей с ограниченными возможностями.

Кластерный анализ осуществлялся именно по вычисленным переменным, которые соответствовали перечисленным выше параметрам сайтов университетов. Сразу оговоримся, что найти информацию по программам ДО на сайтах университетов удалось только примерно в 40% случаев. Больше половины университетов либо не предоставляют дистантных образовательных сервисов, либо не заботятся о соответствующем отражении этих сервисов на сайте, что требует определенной реакции общества, образовательного сообщества.

Мы проинтерпретировали полученные результаты классификации, учитывая то обстоятельство, что более высокая оценка по группе индикаторов соответствует большему количеству обнаруженных позиций, соответственно, большему количеству сервисов и возможностей при работе с сайтом университета потенциальным студентом. Новые переменные являются по сути переменными с ординальными шкалами измерения, которые позволяют дать обобщенную оценку целой группе индикаторов. Для того, чтобы диапазоны значений этих шкал существенно не различались, мы провели их стандартизацию.

Приведем некоторые результаты статистического анализа данных, которые были получены нами в ходе исследования.

Наш анализ посвящен классификации университетов по описанным выше параметрам информационного пространства, определяющим доступность информации по дистантным программам, ее актуальность и соответствие стандартам доступности информации. Такая классификация позволяет перенести параметры полученных кластеров на характеристики университетских порталов России.

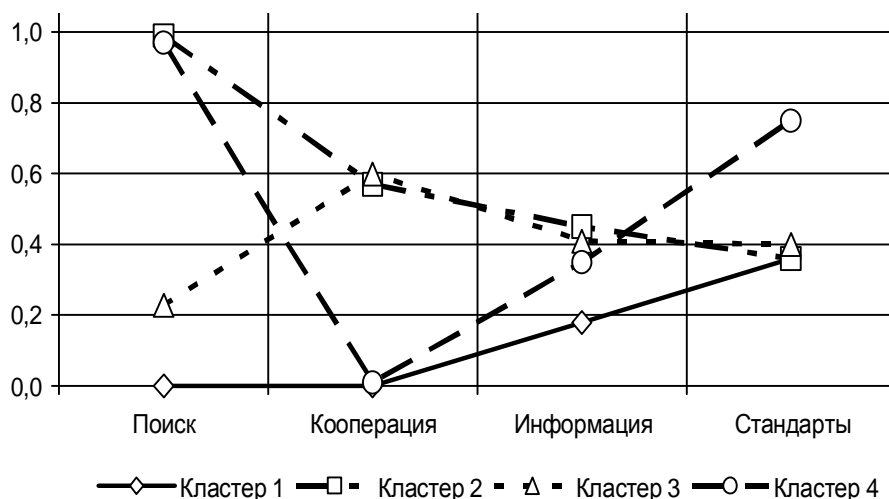
Анализ порядка агломерации при выполнении процедуры иерархического кластерного анализа показал, что скачкообразное увеличение расстояния между объединяемыми кластерами происходит при переходе от четырех кластеров к трем (см. таблицу). В качестве меры расстояния мы используем квадрат евклидова расстояния, чтобы получить более рельефную кластеризацию.

Расстояния между объединяемыми кластерами в процедуре иерархического кластерного анализа (таблица содержит информацию по последним стадиям процедуры иерархического кластерного анализа)

Стадия	Объединяемые кластеры		Расстояние между кластерами
	Кластер 1	Кластер 2	
288	5	35	0,26
289	1	11	0,28
290	5	142	0,43
291	5	34	0,66
292	1	6	0,77
293	1	5	1,35

При оценке и интерпретации кластерных центров следует в первую очередь учесть, что чем больше значение по соответствующей переменной (мы привели все обобщенные переменные к диапазону от 0 до 1) для этого кластера, тем лучше обстоят дела именно в этой

области оценки сайтов университетов. Центры полученных кластеров по соответствующим переменным продемонстрированы на рисунке.



Значения центров кластеров по четырем измеряемым обобщенным параметрам

Полученные четыре кластера можно интерпретировать следующим образом. Нужно отметить, что практически на всех сайтах университетов отсутствуют дополнительные возможности по увеличению доступности информационных ресурсов. Только сайты четвертого кластера содержат в достаточном количестве эти элементы, но этих сайтов только четыре, то есть менее 2% от всех рассмотренных.

Кластер 1. Сайты практически не содержат информации о дистантных курсах. На сайте не представлены необходимые документы, которые можно использовать при подаче заявлений на курсы, осуществляемые дистанционно. Таких сайтов немногим менее 60% среди всех исследованных.

Кластер 2. Сайты университетов содержат информацию о дистантных курсах, которая может быть легко найдена. В программах ДО участвуют партнеры, которые представляют дополнительные образовательные сервисы (20% сайтов).

Кластер 3. Как правило, присутствует информация о сервисах ДО, но она находится на некотором удалении от домашней страницы университета (18,5% сайтов).

Кластер 4. Содержат доступную информацию по ДО, отсутствует кооперация в предоставлении таких сервисов с другими университетами и образовательными организациями, присутствуют элементы, улучшающие доступность информации для людей с ограниченными возможностями (1,5% сайтов).

Таким образом, только сайты, попавшие в кластеры 2, 3 и 4, в различной степени соответствуют ожиданиям и дают определенный минимум информации (примерно 40% всех рассмотренных сайтов). Большинство же сайтов либо просто не содержат никакой информации о программах ДО, либо предлагают недостаточный объем по оцениваемым нами параметрам.

Приведем некоторые выводы нашего исследования. Важно отметить, что сервисы ДО, по крайней мере на сайтах университетов, а не в реальности, представлены по большей части мало. Это может свидетельствовать о недостаточном внимании, которое уделяется системой высшего образования в целом такой форме обучения, ее сопровождению и поддержке. Есть веские основания предполагать, что большинство вузов только начинают разрабатывать соответствующую инфраструктуру ДО, которая должна увеличить эффектив-

ность уже существующих программ. Приведение сайтов университетов в соответствие с реальной деятельностью может стать дополнительным инструментом привлечения студентов в российские университеты, позволит безболезненно скорректировать программы подготовки специалистов, переориентироваться на иные демографические и социальные группы. Вспоминая о рисках, которые связаны со все большим распространением ДО, мы придерживаемся точки зрения, которая оценивает в целом позитивно такую форму образования. Система ДО является одной из возможностей по сохранению и увеличению значения университетов в современной жизни, может сыграть роль одного из катализаторов регионального экономического развития.

Только менее половины всех сайтов (около 40%) могут быть признаны соответствующими минимальным условиям информативности и доступности в описании и поддержке программ ДО. Среди них примерно половина содержит необходимые документы и подробные описания алгоритма действий для желающих воспользоваться сервисами ДО, описание программ подготовки студентов при дистанционных формах обучения. Такое положение демонстрирует рост интереса к развитию дистантных программ обучения, но этот интерес пока не подкреплен ни нацеленностью на важные социальные группы, ни обеспеченностью соответствующей инфраструктурой. Новые формы обучения традиционно ориентируются на студентов, которые являются только «идеальной» моделью практик получения образования. Традиционно же мы игнорируем проблемы в доступе к образованию для больших групп людей, для которых новые формы организации по разным причинам остаются труднодостижимыми – сельская молодежь, пожилые люди, военнослужащие. Это свидетельствует о необходимости вносить коррективы в развитие информационного пространства российской системы образования.

Сайты российских университетов не содержат альтернативных информационных ресурсов, которые могут просматривать люди с ограниченными возможностями. Учитывая общемировую тенденцию по устранению барьеров в реальном и виртуальном образовательных пространствах, важно приводить образовательное информационное пространство высшего образования России в соответствие с требованиями международных стандартов. В противном случае мы будем воспроизводить практики дискриминации, которые существовали и существуют сейчас в нашей системе образования, но уже на более высоком уровне развития технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кликунов Н.Д. Системные риски, порождаемые развитием дистанционного высшего образования в России / Н.Д. Кликунов // Университетское управление. 2003. № 5-6(28). С. 78-80.
2. Слепухин А.Ю. Высшее образование в условиях глобализации: проблемы, противоречия, тенденции / А.Ю. Слепухин. М.: ФОРУМ, 2004. 136 с.
3. Артюшина И.А. Общественная оценка российского образования: РейтОР – 5 лет становления и совершенствования / И.А. Артюшина. М.: РейтОР, 2010. 89 с.
4. Оценка уровня доступности вузовской информации в период вступительной кампании. 2008 // Федеральный образовательный портал. Дата обращения: апрель 2010. www.edu.ru/abitur/rating/Rating_of_sites_for_abitur_2008.htm.

