

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ»

СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

№5, 2011

Электронная версия
www.fr.rae.ru
12 выпусков в год
Импакт фактор РИНЦ (2009)=0,020

Журнал основан в 2003 г.
ISSN 1812–7320

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

М.Ю. Ледванов

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Н.Ю. Стукова

Ответственный секретарь

М.Н. Бизенкова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор	Антонов Александр Владимирович	Обнинск
д.т.н., профессор	Беляев Владимир Львович	Санкт-Петербург
д.ф.-м.н., профессор	Бичурин Мирза Имамович	Великий Новгород
д.т.н., профессор	Гилёв Анатолий Владимирович	Красноярск
д.т.н., профессор	Грызлов Владимир Сергеевич	Череповец
д.т.н., профессор	Захарченко Владимир Дмитриевич	Волгоград
д.т.н., профессор	Корякина Светлана Яковлевна	Орел
д.т.н., профессор	Крупенин Виталий Львович	Москва
д.т.н., профессор	Литвинова Елена Викторовна	Орел
д.т.н., профессор	Нестеров Валерий Леонидович	Екатеринбург
д.т.н., профессор	Пен Роберт Зусьевич	Красноярск
д.т.н., профессор	Петров Михаил Николаевич	Красноярск
д.т.н., профессор	Попов Федор Алексеевич	Бийск
д.т.н., профессор	Пындак Виктор Иванович	Волгоград
д.т.н., профессор	Салихов Мухаммет Габдулхаевич	Йошкар-Ола
д.т.н., профессор	Важенин Александр Николаевич	Нижний Новгород
д.т.н., профессор	Арютлов Борис Александрович	Нижний Новгород
д.т.н., профессор	Гоц Александр Николаевич	Владимир
к.ф.-м.н.	Капитонова Тамара Афанасьевна	Якутск

Учредитель – Академия Естествознания
123557, Москва,
ул. Пресненский вал, 28
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15598
ISSN 1812–7320

АДРЕС РЕДАКЦИИ
440026, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3
Тел. редакции (8412) 56–17–69
Факс (8412) 56–17–69
E-mail: edition@rae.ru

Подписано в печать 20.09.2011

Формат 60х90 1/8
Типография
ИД «Академия Естествознания»
440000, г. Пенза,
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор
Кулакова Г.А.
Корректор
Сватковская С.В.

Усл. печ. л. 9,88
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2011/5
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

СОДЕРЖАНИЕ

Медицинские науки

ПЕРЕНОСНАЯ БАРОКАМЕРА КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ
ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ
ПРИ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ

Лагунов П.В., Логунов А.Т., Ананьев В.Н.

7

Технические науки

В ПОИСКАХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ТРУДОЕМКОСТИ НИОКР
В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: АНАЛИЗ
СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Акимов В.А., Дурнев Р.А.

12

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ
В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШАРОВОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА, ПОЛУЧЕННОГО С ПОМОЩЬЮ
СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Бурлуцкий Д.С., Калеева Ж.Г.

22

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В СЕЧЕНИЯХ ВИТКА
ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Лодыгина Н.Д., Шарапов Р.В.

33

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ДЕРЖАТЬ
ТРЕНД И/ИЛИ ГАСИТЬ ВОЛНЫ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ВОЗМУЩЕНИЯ

Мазуркин П.М.

37

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ

Стородубцева Т.Н., Федянина Н.В.

49

Фармацевтические науки

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАТРИЦА МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ
И ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ВИДЕ
ЖЕЛАТИНОВЫХ ПЛЕНОК

Ананьев В.Н.

53

Физико-математические

ГРАВИТАЦИЯ В МИКРОМИРЕ

Курков А.А. 58

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ
ПОКРЫТИЙ ZN-AL И FE-AL

Юров В.М., Вертягина Е.Н., Гученко С.А., Хуанбай Е. 63

Химические наукиИОННЫЕ РАСПЛАВЫ ПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ, – МОЛИБДАТОВ
ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ
КРИСТАЛЛОВ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Дробашева Т.И., Снежков В.И., Расторопов С.Б. 69

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

71

CONTENTS

Medical sciences

PORTABLE PRESSURE CHAMBER AS PART OF AID VICTIMS OF DECOMPRESSION-NOY DISEASE

Lagunov P.V., Logunov A.T., Ananov V.N. 7

Technical sciences

IN SEARCH OF APPROACHES TO AN ESTIMATION OF LABOUR INPUT OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE FIELD OF SAFETY OF ABILITY TO LIVE: THE ANALYSIS OF A CONDITION OF A QUESTION

Akimov V.A., Durnev R.A. 12

FLUCTUATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF STUFFS AS A RESULT OF THE EXPERIMENTAL EFFECT OF THE SPHERICAL ELECTRIC DISCHARGE RECEIVED BY MEANS OF MICROWAVE RADIANCE

Burlutskij D.S., Kaleeva Z.G. 22

STUDY OF THE STRESS STATE IN THE SECTIONS TURN OF SCREW MECHANISM

Lodigina N.D., Sharapov R.V. 33

PREDICTION OF THE RUSSIAN ELECTRICITY: KEEP THE TREND AND/OR EXTINGUISH WAVE OSCILLATORY PERTURBATIONS

Mazurkin P.M. 37

COMPOSITE MATERIAL BASED ON WOOD WASTE FOR COMPLEX RAILWAY SLEEPERS

Storodubtseva T.N., Fedyanina N.V. 49

Pharmaceutical sciences

NANO PROCESS MATRIX MECHANISM OF ACTION AND DELIVERY OF DRUGS IN THE FORM OF MEDICINAL GELATINOUS CELLS

Ananov V.N. 53

Physical and mathematical sciences

GRAVITATION IN MICROCOSMOS

Kurkov A.A. 58

INFLUENCE OF AN IONIC IRRADIATION ON PROPERTY
OF COMPOSITE COVERINGS ZN-AL AND FE-AL

Jurov V.M., Vertjagina E.N., Guchenko S.A., Huanbay E. 63

Chemical sciencesIONIC MELTS OF POLYTUNGSTATES AND POLYMOLYBDATES
OF ALKALI METALS AND THEIR APPLICATION FOR THE GROWING
OF CRYSTALS FOR SPECIAL PURPOSES