Муханова Светлана Анатольевна –
директор лицея
Саратовского государственного
технического университета

Mukhanova Svetlana Anatolievna –
Headmaster of the Lyceum
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 09.06.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 378.14

А.Т. Саркулова

**ТРУДОВАЯ ЖИЗНЬ РАБОТНИКОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Статья посвящена рассмотрению качества трудовой жизни работников отдельных предприятий Саратовской области. Автор уточняет содержание понятия «качество трудовой жизни». Рассматриваются основные факторы удовлетворенности трудом. В статье подчеркивается важность изучения трудовой жизни работников для проведения эффективной социальной политики, повышения качества трудовой жизни работающего населения.

Трудовая жизнь, качество трудовой жизни, удовлетворенность трудом.

A.T. Sarkulova

**LABOUR LIFE OF SARATOV REGION WORKERS:
THE COMPARATIVE ANALYSIS**

The article is dedicated to the consideration of labor life quality of the separate enterprises workers of the Saratov region. The author specifies the concept «quality of a labor life». Major factors of satisfaction are considered by work. In the article the importance of labor life studying of workers for carrying out the effective social policy, improvement of labor life quality of the working population is underlined.

Labor life, labor life quality, work satisfaction.

В настоящее время в отечественных исследованиях социально-экономического положения работников наблюдается противоречие между знаниями о его объективной и субъективной сторонах. Для анализа объективной стороны (видов и структуры занятости, оплаты труда и ее дифференциации, трудовой мобильности и др.) собирается обширная статистическая информация. В отличие от нее изучение субъективной стороны, т.е. мнения самих работников о соответствии этих характеристик их социальным интересам, в настоящее время практически не осуществляется.

В современных условиях модернизации России, в т.ч. социально-трудовых отношений, когда положение работодателей все больше зависит как от привлечения и закрепления кадров, так и от их продуктивного использования, подход к трудовым ресурсам должен быть пересмотрен. Давно уже известно, что они являются не просто производственными ресурсами, но полноправными партнерами с индивидуальными и групповыми интересами, далеко не всегда совпадающими с интересами работодателей. Поэтому изучение и на его основе учет запросов работников в настоящее время выступает необходимым элементом развития социально-трудовых отношений, гражданского общества, а также страны в целом.

Широкими возможностями изучения социальных интересов работников и степени их реализации на конкретных объектах занятости обладают исследования трудовой жизни. В их контексте трудовая деятельность наемного персонала рассматривается не как сугубо технологический процесс, а как активная и продуктивная часть жизнедеятельности, в ходе которой работники реализуют созидательный потенциал и зарабатывают средства существования для себя и своей семьи.

В научный оборот понятие трудовой жизни введено в 60-х годах американским ученым Л. Дэвисом. Оно подразумевает взаимоотношения между персоналом предприятий и его производственным окружением, охватывающие контакты с материально-вещественными факторами производства (средствами, предметами, условиями труда) и социальной средой (коллегами, руководством и др.). Эти взаимоотношения формируют качество трудовой жизни, неразрывно связанное с качеством жизни и возможностью личностного развития человека согласно его духовным, нравственным и интеллектуальным потребностям [4, с.7].

На наш взгляд, наиболее полным является рассмотрение качества трудовой жизни во взаимосвязи объективной и субъективной сторон: организация и содержание труда, его оплата, стимулирование и мотивация, создание благоприятных и безопасных условий трудовой деятельности, соотношение рабочего и свободного времени, психологический климат в коллективе, удовлетворенность трудом, чувство социальной полезности и гордости выполняемой работой, качество досуга, развитие и совершенствование человека. Важно отметить, что от того, насколько качество трудовой жизни устраивает работников, зависят их заинтересованность в индивидуальных и коллективных результатах труда, желание расширять и совершенствовать профессиональный и квалификационный потенциал, связывать свою трудовую карьеру с данной организацией.

Для изучения трудовой жизни используется метод эмпирических социологических исследований. Сбор первичной информации проводится выборочным опросом работников посредством анкетирования, содержащего вопросы об объективных сторонах трудовой деятельности и субъективных оценках респондентами разных аспектов своего социально-экономического положения.

Основным индикатором качества трудовой жизни является удовлетворенность работой, которая в комплексе отражает сбалансированность запросов работников к содержанию, характеру и условиям труда с субъективными оценками возможностей их реализации. Это оценочное отношение работника к совокупности аспектов трудовой деятельности служит также показателем адаптации персонала к трудовой ситуации в организациях.

При этом отправной точкой может быть определение, что удовлетворенность трудом – это состояние сознания, продуцирующее положительные реакции на процесс реализации ожиданий по тем или иным проблемам производственной жизни [3, с.14]. Социальные показатели удовлетворенности состоят в следующем: состояние трудового (эмоционального) сознания; формы влияния на это состояние; удовлетворенность конкретными процессами трудовой деятельности; групповые устойчивые реакции в виде общественного мнения и социальные действия людей.

В социологической науке имеется достаточное количество методологических оснований для интерпретации понятия «удовлетворенность трудом». Ф. Герцберг в конце 50-х гг. XX века выделил два фактора – «мотивация» и «гигиена». Согласно его концепции мотивация складывалась из элементов – успех, признание, характер работы, ответственность, развитие личности; гигиена включала правила трудового распорядка, характер руководства, зарплату, межличностные отношения и условия труда. При этом была отмечена закономерность: если учет факторов мотивации повышает удовлетворенность, то неучет факторов гигиены, прежде всего, способствует росту неудовлетворенности [1, с.56-57]. Дуализм природы факторов удовлетворенности трудом признается большинством исследователей, однако классификация предлагается разная: в отечественной традиции принято выделять производственные и внепроизводственные, в западной – внутренние и внешние [2, с.4].

Последние два десятилетия ознаменовались значительными социально-экономическими изменениями, а также изменениями в духовной жизни российского общества. Они не могли не отразиться на отношении работников к труду и на различных конкретных показателях их трудовой деятельности. На отношение работников к труду влияют сложившаяся духовно-культурная атмосфера в обществе, господствующие в обществе ценности.

В советский период существовали ценности, положительно влияющие на отношение к труду: коллективизм, патриотизм, значимость интересов общества и др. Некоторые ценности капитализма также играют положительную роль в отношении к труду: стремление иметь большие доходы и др.

Предпринятый учеными анализ удовлетворенности работой позволил выявить следующие ее компоненты:

удовлетворенность базовыми условиями труда (уровень и система зарплаты, условия труда, качество и уровень организации работ);

удовлетворенность содержательной стороной труда (важность и содержание труда, престижность работы как фактор повышения статуса работника, отношения в коллективе с точки зрения реализации социальных потребностей).

В дальнейшем на основе материалов социологических исследований как за рубежом, так и в России состав компонентов удовлетворенности работой был дополнен удовлетворенностью гарантиями занятости как фактором уверенности в завтрашнем дне и стабильности условий жизнедеятельности.

На наш взгляд, определяющими для разграничения групп факторов должны быть не границы, территории организации, а грань между реальностью и ее осознанием человеком.

В рамках независимого исследования положения работников проведен выборочный опрос работников отдельных промышленных предприятий и учреждений бюджетной сферы Саратовской области. Выбор данных категорий работников не случаен. В Саратовской области в областных учреждениях бюджетной сферы трудятся порядка 180 тыс. человек. С учетом федеральных бюджетных учреждений – порядка 300 тыс. человек. Каждый третий работающий – бюджетник. Доля работников, занятых в промышленности, в общей численности работников региона также достаточно высока – 24%.

Уровень удовлетворенности работой и ее детерминанты стали основным звеном анализа материалов исследования трудовой жизни работников бюджетной сферы Саратовской области. Удовлетворенность трудом, измеряемая только социологическим путем, может рассматриваться как точный показатель благосостояния человека в целом.

Результаты исследования показали высокий уровень удовлетворенности работой. Вариация удовлетворенности работой по возрасту также имеет типичные проявления. Самой низкой она оказалась в группах лиц молодого возраста (до 30 лет) – на уровне 45%, а у респондентов наиболее активного трудового возраста превысила 70%.

Чтобы выяснить субъективные причины удовлетворенности работой, она была разложена на составляющие ее компоненты. Респондентам предлагалось отметить, какие из них обуславливают привлекательность работы в организациях. В табл. 1 приведен рейтинг компонентов, среди которых респонденты выделили только один в качестве субъективно самой значимой причины.

Таблица 1

Работники о самых значимых причинах удовлетворенности работой, %

Причина	Все респонденты	Удовлетворенные работой
Хорошие отношения в коллективе	34,8	34,6
Нравится выполняемая работа	21,7	24,7
Возможность повысить квалификацию, должность	17,4	11,4
Социальные гарантии	13,0	13,9
Отношения с руководством	8,7	5,9
Другое	3,2	4,7
Размер заработка	1,2	4,8

Самой рейтинговой причиной удовлетворенности работой являются хорошие отношения в коллективе. Данный факт показывает, что в трудовой сфере социальное окружение, межличностные отношения в коллективе являются прямым фактором удовлетворенности работой.

Для респондентов, которые удовлетворены работой, значимость ее содержания также находится в числе первых позиций рейтинга. Эта причина важна, так как работа является не только средством удовлетворения материальных запросов, но и самостоятельной жизненной ценностью. Причинами удовлетворенности трудом также являются перспективы квалификационного и должностного роста, наличие социальных гарантий.

Большинству опрошенных (65,2%) нравится выбранная специальность (профессия), однако доля равнодушных к своей профессии также является немаленькой (13%). Отношение к специальности (профессии) как косвенная характеристика содержания труда – один из самых значимых факторов удовлетворенности (неудовлетворенности) работой. Зависимость между этими переменными, прежде всего в аспекте влияния на удовлетворенность, теснее, чем по фактору оплаты труда. В свое время данный тип зависимости дал основания ряду специалистов считать основным мотиватором удовлетворенности сам труд, а не его, по терминологии Ф. Герцберга, «гигиенические» стороны (зарплата, условия труда и др.). Вместе с тем, не утрачивает популярности и точка зрения, согласно которой, для работников не так важно содержание труда, как его оплата.

Но, как и многие исследователи, полагаем, что указанные взгляды на важность факторов удовлетворенности (неудовлетворенности) работой исходят из спорных теоретических предпосылок.

В реальности проблема приоритетных факторов качества трудовой жизни заключается, скорее всего, не в разной насыщенности физиологических и духовных потребностей, а в неодинаковых шансах их реализации.

Характеристикой удовлетворенности как отношений сознания и реальности является не только осознание внешних условий, но и их связь с поведенческой установкой на их изменение, в нашем случае – с желанием «сменить место работы». По полученной информации, желание «продолжать работать в данной организации» в наибольшей степени выражена у работников бюджетной сферы, в которой имеются социальные гарантии в отличие от ряда предприятий коммерческого сектора, где в условиях кризиса «острой» проблемой стало нарушение трудовых прав работников.

Сопоставляя удовлетворенность трудом по гендерному признаку, зарубежные исследователи отмечают, что среди женщин данный показатель выше, и это, несмотря на отсутствие определенных преимуществ на рынке труда. Проведенное исследование показало, что женщины несколько более удовлетворены условиями труда, выполняемой работой, мужчины несколько чаще лидируют в категории «удовлетворенных не в полной мере».

Компоненты неудовлетворенности работой также были проранжированы респондентами по степени важности, и рейтинг самой важной причины для всех опрошенных и тех, кто не удовлетворен работой, представлен в табл. 2.

Основной причиной неудовлетворенности работой является заработная плата, что еще раз доказывает, что уровень оплаты труда все еще остается острым вопросом, характерным не только для бюджетной сферы, но также и для реального сектора экономики. Однако она не предопределяет общей оценки качества трудовой жизни. Несмотря на недовольство заработком, в целом все же респонденты удовлетворены работой. Это соответствует взглядам Ф. Герцберга и его сторонников о слабом влиянии зарплаты на уровень удовлетворенности работы, но не согласуется с ними в аспекте ее определяющего воздействия на уровень неудовлетворенности.

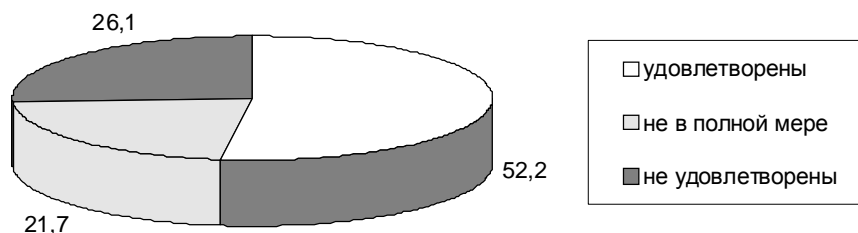
Итак, одной из самых значимых характеристик отношения к труду является удовлетворенность им. В ходе социологического исследования было выявлено, что удовлетворены

работой 52,2% работников, удовлетворены не в полной мере – 26,1%, не удовлетворены своей работой – 21,7% (см. рисунок).

Таблица 2

Работники о самых значимых причинах неудовлетворенности работой, %

Причина	Все респонденты	Не удовлетворенные работой
Не устраивает заработок	52,2	82,1
Плохие условия труда	8,2	1,9
Не устраивают отношения в коллективе	0,0	0,0
Не устраивают отношения с руководством	7,7	2,3
Нет перспектив повысить квалификацию	4,3	1,4
Не нравится профессия, специальность	4,3	0,7
Недостаточность социальных гарантий	13,0	10,3
Работа устраивает не в полной мере	8,7	1,3
Другое	0,5	0,0



Уровень удовлетворенности (неудовлетворенности) работой, %

Анализ материалов исследования трудовой жизни работников организаций Саратовской области в целом показал удовлетворенность работой. В то же время, по мнению самих работников, повысить качество трудовой жизни могло бы не только повышение уровня заработной платы, но и улучшение отношения руководства к подчиненным, участие руководителей в жизни коллектива.

Таким образом, управление в сфере социально-трудовых отношений как на государственном уровне, так и на уровне организации требует аналитического обеспечения, в частности посредством организации социологических исследований, результаты которых дают возможность выявить социальное самочувствие человека и выработать конкретные меры для улучшения трудовой жизни, повышения ее качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Herzberg F. One More Time: How Do You Motivate Employees? / F. Herzberg // Harvard Business review. 1968. January. February. P. 56-95.
2. Ильясов Ф.Н. Удовлетворенность трудом (Анализ структуры, измерения, связь с производственным поведением) / Ф.Н.Ильясов. Ашхабад: Ылым, 1988. 128 с.
3. Патрушев В.Д. Удовлетворенность трудом: социально-экономические аспекты / В.Д. Патрушев, Н.А. Калмакан. М.: Наука, 1993. 293 с.
4. Платонов О.А. Повышение качества трудовой жизни: опыт США / О.А. Платонов. М.: Культурно-производственный центр «Рада», 1992. 188 с.

Саркулова Альбина Тохтамысовна – аспирант кафедры «Гуманитарные науки» Энгельсского технологического института

Sarkulova Albina Tohtamysova – Postgraduate Student of the Department of «Humane Studies» of Engels Technological

(филиала) Саратовского государственного
технического университета

Institute (branch)
of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 16.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

УДК 316.4

В.В. Яковлева

РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА СОЦИАЛЬНУЮ ПОЛИТИКУ ПРЕДПРИЯТИЙ

Финансово-экономический кризис актуализировал академическую и публичную дискуссию о рамках социальной ответственности бизнеса, ресурсных возможностях компаний и социального развития организации, о планировании социальной политики в предпринимательских организациях. Непрозрачные институциональные отношения, их иерархическая структура, слабые институты гражданского общества явились причинами изменения качества социальной политики предприятий в период финансово-экономического кризиса.

Корпоративная социальная политика, занятость, заработная плата, социальный пакет, социальные программы, эффективность.

V.V. Yakovleva

REGIONAL ASPECTS INFLUENCING THE FINANCIAL-ECONOMICAL CRISIS AND SOCIAL POLICY OF ENTERPRISES

Financial and economic crisis brought up academic and public discussions about frameworks of the business social responsibility, resource opportunities of the companies and social development of the organizations, about social policy planning in the enterprises. Obscure institutional relations, their hierarchical structure, weak institutes of civil society were the reasons to change the quality of enterprises social policy during the financial and economic crisis.

Corporate social policy, employment, salary, social package, social programs, efficiency.

Признаки начинающегося финансово-экономического кризиса стали заметны уже в 2007 г. На протяжении почти всего 2008 года, до октября, российские чиновники, банкиры и бизнесмены заявляли, что России нечего бояться глобального финансового кризиса, так как она, по их мнению, развивается сама по себе, довольно изолирована от западной экономики и будет в состоянии пережить любой шторм [19]. Однако первые проявления кризиса в России незамедлительно сказались и на социальной сфере бизнеса. После заявлений В. Путина [15] и Д. Медведева [8], в российской прессе от 8 октября 2008 г. можно было уже прочитать о начавшихся сокращениях в российских компаниях [16], остановках конвейеров и сокраще-

нии рабочих дней [1]. Снижение зарплат, пересмотр бонусных формул, сокращение расходов на персонал также являлись одними из первых антикризисных мероприятий [24].

В этот начальный период спада экономики со стороны Российского Союза промышленников и предпринимателей поступило предложение о внесении поправок в трудовое законодательство об отмене двухмесячной компенсации и выплате лишь выходного пособия. Это заявление вызвало бурю возмущений со стороны общественности [12, 14, 22] и заставило задуматься о социальной ответственности бизнеса [9]. Такое развитие событий актуализировало академическую и публичную дискуссию вокруг следующих вопросов: где начинаются и заканчиваются рамки социальной ответственности бизнеса, как соотнести ресурсные возможности компании с социальным развитием организации, какой должна быть социальная политика предприятия в «хорошие времена», чтобы в кризисных ситуациях возникало как можно меньше конфликтных вопросов?