Drobasheva T.I., Snezhkov V.I., Rastoropov S.B. 69

RULES FOR AUTHORS

71

УДК 616-008:612.014

ПЕРЕНОСНАЯ БАРОКАМЕРА КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ ОКАЗАНИЯ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ ДЕКОМПРЕССИОННОЙ БОЛЕЗНИ

¹Лагунов П.В., ¹Логунов А.Т., ²Ананьев В.Н.

¹СКБ ЭО при ИМБП РАН;

²ГНЦ РФ ИМБП РАН, e-mail: noradrenalin1952@mail.ru

Целью данной работы было создание и изучение переносной барокамеры, единственного подвижного технического средства, обеспечивающего эффективную и безопасную транспортировку пострадавшего при возникновении декомпрессионной болезни в труднодоступных местах и местах отдаленных от стационарных барокамер. Переносная барокамера «Кубышка» является важным звеном в комплексной системе спасения, оказания помощи, транспортировки и специализированного лечения под давлением пострадавших от действия факторов высокого давления, которая исследуется и отрабатывается в ГНЦ РФ – ИМБП РАН, и в настоящее время началась ее реализация. Приведены основные технические данные переносной барокамеры, дано ее сопоставление с современными зарубежными аналогами.

Ключевые слова: водолазы, дайверы, барокамера, лечение кессонной болезни

PORTABLE PRESSURE CHAMBER AS PART OF AID VICTIMS OF DECOMPRESSION-NOY DISEASE

¹Lagunov P.V., ¹Logunov A.T., ²Ananьев V.N.

Department barofiziologii and barotherapy Diving medicine Institute of Biomedical Problems RAN,

e-mail: noradrenalin1952@mail.ru

The aim of this work was to create a portable hyperbaric chambers and study, the only technical means of rolling, providing-tries efficient and safe transportation of the victim in the event of decompression illness in remote places and places distant from the stationary pressure chamber. Portable pressure chamber «Egg pod» is an important link in the complex system of salvation, relief, transportation, and specialized treatment under pressure from victims of the factors of high blood pressure, which examines and responds in the Institute of Biomedical Problems RAN, and has now begun its implementation. The basic technical data of the portable hyperbaric chambers, given its co-delivered with modern foreign counterparts.

Keywords: divers, divers, pressure chamber, the treatment of caisson-term illness

Совершенствование системы и технических средств спасения, оказания помощи, транспортировки и специализированного лечения под давлением пострадавших при декомпрессионной болезни является важной и актуальной задачей. В нашей стране общее количество водолазов-профессионалов, работающих в основном на глубинах до 60 м методом кратковременных погружений, составляет более 5500 человек. За последние 10–15 лет в России появилось более 800 различных дайв-центров, клубов, входящих в международные и национальные водолазные любительские организации. В составе дайвцентров имеется более 90 тысяч водолазов-любителей (дайверов), проводящих погружения в нашей стране и за рубежом, из которых более 2500 человек аккредитованы как профессионалы [1].

Несмотря на многочисленные научные разработки и создание целого ряда безопасных декомпрессионных режимов [2, 3, 4, 5, 6], декомпрессионная болезнь является наи-

более частым заболеванием профессиональных водолазов, водолазов-любителей (рекреационных дайверов), кессонщиков и других лиц, деятельность которых связана с пребыванием в водной и гипербарической газовой среде. По приблизительной оценке в мире в целом один случай декомпрессионной болезни приходится на 5–10 тысяч любительских погружений. Так, в США каждый год отмечается около 900 случаев декомпрессионной болезни только среди рекреационных дайверов. Для технических дайверов и профессиональных водолазов, подвергающихся действию более высокого давления и в течение большего времени, частота случаев декомпрессионной болезни вырастает приблизительно до одного случая на 500–1000 погружений [7].

Задачи и методы исследования

В соответствии с требованиями «Межотраслевых правил по охране труда при проведении водолазных работ» (2007) [5]

водолазные работы на глубинах более 12 м, учебные и экспериментальные спуски независимо от глубины спуска должны проводиться только при наличии готовой к немедленному применению водолазной барокамеры, находящейся у места спуска. При аварийно-спасательных и спасательных работах на глубинах до 20 м при отсутствии у места спуска барокамеры должны быть подготовлены ближайшая действующая барокамера и транспортное средство (автомашина, катер и т.п.), оснащенное транспортабельной (переносной) барокамерой для доставки пострадавшего водолаза к действующей барокамере.

В России единственным гражданским ведомством, круглосуточно оказывающим помощь пострадавшим от декомпрессионных расстройств и баротравмы легких, является отделение профпатологии водолазов и кессонщиков ФГУЗ «Клиническая больница № 119 Федерального медико-биологического агентства» на базе барокомплекса длительного пребывания ГВК-250 отдела барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем РАН (ГНЦРФ – ИМБП РАН). ИМБП обеспечивает круглосуточную готовность ГВК-250 к проведению лечения с участием дежурного водолазного врача и инженера систем жизнеобеспечения. За последние годы осуществлено лечение более 100 человек, из них методом длительного пребывания 32 человека [8, 11, 12].