В рамках исследования качества социальной политики в г. Саратове, руководителям и менеджерам компаний были заданы вопросы о влиянии кризиса на социальную политику предприятий. Оценка проводилась по следующим направлениям: перемещения персонала, политика в области зарплат, условия и безопасность труда, развитие персонала, социальный пакет. Нас интересовали не только происходящие изменения в сфере социальной политики, но и мнения экспертов о причинах этих изменений, их стратегии поведения в условиях кризиса, влияние персонала на принятие решений об изменениях. Было предложено сравнить данную ситуацию с кризисными явлениями начала девяностых и 1998 года в частности. Кроме того, экспертам были заданы вопросы о том, осуществляется ли планирование социальных мероприятий и программ в организации, существуют ли их мониторинг и оценка. Нами были опрошены как руководители крупных предприятий с численностью персонала в несколько тысяч человек, так и руководители малого бизнеса с численностью персонала до 100 человек. Исследуемые организации относились к различным отраслям: добывающей и обрабатывающей промышленности, торговле и финансовой деятельности.

Состояние социальной политики в региональных организациях зависит от особенностей социально-экономического развития области, структурных особенностей рынка труда, особенностей взаимодействия бизнеса и власти, гражданской активности самого населения. Нельзя не учитывать и время существования организации на рынке труда, её размер, форму собственности, а также особенности складывающихся властных отношений в России, которые, безусловно, накладывают отпечаток на формирование социальной политики в организации.

В агломерации Саратов – Энгельс проживают около 40% жителей Саратовской области. Доля промышленности соответствует среднестатистическим российским показателям (30,6%). В области сохранились крупные производства разных отраслей: электроэнергетики, машиностроения, химии, пищевой промышленности. Сравнивая важнейшие показатели Саратовской области с другими регионами Поволжья до 2008 г., можно сделать вывод о более низких темпах ее социально-экономического развития [21]. Это объясняется в первую очередь низкой долей сырьевой экспортно-ориентированной промышленности в регионе, которая дает основной рост промышленного потенциала. Среди причин, объясняющих отставание области в социально-экономическом развитии, можно назвать низкую инвестиционную активность и, как следствие, медленное развитие третичного сектора. В результате этих причин отличительными особенностями региона являются невысокие доходы населения и повышенный уровень безработицы. Но в целом эксперты относят Саратовскую область к региону-«средняку», в основном за счет развитого уровня сельского хозяйства [7].

Среди структурных особенностей рынка труда важно отметить следующее. Еще с середины девяностых в Саратовской области преобладала доля занятых в организациях с частной формой собственности [21]. В 1995 г. она составляла 48%, что было значительно выше средних показателей по Приволжскому федеральному округу (31%) и по Российской Федерации в целом (42%). И хотя к 2008 г. эти показатели в сравнении с другими регионами вы-

ровнялись, этот факт не мог не оказать влияния на формирование особенностей социальной политики на предприятиях области. Заметные изменения с 1998 г. произошли в отраслевой структуре занятости. Значительно снизилась доля занятых в сельском хозяйстве (с 22 до 14%), и обрабатывающей промышленности (с 19 до 15%). Зато увеличилось число работников в торговле, с 12 до 17%. Так как большое количество крупных саратовских предприятий принадлежали к ВПК или были ориентированы на машиностроение, то с начала 1990-х можно наблюдать постоянное сокращение занятых на этих предприятиях в результате их медленной стагнации. Доля занятых в промышленности на начало 2008 г. составляла 19% [5]. Малый бизнес в области слабо развит.

Последствия кризиса в первую очередь почувствовали работники, занятые в строительстве, промышленности и транспорте [20]. Во-первых, эти отрасли наиболее зависимы от инвестиций и кредитов, во-вторых, многие промышленные предприятия Саратова и области на момент начала кризиса находились в депрессивном состоянии после кризисных явлений 90-х. В-третьих, сказалась ориентированность части промышленного производства на госзаказ, автомобильную промышленность и станкостроение, в-четвертых, работа менеджеров некоторых областных предприятий была оценена как непрофессиональная [10]. Перечень основных антикризисных мер традиционен. Это перевод работников на неполную занятость, неоплачиваемые отпуска, сокращение зарплат и их задержка, увольнения. И если в ноябре-декабре большинство населения города (66%) еще не замечают последствий кризиса [3], то в конце января и в феврале сообщения министерства труда, занятости и миграции напоминают сводки с фронта [11]. Пик сокращений пришелся на февраль-апрель 2009 г., на это же приходится пик сокращений по всей России.

Мы попросили экспертов оценить влияние кризиса на сокращение персонала, заработную плату и сравнить ситуацию с девяностыми годами. Все эксперты отметили, что, прежде всего, кризис повлиял на объем производства. Поэтому руководители и собственники оказались перед дилеммой: сократить часть персонала или выбрать стратегию неполной занятости. Для крупных промышленных предприятий сокращение персонала являлось крайним шагом. Даже если ситуация была очень тяжелой, первыми антикризисными мероприятиями были перевод рабочих на неполную занятость или предоставление им неоплачиваемых отпусков. Отчасти такое поведение объясняется давлением местной власти. Так, например, в феврале в прессу просочилось заявление группы бизнесменов о том, что их заставляют фальсифицировать статистические данные о сокращениях и изменениях заработной платы, то есть не отображать в статистической отчетности цифры о реально уволенных и снижении заработной платы. В противном случае им угрожали налоговыми проверками и «прокурорскими» мерами [2].

Сами руководители по-разному отнеслись к такому понятию как «массовое сокращение». Для одних увольнение 300 человек – вовсе не массовое сокращение, а для других – это потеря.

«Мы сократили 300 или около трехсот человек. То есть это не так уж и много. Даже это может процента два. Сократили в принципе. Это даже не считалось массовым сокращением» (Руководитель службы персонала электротехнического предприятия).

«До этого мы проводили сокращения, но они были локальными, скажем так... А в этом году у нас произошло массовое сокращение. Мы сократили триста, сразу, махом одним, в течение одного месяца мы сократили махом триста людей и плюс еще около ста восьмидесяти людей у нас сами по себе... естественный уход составил, в связи со снижением объемов, снижение заработной платы... люди сами ушли. Поэтому мы потеряли в этом году пятьсот человек. Из четырех тысяч» (Руководитель машиностроительного предприятия).

Чтобы сгладить конфликт между властью и предприятием, по признанию самих руководителей, в первую очередь под сокращение попадали пенсионеры, которые, как известно, после увольнения по сокращению не приобретают статус безработного.

В более выгодной ситуации оказались небольшие организации с численностью персонала до 500 человек. Такие организации меньше попадают в зону внимания региональной власти и у них больше возможностей самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям рынка. Им также пришлось оптимизировать затраты, но не за счет персонала. Например, на одном из исследуемых предприятий была изменена стратегия производства продукта. Вместо работы под заказ начали производить продукцию более дешевую и пользующуюся массовым спросом. В другой организации была проведена реструктуризация. Высвободившийся персонал был переучен и отправлен в другие отделы. Но если небольшая организация не может быстро перестроить свою политику и технологии, то сокращение персонала проходит в них более жестко, чем на крупных предприятиях. Так, на одном из производств было сокращено около 50% штата. Менеджментом было решено:

«Кто дольше всех работает и к кому меньше вопросов, остаются. Остальные в свободное плавание».

Работники были поставлены перед выбором:

«или ищите другую работу, или ждите, когда что-либо появится» (Руководитель предприятия по производству пластиковых окон).

Так как заработная плата в этой организации во многом зависела от выработки, то работникам фактически ничего не осталось, как уволиться по собственному желанию.

К сокращению зарплат пришлось прибегнуть в подавляющем большинстве компаний Саратова. Согласно официальным заявлениям администрации города, средняя заработная плата в июле 2008 г. составляла 15 060 рублей, а задолженность по зарплате отсутствовала [13]. Данные за июль 2009 г. отмечают рост среднего заработка по сравнению с июлем 2008 г. на 6,7% до 15 986,9 руб. [18]. Просроченная задолженность по заработной плате по состоянию на первое августа 2009 г. составила 18,2 млн руб. Официальные данные о среднем заработке в городе вводят в заблуждение. По мнению экспертов, средняя заработная плата в первом полугодии 2009 г. имела тенденцию к снижению и летом 2009 г. не превышала 11 тыс. рублей. Такие различия можно объяснить небольшим повышением зарплат в бюджетной сфере и наличием высоких заработков в организациях, осуществляющих добычу полезных ископаемых, где средний заработок превышает среднюю заработную плату по городу в два раза.

Если сравнивать сегодняшнюю ситуацию по зарплатам с кризисом 1998 года, то можно обнаружить как различия, так и схожие моменты. Если результатом снижения зарплат в 2008-2009 гг. были пересмотры бонусных формул и премиальных, сокращение рабочего времени, то в 1998 г. такого официального перерасчета не было. Официально уровень зарплат оставался неизменным, но в результате отсутствия индексации и постоянно растущей инфляции произошло резкое падение доходов населения.

Изменение доходов населения в 2008-2009 гг. оказалось не таким масштабным. Некоторым наемным работникам пришлось столкнуться с задержкой выплаты зарплат. Но если сравнивать современный процесс с 1998 годом, то он распространяется на меньшее количество организаций, да и реакция власти на задержки зарплат в 2008 г. оказалась более жесткой.

«Законы уже отработаны. Силовые структуры уже отработаны. Следят за соблюдением закона: налоговая, прокуратура. Им все равно: есть деньги, нет денег. Раньше, в девяностые годы, я мог отсрочку по налогам сделать, я мог не платить год. Задолженность на нашем предприятии составляла до 9 месяцев. И никто меня не трогал, никто за это не брал, не сажал. Была лучшая ситуация. Законы были еще несовершенны. А сегодня это очень сложно. И очень многие мои коллеги пострадали. Не по их вине» (Руководитель машиностроительного предприятия).

По мнению наших собеседников, еще одной общей чертой кризисов 1998 г. и 2008 г. явилось возвращение работодателей к выплате части зарплат в конверте. Эксперты говорят, что стремление бизнеса минимизировать налоговые платежи с зарплат закономерно: предпринимателям не хватает средств, и снижение «белой» части зарплаты позволяет экономить.

По мнению РБК daily, сами сотрудники легко соглашаются на «серую» зарплату, так как это позволяет им сохранить размер заработка [4].

Стоит заметить, что в кризисной ситуации далеко не все компании возрождают практику «серых» зарплат. Но даже те предприятия, которые не собираются отказываться от легальной выплаты жалования с перечислением всех налогов, часто меняют официальную схему оплаты труда, что тоже позволяет им экономить [6]. Речь идет о разделении официальной зарплаты на небольшую, но зафиксированную в трудовом договоре обязательную часть, и на так называемые ежемесячные бонусы, которые в совокупности и составляют зарплату.

Такие ухищрения не приводят к налоговой экономии и формально никак не нарушают законодательство, однако существенно удешевляют и упрощают массовые сокращения, урезание зарплат и другие кадровые манипуляции. Ведь в случае увольнения или выплат по больничному листу в расчет принимается лишь та небольшая сумма, которая указана в трудовом договоре. А все остальное считается премией, которую работодатель просто регулярно начислял по итогам работы. Изменяя размер этой премии, которая обычно составляет не менее половины всех ежемесячных выплат, можно легко, а самое главное, не нарушая условий трудового договора, в любой момент снизить работнику зарплату. При легальной схеме начисления зарплаты, бонусная часть может составлять от 15 до 50%. Такая практика характерна для организаций, занимающихся оптовыми продажами. Причем иногда неофициальным работодателем для торговых представителей является какая-нибудь крупная корпорация, но фактически с людьми работает компания-дистрибутор, которая и проводит данную политику в области зарплат¹.

Коренным отличием влияния кризиса на зарплату сегодняшнего дня от кризиса девяностых является отсутствие бартерных схем и выдачи части зарплаты товаром. Безусловно, сокращения и снижение заработных плат не могло не сказаться на социальном самочувствии работающих и психологическом климате в организациях, а значит, косвенно отразились на производительности труда:

«Сказался кризис на каждом сотруднике. Это была нервозность, ощущение угрозы, непостоянства. Общее состояние тревоги. Боязнь сокращений помимо того, что давало тревогу очень большую, давало еще потенциал для развития. Все стремились обучаться, все стремились показать свою деятельность. По осени все адаптировались. На смену пришла апатия» (Руководитель службы персонала банка).

Стремление сэкономить, заставило бизнесменов пересмотреть содержание социального пакета. Фактически у руководителей было три варианта ответа на кризис в сфере социального пакета: отменить все дополнительные социальные услуги; оптимизировать расходы на социальные услуги, сократив часть льгот; оставить социальный пакет без изменения. И компании отреагировали на кризис, изменяя социальный пакет исходя из своих экономических возможностей, организационной культуры и соответствия социального пакета общим бизнес-целям организации. Характерными для московского рынка труда оказались следующие тенденции. Те компании, которые вводили социальные пакеты под давлением внешней среды, легко отказались от социальных услуг, повышающих жизненный уровень сотрудников, но не влияющих на условия труда. Некоторые организации предпочли переложить затраты на социальный пакет на плечи самих работников, то есть, компания предоставляет возможность купить, например, медицинскую страховку по корпоративным тарифам, но за свой счёт. Там же, где не произошло изменений социального пакета, как правило, он изначально был небольшим и все функции социального пакета просчитывались [17].

В отличие от московских компаний, изменения в социальных пакетах саратовских организаций произошли в значительно меньшей степени. И на это есть свои причины. Во-первых, рынок труда в Саратове менее развит и обладает меньшей гибкостью. Мало таких

¹ Сведения взяты из наблюдений во время работы автора в компании, занимающейся оптовыми продажами.

крупных компаний, где стратегии предоставления социальных услуг встраиваются в общую стратегию развития бизнеса. Нет конкуренции за работника, заставляющей вводить определенный комплекс социальных услуг. Социальный пакет многих компаний весьма ограничен, а понимание «социального пакета» застряло на уровне девяностых. Некоторыми руководителями малых и средних предприятий не разделяются понятие «социальный пакет» и соблюдение трудового законодательства. Они считают, что у них есть возможность оказывать только материальную помощь, «по мере надобности». Причем «надобность» эта четко не определена или ограничивается узким списком стандартных ситуаций: свадьба, рождение ребенка, похороны, подарки детям к Новому году. В таких организациях и менять-то было нечего. Кризис минимально сказался на данном «наборе» социальных услуг. Возможно, немного сократился размер выделяемой помощи да корпоративные праздники стали проще.

Во-вторых, в Саратове сохранилось достаточное количество предприятий с сильной корпоративной культурой Советской эпохи. Руководители этих предприятий являются воспитанниками данных организаций, работают в компании не один десяток лет. У них свое мнение о том, какой должна быть социальная политика на предприятии. На балансе этих предприятий до сих пор находятся учреждения социальной сферы, такие как детские лагеря, санатории, спортивные комплексы. Кроме того, все права работников в сфере социальных услуг прописаны в трудовых и коллективных договорах, и нарушение этих прав чревато проблемами с законом. Минусом в данной ситуации является отсутствие мониторинга и постоянной оценки эффективности социальных программ, негибкость в подходе к формированию социального пакета, непонимание того как социальный пакет может содействовать развитию бизнеса.

В-третьих, на предприятиях с «советской» организационной культурой довольно развита оплата обучения в техникумах и вузах, и кризис этой составляющей социального пакета практически не коснулся. Это связано с дефицитом определенных специалистов на региональном рынке труда. Такие профессии как энергетик или инженер-механик непопулярны среди молодежи, а предприятия не могут предложить таким специалистам достойную оплату труда. Кадровые работники стареют, и заменить их некем. Через систему наставничества, перспективы карьерного роста и предоставление возможности получить высшее образование, предприятие привлекает необходимых ему специалистов, и кризис никак не влияет на эту составляющую социального пакета. Следует отметить, что, безусловно, услуга по оплате высшего образования предоставляется молодым людям, зарекомендовавшим себя. В частных компаниях ситуация с обучением иная. Оплата внешнего обучения свернула до минимума. В основном она распространяется на специалистов из бухгалтерии. Другие же специалисты повышают свою квалификацию через систему внутреннего обучения.

Проанализировав влияние кризиса на социальную политику в Саратове, мы можем сделать следующие выводы. Больше всего кризис повлиял на социальную политику крупных предприятий с большой численностью работников. Речь идет о сокращениях, не таких масштабных, как в 90-х, но довольно ощутимых для области. Сокращение рабочих мест во время экономических кризисов, естественное явление. Но со стороны наемных работников возникают претензии по поводу социальной ответственности бизнеса. Логическим выходом из сложившейся ситуации могла бы стать разработка определенных соглашений, где бы четко и понятно было прописано, когда и при каких условиях компании переводят рабочих на сокращенное рабочее время, как и кем будет компенсироваться потеря доходов в данном случае. Очень важны информированность и понимание работодателя, на что он имеет право в кризисных ситуациях. В мае 2009 г. Российской трехсторонней комиссией по регулированию социально-трудовых отношений были разработаны Рекомендации по взаимодействию социальных партнеров в организации в условиях экономического кризиса [23]. Но, как правило, такие документы носят чисто декларативный характер. Институт трипартизма в стране фактически не работает. Ни один из опрашиваемых руководителей крупных предприятий не заявил об участии отрасли в переговорах на тему взаимодействия в условиях кризиса. Данный

документ не представлен ни на сайте администрации города, ни на сайте министерства занятости, труда и миграции Саратовской области. Фактически государство в единственном лице конструирует ту институциональную среду, в которой бизнес и профсоюзы вынуждены играть по заданным правилам.