Как уже было сказано, одной из первично рекомендуемых мер при декомпрессионных расстройствах различной формы и степени тяжести является помещение пострадавшего в барокамеру и проведение лечебной рекомпрессии. Однако часто случаи декомпрессионной болезни возникают в значительном удалении от барокомплексов. В связи с этим одним из важнейших звеньев системы помощи пострадавшим от этого заболевания становится транспортировка к барокомплексам.

Однако до настоящего времени в системе медицинского обеспечения РФ, а также в медицинском обеспечении подводных погружений в ВМФ, силовых и гражданских министерствах и ведомствах отсутствовали

средства, предназначенные для оказания помощи при декомпрессионных расстройствах различной степени тяжести, полученных в местах отдаленных от мест оказания помощи.

В целях максимального сокращения времени от возникновения заболевания декомпрессионной болезнью до начала проведения лечебной рекомпрессии, повышения эффективности лечения, предупреждения осложнений и предотвращения остаточных явлений заболевания Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования (СКБ ЭО при ИМБП РАН) в содружестве с отделом барофизиологии и водолазной медицины ГНЦ РФ – ИМБП РАН приступили к созданию разновидности транспортабельной барокамеры – переносной барокамеры, передвижение которой может осуществляться вручную.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате проделанной работы была создана переносная складная барокамера БВТ-С («Кубышка») (рис. 1) с тканевой оболочкой из нового материала «Русар», вытканного в виде чулка, который на 40% прочнее кевлара. Уже изготовлено и поставлено заказчикам 8 таких камер.

«Кубышка» имеет рабочее давление 0,5 МПа (5 кгс/см²), испытательное давление 0,62 МПа (6,2 кгс/см²). Система жизнеобеспечения позволяет пациенту находиться под повышенным давлением до 12 часов. Камера массой около 70 кг имеет пульт управления, на котором размещены системы видеоконтроля, связи, измерения давления, температуры и влажности внутри камеры, содержания в газовой смеси камеры кислорода и диоксида углерода.

Камера «Кубышка» может работать и сохранять заданные характеристики при следующих условиях климатических факторов внешней среды:

- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) 86–106,7 (650–800);
- температура окружающей среды, °C –20 – +30;
- относительная влажность, % до 100 при 30 °C.

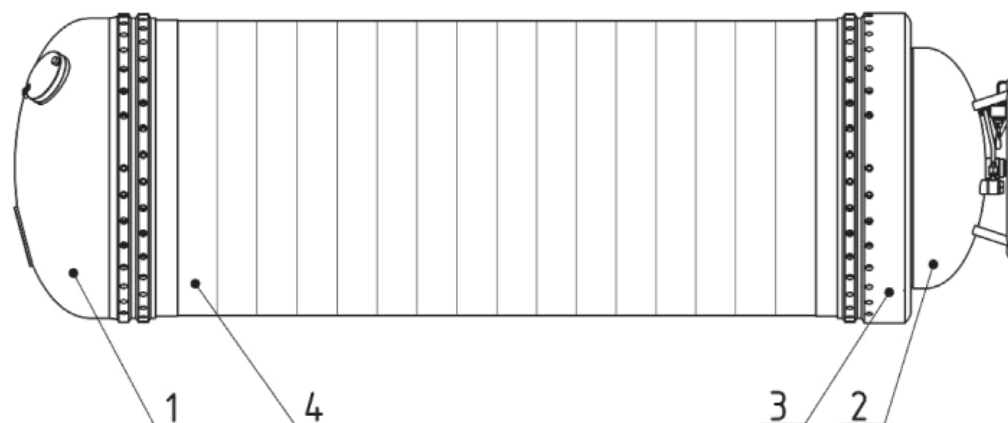


Рис. 1 «Кубышка» в рабочем положении:
1 – стенка; 2 – крышка; 3 – кольцо; 4 – оболочка

На сегодняшний момент это единственная барокамера, которая может эффективно применяться на этапе транспортировки пострадавших.

Для обеспечения заданных условий обитаемости в барокамере «Кубышка» применяются системы обеспечения воздухом, кислородом и очистки газовой среды [13]. Система обеспечения воздухом (рис. 2) позволяет подавать воздух в барокамеру в требуемых количествах, поддерживать его давление на необходимом уровне и проводить декомпрессию или лечебную рекомпрессию по режиму с максимальным избыточным давлением 0,5 МПа (5 кгс/см²). Для предотвращения превышения давления внутри барокамеры выше допустимого установлен

предохранительный клапан (КП1) (давление срабатывания 0,51 МПа). Система обеспечения кислородом (рис. 3) с ручной подачей позволяет изменять содержание (парциальное давление кислорода) в газовой смеси барокамеры. Система очистки газовой среды предназначена (см. рис. 2) для удаления диоксида углерода. Конструктивно поглотитель СО₂ представляет объединенную конструкцию блока вентиляторов (1) и кассеты с ХП-И (2). При включении побудителя расхода (3), газовая смесь (9) из барокамеры засасывается через боковые стенки корпуса (2), проходит через слой поглотителя (7), очищается и выбрасывается через лопасти побудителя (3) обратно в барокамеру.