Что касается практик использования выплат зарплат в конверте, то в настоящее время у работодателей есть вполне легальные способы ухода от налогов, такие как аутсорсинг, привлечение физических лиц по гражданско-правовым договорам. И ждать каких-либо изменений в этой сфере не приходится, так как профсоюзы и тем более институты гражданского общества являются бездейственными. Их состояние можно охарактеризовать как социальная апатия.

Одной из актуальных проблем продолжает оставаться вопрос формирования социальных пакетов. Во время интервью многие эксперты говорили об отсутствии знаний, как при наличии определенного бюджета можно сделать социальную политику эффективной, об отсутствии у них инструмента оценки этой самой эффективности. Некоторые руководители небольших частных компаний, признавая важность социальной политики, считали, что спланированный социальный пакет для их компаний невозможен, и не понимали, что он может влиять на общее развитие бизнеса. К сожалению, консалтинговые услуги и социальный аудит недоступны многим компаниям в городе и воспринимаются менеджерами и руководителями как лишние затраты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов Д. Кризис вырвал на автозаводы / Д. Беликов // Коммерсантъ. № 182. 08.10.2008.
2. Бизнесменов заставляют скрывать число уволенных сотрудников. <http://triadsky.ucoz.ru/news/2009-02-06-4409>.
3. Большинство горожан не заметили влияния кризиса на их семьи. <http://news.navigators64.ru/bolschinstvo-gorojan-ne-zametili-vliyaniya-krizisa-na-ich-semi.html>. 05.12.2009.
4. В кризис все больше россиян получают «серые» зарплаты. <http://spb.rbc.ru/topnews/22/04/2009/296228.shtml>. 03.12.2009.
5. Зубаревич Н. Влияние кризиса на регионы России: мониторинг / Н. Зубаревич // http://atlas.socpol.ru/overviews/social_sphere/kris.shtml. 20.11.2009.
6. Кризис вернул «серым» зарплатам былую популярность. <http://berestok.pp.ua/uslugi-5/krizis-vernul-serim-zarplatam-bilyu-populyarnost-215.html>. 03.12.2009.
7. Куликов Г. Социальный атлас российских регионов. Портреты регионов / Г. Куликов. <http://atlas.socpol.ru/portraits/sar.shtml>. 25.10.2009.
8. Медведев Д.А. Российским банкам предоставят кредит на 950 млрд. рублей на пять лет / Д.А. Медведев. <http://newsru.com/finance/07oct2008/support2.html>. 05.10.2009.
9. Николаев И. Время ответственности / И. Николаев. http://www.rian.ru/trend/crisis_reaction_15102008. 05.10.2008.
10. Новостной портал <http://news.navigators64.ru>. 01.12.2009. Проведен анализ новостей за период ноябрь 2008 г. апрель 2009 г.
11. Новостной портал <http://triadsky.ucoz.ru>. 11.12.2009.
12. От кризиса до революции один шаг. <http://ikd.ru/node/7446>. 05.10.2009.
13. Официальный сайт администрации муниципального образования «Город Саратов». Социально-экономическое развитие. www.saratovmer.ru/content.php?id=301. 01.12.2009.
14. Панова О. Кто защитит трудовые права работников? / О. Панова. http://news.profsoyz.info/useful_texts/komu-nuzhny-profsoyuzu-2/. 05.10.2009.
15. Председатель Правительства России В.В. Путин провел заседание Правительства Российской Федерации. <http://www.government.ru/content/governmentactivity/mainnews/archive/2008/10/01/1254237.htm>. 05.10.2009.

16. Российские компании начинают увольнять сотрудников, чтобы смягчить последствия экономического кризиса. <http://newsru.com/finance/08oct2008/gotsacked.html>. 05.10.2009.

17. Семянистая Е. Исследование социального пакета компаний во время кризиса / Е. Семянистая. www.axesmg.ru. 03.12.2009.

18. Средняя зарплата в Саратове выросла на 34,6%. www.saratau.ru/news/newsid/162856/. 01.12.2009.

19. Сухоцкий К. Как финансовый коллапс США может отразиться на России / К. Сухоцкий. http://news.bbc.co.uk/1/hi/russian/business/newsid_7645000/7645263.stm. 05.10.2009.

20. Территориальная и социально-демографическая дифференциация кризисных настроений. <http://www.zircon.ru/>. 20.11.2009.

21. Центральная база статистических данных. <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi#1>. 12.10.2009.

22. Шершуков А. Чей туфля? (О финансовом кризисе, профсоюзах, бизнесе, власти) / А. Шершуков. http://www.cockpit.ru/trud_kodeks2.htm. 05.10.2009.

23. Щур Д.Л. Кадровые решения в кризисных условиях / Д.Л. Щур. М.: Финпресс, 2009. 144 с.

24. Юкиш Т. Труд без связи и обедов / Т. Юкиш // Финанс 28.11.2008. <http://www.finansmag.ru/articles/6877>. 05.10.2009.

Яковлева Виктория Викторовна – аспирант кафедры «Социальная антропология и социальная работа» Саратовского государственного технического университета

Yakovleva Viktoriya Viktorovna – Postgraduate Student of the Department of «Social Anthropology and Social Work» of Saratov State Technical University

Статья поступила в редакцию 10.05.10, принята к опубликованию 14.07.10

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 781.1

С.П. Полозов**СЕМАНТИКА МНОГОКРАТНОГО ПОВТОРЕНИЯ ВЫСОТЫ ЗВУКА
В ТВОРЧЕСТВЕ П.И. ЧАЙКОВСКОГО**

Статья посвящена вопросу об использовании приёма репетиции звука в творчестве Чайковского. Рассмотрены некоторые выразительные возможности репетиции звука, использованные в творчестве Чайковского. Результат исследования заключается в утверждении тезиса о том, что Чайковский не только заимствует технику репетиции и продолжает традиции, но и открывает новые аспекты, выступает как новатор.

Репетиция звука, музыкальная семантика, музыкальное содержание.

S.P. Polozov**SEMANTICS OF MULTIPLE REPETITION PITCH OF A TONE
IN P.I. TCHAIKOVSKY'S ART**

This article is dedicated to the question of repetition of a tone technique use in P.I. Tchaikovsky's art. The author has considered several expressive opportunities of tone repetition used in the art of P.I. Tchaikovsky. The result of research contains the thesis that Tchaikovsky did not only borrowed repetition technique and continued traditions, but also opened the new aspects and acted as the innovator.

Tone repetition, musical semantics, musical contents.

Семантическая интерпретация музыки – одна из центральных проблем музыкознания. На протяжении многих веков теория музыки стремилась найти семантические эквиваленты различным интонационным оборотам. Все эти обороты главным образом отличались друг от друга интервальным составом, который нередко становился главным критерием их идентификации и спецификации. Отсутствие интервального и звуковысотного разнообразия делает подобную идентификацию и спецификацию крайне затруднительной.

В связи с этим сохранение без каких-либо изменений высоты звука для мелодии является несколько противоестественным. Такое ощущение противоестественности возникает потому, что звуковысотная неподвижность противодействует мелодическому движению, препятствует ему или даже уничтожает его. Для формирования полноценных музыкальных

синтагм, в которых проявлялось бы интонационное своеобразие, необходима хотя бы минимальная степень звуковысотного разнообразия (см. [1]). Поэтому многократное, продолжительное повторение высоты звука, или отсутствие звуковысотного разнообразия, ставит проблему семантической составляющей музыки при нулевой звуковысотной информативности.

Данную проблему мы рассмотрим применительно к творчеству П.И. Чайковского, который неоднократно прибегал к приёму продолжительной репетиции звука в мелодии. При этом необходимо отметить следующее обстоятельство. Явно заимствуя данный приём у классиков, композитор, с одной стороны, выступает продолжателем сформировавшейся традиции, а с другой – привносит в его толкование новые аспекты. Мы постараемся раскрыть те новые качества звукового воплощения звуковысотной неподвижности мелодической линии, которые открыл композитор.

Впервые семантически целенаправленно и осмысленно Чайковский использовал продолжительную репетицию звука в III части Третьего квартета. И это не случайно. Данное сочинение является одним из первых, где композитор обратился к проблеме жизни и смерти, ставшей в дальнейшем характерной для его творчества. Здесь рельефно и в различных аспектах проявляется непосредственная связь с сонатно-симфоническим творчеством Бетховена. И в этом плане вполне естественным выглядит использование под влиянием Бетховена приёма репетиции звука для воплощения образа смерти¹. Вместе с тем претворение бетховенских принципов оказывается весьма оригинальным.