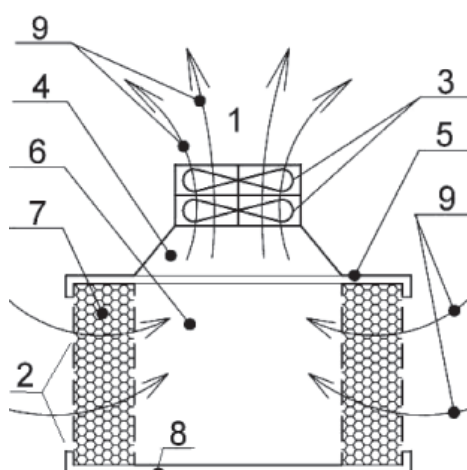


Рис. 2. Система очистки газовой среды транспортировочной барокамеры «Кубышка»:
1 – блок вентиляторов; 2 – кассета; 3 – вентиляторы; 4 – диффузор; 5 – крышка;
6 – вакуумная полость кассеты; 7 – поглотитель ХП-И; 8 – крышка для засыпки ХПИ;
9 – направление потоков ДГС

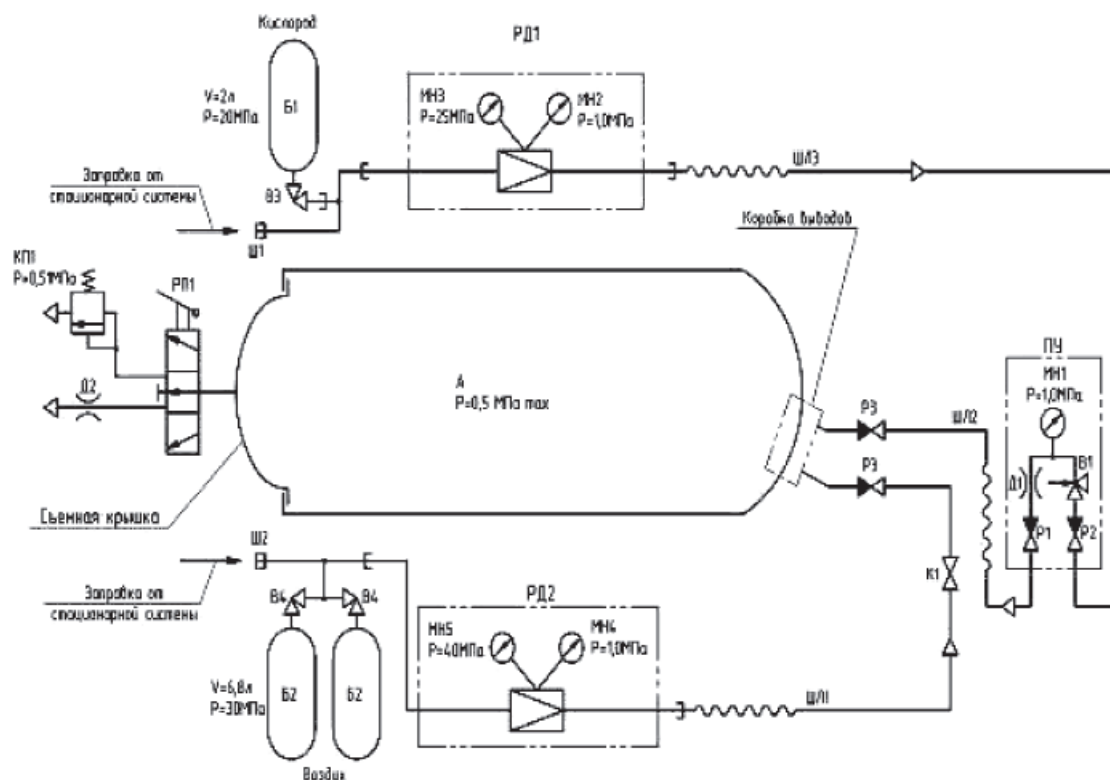


Рис. 3. Общий вид систем обеспечения воздухом и кислородом барокамеры «Кубышка»

Все эти системы жизнеобеспечения приводятся в действие и управляются вручную с помощью клавишного управления, находящегося на панели пульта управления. О значениях давления, процентного содержания кислорода в смеси, температуры, влажности, диоксида углерода внутри барокамеры судят по показаниям манометров и прибора «Конвой», также расположенных на панели пульта управления. «Кубышка» успешно прошла технические испытания и испытания с участием испытателя-добровольца.

Выводы

БВТС «Кубышка» имеет ряд преимуществ по сравнению с современными зарубежными переносными барокамерами аналогичного назначения, о чем свидетельствует ее сопоставление с барокамерой английского производства «Hyperlight». Важным преимуществом «Кубышки» по сравнению с барокамерой «Hyperlight» и подобными ей зарубежными барокамерами заключается в том, что «Кубышка»

рассчитана на 12-часовое пребывание под давлением до 0,5 МПа (5 кгс/см²), в то время как время пребывания в барокамерах, производимых за рубежом, составляет 2 ч, а рабочее давление – 0,2 МПа (2 кгс/см²). Ко всему вышеизложенному также можно добавить, что в настоящее время перемещение «Кубышки» и зарубежных переносных барокамер до средств транспортировки или до стационарной барокамеры осуществляется вручную силами 4 человек. Таким образом транспортные барокамеры являются одной из самых важных и необходимых ступеней в системе оказания помощи людям с декомпрессионными расстройствами, особенно если эти расстройства получены в местах, где сразу невозможно оказать помощь в стационарной камере, и совершенствование таких камер и их систем является приоритетной задачей в системе оказания помощи, транспортировки и квалифицированного лечения под давлением пострадавших от действия факторов высокого давления людей с декомпрессионными расстройствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития водолазного дела в Российской Федерации на период до 2020 года. – М., 2009.
2. Граменицкий П.М. Декомпрессионные расстройства. – М., 1974. – С. 350.
3. Нессирио Б.А. Физиологические основы декомпрессии водолазов-глубоководников. – СПб.: Золотой век, 2002. – 447 с.
4. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Водолазные спуски до 60 метров и их медицинское обеспечение. – М.: Фирма «Слово», 2003. – С. 648.
5. Приказ Минздравсоцразвития России от 13.04.2007 г. № 269 «Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда при проведении водолажных работ». Зарегистрирован Минюстом России 23.07.2007 г. Регистрационный № 9888.
6. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н. Патологическое воздействие гипербарической среды на организм человека: руководство по гипербарической медицине / под ред. С.А. Байдина, А.Б. Граменицкого, Б.А. Рубинчика. – М.: Медицина, 2008. – С. 79–134.
7. Успешное лечение четырех водолазов через 6–8 суток с момента заболевания декомпрессионной болезнью средне-тяжелой степени / В.В. Смолин, Г.М. Соколов, Б.Н. Павлов и др. // Индифферентные газы в водолазной практике, биологии и медицине. – М.: Слово, 2000. – С. 161–167.
8. Авиационная медицина / под ред. Н.М. Рудного и др. – М., 1986.
9. История отечественной космической медицины / под ред. И.Б. Ушакова, В.С. Бедненко, Э.В. Лаптева. – Воронеж: тип. ВГУ, 2001. – 320 с.
10. Основы барофизиологии, водолазной медицины, баротерапии и лечения инертными газами / Б.Н. Павлов, В.В. Смолин, В.М. Баранов и др. – М.: Гранп Полиграф, 2008. – С. 277.
11. Соколов Г.М., Смолин В.В., Павлов Б.Н. Освидетельствование водолазов и лиц, работающих в условиях повышенного давления, перенесших профессиональное заболевание // Научные достижения в практическую работу: тр. сотр. КБ № 119 ФМБА России. – Вып. 13. – М.: Изд-во «Рестарт», 2007. – С. 32–34.

УДК 331.103.3

В ПОИСКАХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ТРУДОЕМКОСТИ НИОКР В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Акимов В.А., Дурнев Р.А.*ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), e-mail: rdurnev@rambler.ru*

В первой статье этой серии проведен анализ состояния вопроса оценки трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности. Рассмотрены существующие подходы к нормированию научного труда, приведены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, гражданская оборона, защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, нормирование научного труда, трудоемкость научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ

IN SEARCH OF APPROACHES TO AN ESTIMATION OF LABOUR INPUT OF RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE FIELD OF SAFETY OF ABILITY TO LIVE: THE ANALYSIS OF A CONDITION OF A QUESTION

Akimov V.A., Durnev R.A.*FGU VNII GOCHOS (FTS), e-mail: rdurnev@rambler.ru*

In the first article of this series the analysis of a condition of a question of an estimation of labor input of research and development in the field of health and safety is carried out. Existing approaches to rationing of scientific work are considered, their advantages and lacks are resulted.

Keywords: health and safety, civil defense, protection of the population also rubbed-ritory from emergency situations, rationing of scientific work, labor input nauch-but-research and developmental works

В настоящее время в развитие Федерального закона [1] предусматривается переход ряда бюджетных, в том числе научно-исследовательских, учреждений от сметного финансирования на финансирование по государственным заданиям на оказание государственных услуг (работ). Предполагается, что результатом этих мер будет существенное снижение нагрузки на федеральный и муниципальный бюджеты в связи с тем, что финансироваться будет не содержание большого количества учреждений с зачастую избыточным штатом, а непосредственно решение тех задач, результаты которых востребованы для органов государственной власти и местного самоуправления.

При этом важнейшей составляющей процесса формирования государственного задания является определение трудоемкости мероприятий по оказанию услуг (выполнению работ) и размеров соответствующих финансовых ресурсов, тарифов на их оказание (выполнение). Для некоторых видов деятельности, как сами тарифы, так и подходы к их определению, достаточно давно и успешно используются, например, в полиграфии, строительстве, медицине,

образовании и т.д. В то же время, оценка трудоемкости, тарифов на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ сопряжена не только с отсутствием утвержденных нормативов, но и существенными трудностями в разработке концептуальных подходов к их обоснованию. Даже в недавнем прошлом, несмотря на всеобщую административно-командную регламентацию всех сфер жизни, были существенные сложности в вопросах нормирования научного труда.

Общие проблемы нормирования научного труда

Объяснить это можно тем, что любое нормирование есть продукт определенной формализации накопленного опыта в конкретной деятельности. Целью науки и научно-технической деятельности является получение именно новых знаний, новых решений проблем. При этом, если такие знания и решения действительно являются новыми, до сих пор неизвестными, то они каждый раз находятся вне пределов уже накопленного опыта [2]. В этой связи и возникают сложности в процессе нормирования научного труда, как, впрочем, и других

видов творческой деятельности (в области искусства, культуры и т.д.).

Очевидно, что наиболее значительные трудности заключаются в нормировании научного труда для фундаментальных исследований. Действительно, трудно спланировать к определенному сроку установление новых закономерностей явлений и процессов в природе и обществе, открытие фундаментальных эффектов и взаимодействий, создание передовых теорий. Однако верно и то, что фундаментальные исследования состоят не только из одних открытий. Открытие – явление довольно редкое, и даже в благополучное, с точки зрения развития науки, советское время регистрировалось в год до 4–5 открытий [3]. Для их получения требовалось проведение в большом объеме хотя и творческой, но всё же более формальной работы – сбор информации, постановка задач, разработка алгоритмов, проведение расчетов и т.п., для которой возможно установление ориентировочных нормативов трудозатрат. Тем более это относится к прикладным научным исследованиям и разработкам новой, патенто- и конкурентоспособной, но не уникальной техники, на 80–90% включающих деятельность, достаточно определенную, а потому поддающуюся планированию и нормированию [3].