В III части квартета, ставшей сосредоточением печальной, траурной, скорбной лирики, противоречие жизни и смерти воплощено с поразительной силой. Противопоставление мертвенной неподвижности и энергии живых чувств происходит прежде всего на интонационном уровне. Поэтому приёму репетиции звука отводится весьма важная семантическая и драматургическая роль. Он последовательно проводится через всю часть.

Уже начальная, основная тема, передающая настроение глубокой душевной скорби, воплощена средствами мрачной речитации. Несомый ею образ смерти, вопреки ожиданию, звучит не бесчувственно. Эмоциональное напряжение создается острым ритмическим рисунком, из которого выделяется инвертированный пунктирный ритм, диссонирующей гармонии, особенно второй аккорд, содержащий в своей структуре малую секунду, а также противостоит естественным, внутренне противоречивым сочетанием *f* с *con sordino*. Трёхтактовая репетиция с двенадцатикратным повторением одного звука в мелодии настойчиво и непоколебимо проводится 5 раз (сначала 2 раза на звуке *b*, затем 2 раза на звуке *as*, наконец, 1 раз вновь на звуке *b*), и каждый раз она прерывается мучительным, слёзным распевом в партии первой скрипки, словно оплакивание невозможной утраты. Так уже на начальной стадии проявляется столкновение жизни и смерти, выраженное средствами интонационного противопоставления в мелодической линии звуковысотного однообразия и разнообразия.

Как мы видим, для воплощения образа смерти вслед за Бетховеном Чайковский использует приём длительной репетиции в мелодии. Однако, в отличие от Бетховена, оригинальность, своеобразие применения этого приёма проявляется в отсутствии связи с жанром траурного марша. Поскольку в этом фрагменте ощущается роковая неизбежность, напрашиваются параллели с бетховенской темой судьбы. Но и здесь есть отличие: у Чайковского данный приём получает более развернутое и структурно оформленное воплощение в музыкальном материале.

Вторая тема (ц.19, т.7) также основана на приёме длительной репетиции звука. Сохраняя суровую, мрачную, скорбную образную атмосферу первой темы, она предстаёт в облике церковной заупокойной молитвы. Здесь применены вокально-хоровые принципы изложения музыкального материала. Строгая, аскетичная хоральная фактура, имитирующая звучание

¹ Напомним, что с помощью приёма длительной репетиции Бетховен воплотил образы смерти в III части Двенадцатой фортепианной сонаты и во II части Седьмой симфонии.

церковного хора, с преобладанием «пустой» кварто-квинтовой звучности чередуется с псалмодической декламацией соло второй скрипки, играющей в довольно изысканном ритме один и тот же звук *b*, который непрерывно воспроизводится 41, 18 и 23 раза.

Как видим, в этом фрагменте нет прямой связи с бетховенскими методами использования репетиции звука. Различие в изображении похоронного обряда средствами репетиции заключается в том, что если у Бетховена он предстаёт в виде траурного шествия, то у Чайковского – в виде обряда отпевания. Таким образом, Чайковский создаёт абсолютно оригинальный способ применения этого приёма. Благодаря репетиции, изложение музыкального материала приобретает весьма характерное, специфическое звучание, которое предвосхищает звуковой облик речитативного раздела, предшествующего сцене появления призрака Графини из 5-й картины «Пиковой дамы».

Реприза первой темы (ц.24) вырывает ещё одну ассоциацию с творчеством Бетховена. Наряду с репетицией в мелодии здесь параллельно используется бетховенский приём тремолоподобной репетиции в басу, подобно предыкту перед побочной партией в Двадцать третьей фортепианной сонате Бетховена. Репетированный звук в виде фигурационного органного пункта вписан в партию виолончели. Сначала на звуке *b*, в бетховенском духе, происходит накопление напряженности, создавая ощущение неумолимости надвигающегося горя, но затем, с переходом органного пункта на *es* напряженность звучания ослабевает.

Пронизывая всю III часть квартета, репетиция звука как открывает, так и закрывает её. На протяжении заключительных 6 тактов в мелодии воспроизводится только звук *b*, повторенный 7 раз. Так окончательно утверждается мысль о безысходности перед лицом смерти.

Таким образом, отталкиваясь от бетховенских методов репетиции звука, Чайковский изобретает собственные оригинальные подходы к образно-смысловой трактовке этого приёма. В его музыке не только отсутствуют типичные для Бетховена жанровые признаки траурного шествия, но и проявляются черты вокально-хорового изложения. Декламационные разделы явно вызывают ассоциации с тем, как применялась длительная репетиция В.А. Моцартом в партии Командора из оперы «Дон Жуан» и Ф. Шубертом в песнях «Смерть и девушка» и «Путевой столб». Следовательно, Чайковский совершил своеобразное соединение существовавших ранее отдельно приёмов репетиции инструментального и вокального типов, наделив тем самым длительный повтор звука новыми смысловыми оттенками.

«Несостоявшееся» воплощение Чайковским темы судьбы в бетховенском духе в III части Третьего квартета полноценно реализовалось в Четвертой симфонии. В работе над этой симфонией композитор явно ориентировался на конкретный образец, прямо указывая, что она «есть подражание Пятой бетховенской» [6, с.34]. Говоря это, Чайковский имел в виду прежде всего общую бетховенскую идею борьбы человека с судьбой и композиционную роль темы судьбы, открывающей симфонию Бетховена. В симфонии Чайковского это нашло отражение в особой роли темы вступления, которую композитор определил как «фатум, это та роковая сила, которая мешает порыву к счастью дойти до цели» [5, с.216].

Открывающая симфонию тема фатума воплощена в виде тревожной и одновременно угрожающей воинственной фанфары. Она олицетворяет непреклонно-зловещие, враждебные человеку силы. В её основе – ритмически острая репетиция с двенадцатикратным повторением звука *as*. Первоначально она звучит *ff* у валторн и фаготов, тембр которых придает ей несколько тусклый и одновременно внутренне напряженный оттенок. Все обозначенные количественные и качественные характеристики звуковысотности, ритма, динамики и тембра удивительным образом соотносятся с вышеотмеченными свойствами начальной темы III части Третьего квартета, что позволяет говорить об их семантической близости между собой.

В отличие от бетховенской темы судьбы, тема фатума Чайковского жанрово определенная (она звучит как фанфарный сигнал), более развернутая и структурно оформленная. Она явно противопоставляется всему остальному музыкальному материалу симфонии и прежде всего своим достаточно статичным характером. Этому немало способствует дли-

тельная репетиция, создающая впечатление суровой застылости и неподвижности, а также привносящая некоторый оттенок безжизненности. Так тема становится олицетворением незыблемости грозной надчеловеческой, сверхъестественной силы.

Нельзя не отметить то, что не все исследователи принимают характеристику темы вступления, данную автором (см. [3, с.88]). На наш взгляд, намеренное сведение звуковысотной информативности к нулю, что свойственно для воплощения потусторонних по отношению к живым людям сил (как это было сделано Моцартом и Шубертом в вышеуказанных сочинениях), позволяет признать правомерным придерживаться авторской смысловой интерпретации. В духе авторской трактовки, например, высказывался Асафьев: «Тема вступления в своем устойчиво-могучем настоятельном и повелительном звучании властвует над всей структурой музыки симфонии, вмешиваясь, как *посторонняя* (курсив наш. – С.П.), но властно-волевая сила» [2, с.249].

Рассмотрение проблемы семантики многократного повторения звука на одной высоте в музыке Чайковского будет неполным, если не уделить внимания особому и наиболее яркому случаю использования данного приёма. Это сцена с призраком Графини в 5-й картине «Пиковой дамы». Однако данный приём проникает в музыку уже в разделе, предшествующем появлению призрака.

Этот речитативный раздел, где Герман вспоминает траурную процессию похорон Графини, по типу интонирования и характеру изложения музыкального материала напоминает вышерассмотренную вторую тему из III части Третьего квартета. Он показателен тем, что в его звучании парадоксальным образом соединяются и одновременно противопоставляются два типа интонирования, по сути опирающиеся на общую интонационную основу речитации. Параллельное сосуществование фактурных пластов подчеркивается ритмически, тембрально и фактурно. Речь Германа наполнена быстрой, торопливой, взволнованной речитацией, где звуковысотная неподвижность передает состояние замороженного оцепенения, возникающего под впечатлением от застывшего, бездыханного вида старухи в гробу, от взгляда на мёртвое лицо Графини. Репетиция звука в партии хора, звучание которого воспроизводит покаянную молитву, создавая отрешенное, сосредоточенное состояние.

Оба фактурных пласта вносят вклад в создание общей внутренней напряженности звучания. Причем из-за преобладания в мелодическом движении звуковысотной неподвижности, особое значение в её реализации приобретают иные выразительные средства. В партии Германа она создаётся прежде всего ритмической активностью. Для хора композитор указывает в партитуре, что он «должен петь громко, но очень издали» (кстати, аналогичное, несколько «сдавленное» противоестественным сочетанием преувеличенной громкости и тембровой приглушенности звучание мы уже отмечали и в начальной теме III части Третьего квартета, и в первом проведении темы фатума в Четвертой симфонии).