Рассматривая технологическую сторону нормирования следует отметить, что научная работа имеет как общие черты, свойственные любому трудовому процессу (например, зависимость производительности труда от квалификации работника, сложности работы), так и особенности, присущие только процессу научного творчества. К ним можно отнести отсутствие меры научного труда, четких границ решаемой научной задачи, критериев законченности исследований и качества их выполнения. При наличии этих особенностей механическое использование таких количественных показателей, как количество страниц в отчете, количество операторов в программе и аналогичных других не позволяет адекватно определить трудоемкость научной деятельности. Довольно часто отработка четкого и лаконичного документа, короткой и изящной программы требует значительно боль-

шего времени, чем написание развернутого, многословного текста или составление масштабного алгоритма.

Следует отметить, что попытки нормирования затрат в сфере научно-технической деятельности предпринимались в нашей стране неоднократно (см., например, [2–6]). Однако общего признания и, тем более, официального закрепления в руководящих документах они до сих пор не получили.

Существуют проблемы в нормировании НИОКР и за рубежом. Так, в интервью [7] на вопрос о том, не тормозит ли учёного, его идею проектное финансирование (на примере фундаментальной науки в США) интервьюируемый отвечает: «Конечно, тормозит. Нельзя получить грант под суперидею. Можно под нерисковые вещи или почти нерисковые. ... Я продаю то, что уже сделал. Я пишу грант про то, что уже сделано, а на полученные деньги веду работы о том, которые ни в какие гранты еще не попадали... В науке заказчика нет. Точнее, заказчик – сам исследователь. Потому, что никто не знает, что заказчик хочет открыть, да и сам он не знает. Узнает потом, когда откроет. Продается же тот продукт, который известен...».

Наиболее распространена точка зрения о бесперспективности таких попыток, особенно в условиях рыночной экономики. Но в таком случае как справедливо говорится в работах [8, 9], контроль за расходованием государственных средств сводится лишь к контролю фактического выполнения исполнителем изначально зафиксированного соглашения сторон и полностью исключает возможность оценки адекватности произведенных расходов достигнутому научно-техническому результату.

Такое «соглашение сторон по установлению договорных цен» ни в коей мере не оспаривается, если стороны оперируют принадлежащими им ресурсами – денежными средствами и материальными ценностями. В случае же, когда эти ресурсы, хотя бы частично, представляют собой государственную или муниципальную собственность, это положение неправомерно и государство в лице выступающего от его имени заказчика и своих контролирующих органов имеет право и должно добиваться

обоснованности и прозрачности в постатейном назначении и расходовании бюджетных средств [8–11]. Всё это невозможно, если трудоемкость или стоимость одной НИОКР определяется путем умножения штатного количества сотрудников научно-исследовательского учреждения на их «среднюю» зарплату и деления полученной величины на количество таких работ. Поэтому оценка адекватности планируемых расходов ожидаемому научно-техническому результату может быть реализована только при наличии каких-либо согласованных с собственником критериев или нормативов.

Периодически предпринимались попытки нормировать трудоемкость работ в процессе создания НТП, например, [2], в том числе в рамках МЧС России [12]. Однако предложенные подходы не нашли практического применения, главным образом, по причине их статичности, не учитывающей объективных и субъективных процессов в экономике и обществе, требующих постоянной интенсификации научно-технической деятельности, повышения производительности труда, а также разумного реагирования на неустойчивую ситуацию в части бюджетного финансирования научных и научно-технических программ и проектов в недавнем прошлом.

В некоторых предложенных нормативах по созданию НТП [12] и проанализированных там работах не была найдена та «золотая середина» – степень детализации отдельных элементов научно-технической деятельности, которая была бы приемлема для обеих сторон договора в качестве инструмента для аргументации своей позиции при обсуждении вопросов финансирования заказываемой НТП.

В этой связи представляются оправданными попытки дальнейшего решения задачи по разработке подхода к оценке трудоемкости НИОКР в системе МЧС России с учетом современного состояния вопросов нормирования труда, специфики научных исследований в области гражданской обороны (ГО) и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ЗНТЧС), существующего задела в указанной области.

Специфичные проблемы нормирования научного труда

При этом необходимо отметить, что помимо указанных принципиальных сложностей существуют и специфичные проблемы в адекватной оценке трудоемкости НИОКР в области ГО и ЗНТЧС природного и техногенного характера.

Так, многие результаты научно-исследовательских работ (НИР) в этой области могут никогда не использоваться по назначению, поэтому трудно оценить их эффективность в реальных условиях. Например, результаты обоснования основных принципов защиты населения от оружия массового поражения, обеспечения устойчивости народного хозяйства страны в ядерной войне, организации эвакуации населения в военное время, никогда не оценивались на адекватность. За жизнь одного поколения людей может не представиться, к счастью, возможности оценки работоспособности даже самого совершенного научно-методического аппарата оценки рисков маловероятных событий катастрофического масштаба (например, полного разрушения тела крупной плотины с образованием гигантской волны прорыва). В этой связи у заказчика может сложиться поверхностное отношение к важности аналогичной проблематики и необходимости проведения серьезных научных исследований, что будет способствовать необоснованному снижению трудоемкостей соответствующих НИОКР.

Кроме того, часть разработанной и даже реализованной НТП в рассматриваемой области имеет краткосрочное, эпизодическое использование на практике. Это относится, например, к применению компьютерных методик оценки обстановки при разрушительных селях, расчета сил и средств ликвидации пролива или выброса АХОВ и т.п. В связи с тем, что и сами эти события и процессы их реализации являются случайными, то по их редкому проявлению достаточно тяжело определить, насколько адекватна разработанная продукция (слишком мала выборка из генеральной совокупности). И в этом случае существует опасность неоправданной экономии на том, практическую пользу от чего достаточно сложно оценить.

Несомненно и то, что требования к уровню, качеству НТП в области безопасности жизнедеятельности, должны быть изначально выше, чем требования к аналогичной продукции в других областях. Так, например, низкие требования к новому экскаватору могут привести к созданию ненадежного образца. Это будет являться причиной частых его отказов и экономических издержек, связанных с его простоями, например, при земляных работах. В то же время отказ рабочей гидростанции гидравлического аварийно-спасательного инструмента, используемого при устранении зажатия пострадавших в салоне аварийного автомобиля, может иметь более серьезные последствия.

Значительные сложности в нормировании научного труда в системе МЧС России связаны и со слабой заинтересованностью заказчика в получении и использовании научных результатов, недостаточно четким представлением о современных методах и средствах получения научных результатов, о границах их применения при подготовке решений по привлечению пожарно-спасательных подразделений, разработке проектов нормативных документов в области защиты от ЧС, создании новой аварийно-спасательной техники.

Подтверждением этому могут служить материалы рабочей группы [13]. В них приведены многочисленные примеры проведения научных исследований в области ГО и ЗНТЧС, пожарной безопасности, договорная цена которых не соответствовала научно-техническому уровню результатов.

Аналогичные примеры можно привести и исходя из анализа [14]. Так, стоимость работы «Проведение научных исследований по обоснованию рациональной технологии разборки транспортных средств, деблокирования и извлечения лиц, пострадавших в результате дорожно-транспортных происшествий» незначительно отличалась от стоимости научно-исследовательской работы «Научный анализ сведений о ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий на федеральных автомобильных дорогах с формированием автоматизированной базы исходных данных». При этом, если

первая работа предусматривала проведение натурных экспериментальных исследований по разборке поврежденных автомобилей, в том числе подготовку натурной базы (поврежденных автомобилей в количестве, определяемом с точки зрения допустимой погрешности), задействование расчетов спасателей с необходимым оборудованием, научных групп для проведения измерений и обработки их результатов и т.д., то наиболее трудоемкая часть второй работы была связана с разработкой очередной автоматизированной базы данных. Это свидетельствует о неадекватной оценке трудоемкости НИОКР в области безопасности жизнедеятельности в связи с игнорированием подходов к нормированию научного труда.

Анализ подходов к оценке трудоемкости НИОКР

Один из таких подходов представлен в работах [8–9]. Его основная идея заключается в том, что в условиях непрерывного совершенствования способов получения информации, в том числе из Интернета, выполнения трудоемких расчетов на ПК, накопления новых знаний и методов познания природы производительность труда в области прикладных научных исследований имеет, или, по крайней мере, должна иметь, устойчивую тенденцию к росту. Вследствие этого нормирование трудоемкости в размерности реального времени (человеко-часах) бесперспективно. Это затруднение преодолимо, если все значения трудоемкости отдельных видов научно-исследовательских работ рассматривать в безразмерной форме их отношений к некоторой выбранной «единичной» трудоемкости работы, наиболее надежно нормируемой, чисто «рутинной» (без элементов творчества). Полученные отношения будут представлять собой «ранги (рейтинги) видов работ, пропорциональные их трудоемкостям в человеко-часах». Очевидно, что в случае возникновения условий для изменения величины трудоемкости «единичного» вида работ все остальные трудоемкости могут быть получены умножением соответствующих рангов на новую величину трудоемкости «единичной» работы в реальной размерности.

В качестве «единичной» работы выбран «Разработка и выпуск научного (научно-технического) отчета или другой текстовой документации (монография, статья, доклад)» при нормируемом признаке – один авторский лист (40000 печатных знаков) и соответствующей трудоемкости 40 человеко-часов. Основанием для такого выбора являлось представление о том, что это полностью ненаукоемкая, «рутинная» работа, в процессе которой следует только сформулировать уже осознанные положения и должным образом их оформить (в соответствии с редакционными требованиями).

Данное положение представляется не вполне верным. Как показывает опыт руководства научными коллективами, подготовки итоговых отчетов о НИОКР, статей, монографий, существуют определенные трудности, связанные с разработкой таких материалов. Эти трудности невозможно преодолеть путем регламентирования деятельности, использования детальных рекомендаций и инструкций по их подготовке. В большей степени данная задача решается за счет индивидуальных способностей исполнителя, его квалификации, опыта и интуиции, умения использовать особый, научно-технический, стиль изложения, требующий определенного творчества [15]. При подготовке отчетов и статей осуществляется выстраивание локальной внутренней логики изложения, творческое использование правил логического вывода из отдельных суждений и утверждений, дополнительная проверка обоснованности и достоверности количественных результатов, способов их получения. Кроме того, разделы отчетов о НИОКР готовятся, как правило, разными исполнителями, членами творческих научных коллективов, с различной квалификацией и опытом. Поэтому определенные трудности творческого характера связаны и с необходимостью выравнивания стилистики, логики изложения разнородных материалов.

Такая составляющая труда ученого, как написание статей, также является в большей степени «искусством, чем наукой». Именно содержанием и стилем изложения данных видов печатных трудов и определяется интерес к идеям и результатам их авторов. Не

случайно во всем мире классность ученого определяется частотой ссылок на его работы другими членами научного сообщества, количественно измеряемой индексом цитирования, импакт-фактором, индексом Хирша и другими показателями [7, 16].

В этой связи, очевидно, что выбор в качестве чисто «рутинной», и поэтому «легко нормируемой» работы «Разработка и выпуск научного (научно-технического) отчета или другой текстовой документации (монография, статья, доклад)» представляется не корректным.

Кроме того, не вполне понятно, как на основании сведений о трудоемкости такой «рутинной» работы, для которой может быть применена аналогия детерминированной величины, перейти к трудоемкости творческой работы, которая сродни случайной величине со средним значением и разбросом значений около среднего. Очевидно, что чем больше элементов творчества, тем больше будет этот разброс. Поэтому и сам переход от трудоемкости рутинной к трудоемкости творческой работы путем умножения первой на определенное число (ранг) также, по нашему мнению, не правомерен.