Итак, в рассмотренном разделе 5-й картины наблюдается одновременное сочетание двух семантических интерпретаций приёма репетиции. Вместе с тем объём охваченного этим приёмом музыкального материала несравним с тем, что происходит в следующей сцене, где Графиня после своей смерти является Герману как видение.

Образ призрака Графини целиком воплощается средствами репетиции. Вся вокальная партия призрака строится на одном звуке *f*, который воспроизводится 60 раз. Такая длительная звуковысотная неподвижность вносит ощущение мертвенного оцепенения, застылости. Благодаря нарочитой звуковысотной, динамической и темповой ровности, голос звучит холодно, бесстрастно, безжизненно.

Призрак Графини явился Герману не по своей воле, а по велению свыше. Он представляет не себя, за ним стоит более существенная сила. Он становится бесстрастным посредником, чувственно отстраненным от содержания передаваемого им сообщения. Такое состояние убедительно передано посредством речитации на одном звуке, так как благодаря

нулевой звуковысотной информативности непосредственные личные переживания героя полностью нивелируются.

Заметим, что связь подобной мелодической неподвижности с образом неживого существа [4, с.66] – явление весьма распространенное. Созданию облика призрака Графини посредством репетиции, выдержанной на одном тоне, предшествовали, например, хор духов ада из III акта оперы «Альцеста» К.В. Глюка, реплики Командора в опере «Дон Жуан» В.А. Моцартом, речь Смерти в песни «Смерть и девушка» Ф. Шуберта. В этом смысле можно считать, что Чайковский в данном случае поступал вполне традиционно. Однако после исчезновения призрака Графини репетиция на звуке *f* не прекращается. Её подхватывает Герман, находящийся под сильным впечатлением от услышанного. Оцепеневший и обезумевший, он, точно замороженный, дважды повторяет последние слова Графини «Тройка, семёрка, туз...», соответственно и звук *f* воспроизводится еще 12 раз. Следовательно, при сохранении внешних формальных признаков условий использования в музыкальной ткани приёма репетиции на протяжении этой сцены семантика этого приёма изменяется.

Таким образом, формы воплощения многократного повторения высоты звука в музыкальном материале в творчестве Чайковского весьма разнообразны. При этом из контекста можно выявить, что во всех рассмотренных случаях репетиция так или иначе, непосредственно или опосредованно связана с образом смерти или с той роковой силой, которая ведет к гибели. Предельное ограничение звуковысотного разнообразия и сведение информативности этого компонента к нулю по внешним признакам символизирует отсутствие жизни. И в этом подходе Чайковский неоригинален, так как заимствует данную общую идею у предшественников. Вместе с тем он находит собственные формы воплощения репетиции в музыкальном материале и соответственно расширяет информационное поле её семантики.

В сфере применения приёма многократного повторения звука Чайковский, безусловно, выступил как подлинный новатор. Ни один из рассмотренных примеров не был простым копированием, заимствованием. Будучи творцом, композитор в каждом случае осуществляет художественное открытие, обнаруживая новые синтаксические и семантические качества воплощения звуковысотной неподвижности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арановский М.Г. Синтаксическая структура мелодии: исследование / М.Г. Арановский. М.: Музыка, 1991. 320 с.
2. Асафьев Б.В. О музыке Чайковского / Б.В. Асафьев. Л.: Музыка, 1972. 376 с.
3. Должанский А.Н. Симфоническая музыка Чайковского: избранные произведения / А.Н. Должанский. Л.: Музыка, 1981. 208 с.
4. Мазель Л.А. Вопросы анализа музыки / Л.А. Мазель. М.: Советский композитор, 1978. 352 с.
5. Чайковский П.И. Переписка с Н.Ф. фон Мекк / П.И. Чайковский. М.-Л.: Academia, 1934. 643 с.
6. Чайковский П.И. Письма / П.И. Чайковский, С.И. Танеев. М.: Госкультпросветиздат, 1951. 558 с.

Полозов Сергей Павлович – кандидат искусствоведения, доцент кафедры «Теория музыки и композиции» Саратовской государственной консерватории (академии) им. Л.В. Собинова

Polozov Sergey Pavlovich – Candidate of Art Sciences, Associate Professor of the Department of «Theory of Music and Composition» of Saratov State Conservatory named after L.V. Sobinov

Статья поступила в редакцию 15.04.10, принята к опубликованию 30.06.10

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

1. Статья, представляемая в редакцию журнала «Вестник СГТУ», должна быть тщательно отредактирована и распечатана в одном экземпляре через 1 интервал на белой бумаге форматом А4, поля: верхнее, нижнее, левое, правое – 2,0 см; ориентация книжная; шрифт Times New Roman, высота 12. Одновременно текст статьи представляется на диске в формате текстового редактора «MS Word 97» или по электронной почте vestnik@sstu.ru.

2. Статья должна обосновывать актуальность темы, отражать теоретические и (или) экспериментальные результаты и содержать четкие выводы.

3. В начале статьи в левом верхнем углу ставится индекс УДК. Далее на первой странице данные идут в такой последовательности:

- инициалы и фамилии авторов,
- полное название статьи (шрифт жирный, буквы прописные),
- краткая (5-7 строк) аннотация (курсив),
- ключевые слова.

Далее авторы, название статьи, аннотация и ключевые слова повторяются на английском языке.

Затем идет текст самой статьи и список литературы, который повторяется на английском языке.

Статья завершается сведениями об авторах: ф.и.о. (полностью), ученая степень, ученое звание, место работы (полностью), должность, контактные телефоны. Сведения об авторах также повторяются на английском языке.

4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц текста, содержать не более 5 рисунков или фотографий; объем обзора – 25 страниц, 10 рисунков; объем краткого сообщения – не более 3 страниц, 2 рисунков.

Иллюстрации (рисунки, графики) должны быть расположены в тексте статьи и выполнены в одном из графических редакторов (формат tif, pcc, jpg, pcd, msp, dib, cdr, cgm, eps, wmf). Допускается также создание и представление графиков при помощи табличных процессоров «Excel», «Quattro Pro», «MS Graph». Каждый рисунок должен иметь номер и подпись. Рисунки и фотографии должны иметь контрастное изображение.

Таблицы располагаются непосредственно в тексте статьи. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок.

5. Формулы и буквенные обозначения величин должны быть набраны в редакторе формул **Microsoft Equation 3.0**. Каждая формула должна иметь номер.

6. Размерность всех величин, принятых в статье, должна соответствовать Международной системе единиц измерений (СИ). Не следует употреблять сокращенных слов, кроме общепринятых (т.е., и т.д., и т.п.). Допускается введение предварительно расшифрованных сокращений.

7. Список литературы должен быть оформлен по ГОСТ 7.1-2003 и включать: фамилию и инициалы автора, название статьи, название журнала, том, год, номер или выпуск, страницы, а для книг – фамилии и инициалы авторов, точное название книги, место издания (город), издательство, год издания, количество страниц.

8. Специалисты в технических отраслях к статье прилагают экспертное заключение.

9. Рукопись статьи рецензируется ведущим ученым в данной области, как правило, доктором наук.

10. Электронная версия опубликованной статьи размещается в системе РИНЦ.

11. Редакция оставляет за собой право производить редакционные изменения, не искажающие основное содержание статьи.

12. Статьи, не отвечающие перечисленным требованиям, к рассмотрению не принимаются, рукописи и диски авторам не возвращаются. Датой поступления рукописи считается день получения редакцией окончательного текста. В случае отказа в публикации статьи редакция направляет автору мотивированный отказ.

13. Для публикации и своевременной подготовки журнала необходимо заполнить регистрационную карту участника, представляемую на отдельном бумажном носителе и в электронном виде.

14. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Регистрационная карта участника

<u>РЕГИСТРАЦИОННАЯ КАРТА АВТОРА, ПУБЛИКУЮЩЕГОСЯ В ЖУРНАЛЕ «ВЕСТНИК СГТУ»</u>		
Фамилия	Имя	Отчество
Полное название статьи		
Ученая степень	Ученое звание	Должность с указанием кафедры, отдела, лаборатории
Электронная почта	Служебный телефон/факс	Домашний адрес и телефон
Наименование направляющей статью организации		
Отрасль научной статьи		

РУБРИКИ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК СГТУ»

- Проблемы естественных наук
- Машиностроение
- Новые материалы и технологии
- Электроника, радиотехника и приборостроение
- Энергетика и электротехника
- Автоматизация и управление
- Информационные технологии
- Архитектура и строительство
- Экология
- Экономика
- Социальные проблемы современности
- Гуманитарные науки
- Юбилеи