Основной причиной рассмотрения в работах [8–11] не натуральных показателей трудоемкости в человеко-часах, а рангов, была предпосылка о влиянии новых способов получения информации, выполнения расчетов, а также новых знаний и методов познания природы на производительность труда в области прикладных научных исследований, что является причиной смещения в оценках соответствующей трудоемкости.

Но если первые два фактора влияют на трудоемкость «Разработки и выпуска научного (научно-технического) отчета...», то новые знания и методы познания природы в том смысле, как понимается в рассматриваемых работах, на данную «рутинную» работу не оказывают воздействия. Зато эти новые знания и методы в полной мере влияют на многие другие виды работ (расчетно-теоретическое и расчетно-экспериментальное обоснование и т.п.). Если при появлении принципиально новых методов познания природы происходит снижение сложности, например, расчетно-теоретического обо-

снования, то это фактически потребует пересмотра нормативов выполнения НИОКР. В то же время трудоемкость «единичной», «рутинной» работы остается неизменной, т.к. этот фактор на нее не влияет. И формально, с точки зрения рассматриваемого подхода, изменения в нормировании научного труда не будут актуальны. Указанные противоречия ставят под сомнение необходимость использования рангов для оценки трудозатрат НИОКР.

Помимо этого, оценивание экспертами трудоемкости отдельных работ в рангах не позволит, по нашему мнению, получить более достоверные результаты, чем оценивание по другим шкалам и даже в натуральных показателях – человеко-часах (в последнем случае мнение экспертов может основываться на собственном опыте проведения НИОКР, который будет всё-таки вспоминаться не в рангах, а во времени, потраченном на работу).

Недостатки данного подхода связаны и с недопустимостью проведения предлагаемых арифметических операций с ранговой (порядковой, балльной) шкалой. В отношении указанной шкалы допустимы операции сравнения объектов, которым поставили в соответствие ранги, между собой (с конечными утверждениями типа «лучше – хуже» и т.п.), определение частоты, моды, медианы Кемени, коэффициента конкордации. Запрещенными являются определение средних значений (арифметических, геометрических и др.), расстояний между объектами (с конечными утверждениями типа «объект А лучше – хуже объекта Б на столько-то, во столько-то» и т.п.) [17]. В этой связи ранги не могут указывать, во сколько раз данный вид работы более трудоемок, чем некоторая простейшая работа, и отношения рангов, которые получили отдельные виды НИОКР, не могут являться основой для пропорционального определения трудоемкости таких работ. По этой же причине некорректно говорить о дробных рангах, т.к. ранги принадлежат множеству натуральных чисел.

В этих же исследованиях предложены следующие виды работ, составляющие НИОКР:

– информационное обеспечение НИОКР (в т.ч. сбор, обобщение, анализ, стати-

стическая обработка первичной (исходной) информации, патентный поиск);

– решение прикладной научной (научно-технической) задачи, включающее эвристическое, расчетно-теоретическое и расчетно-экспериментальное обоснование;

– разработка научной (научно-технической) документации НИОКР;

– изготовление объектов исследований и испытаний;

– проведение экспериментов, исследований и испытаний;

– отчетно-оформительские работы;

– организационно-методическая деятельность (выставки, конференции, обмен опытом, дискуссии и пр.) в рамках НИОКР;

– подготовка и реализация результатов НИОКР (в т.ч. и рекламные мероприятия).

Обращает на себя внимание значительная зависимость рассматриваемых видов работ, например, расчетно-экспериментального обоснования и проведения экспериментов, разработки научно-технической документации и отчетно-оформительских работ. Это будет приводить к завышению оценки трудоемкости НИОКР в целом в связи с дублированием трудоемкостей отдельных видов зависимых работ.

Также представляются недостаточно детализированными и не вполне понятными, с точки зрения содержания, отдельные виды работ. Так, если для решения прикладной научной (научно-технической) задачи необходима будет разработка имитационной (статистической) модели, то не ясно, к каким подвидам работ её отнести – расчетно-теоретическому (создание новой модели потребует использования или даже усовершенствования отдельных теоретических положений, методов) или расчетно-экспериментальному (модель будет нужна для машинных экспериментов) обоснованию. Кроме того, исходя из задач исследования, может возникнуть необходимость незначительной адаптации аналитической модели (например, массового обслуживания) или разработки упомянутой имитационной модели. И если в первом случае речь идет о нескольких днях работы одного сотрудника со знанием основ теории исследования операций, то во втором потребуются работа

группы специалистов в течение срока от 3 месяцев до 3 лет [18].

Аналогичный пример можно привести и применительно к трудоемкостям проведения экспертных опросов по методу Дельфи (когда проводится несколько туров опросов большого количества специалистов с публичным обсуждением промежуточных результатов) [19] или методу анализа иерархий (не критичного ни к количеству экспертов, ни к турам опросов) [20], машинных экспериментов на ПК или натурных опытов на объектах, местности, с привлечением людей.

В рамках выполнения вида работ «Информационное обеспечение НИОКР» может проводиться анализ состояния территориальных и функциональных подсистем РСЧС или подготовки персонала конкретного опасного производственного объекта. Безусловно, что в первом случае трудоемкость существенно больше, чем во втором. Однако отсутствие детализации этого вида работ применительно к проблематике безопасности жизнедеятельности не позволяет их различить с точки зрения затрат труда.

Существенным недостатком является и рассмотрение применительно к каждому виду (подвиду) работ, так называемых «нормируемых признаков». Они представляют собой единичные сходные объекты, из определенного числа которых и состоит вид или подвид работ. Для «Информационного обеспечения НИОКР» в качестве таких нормируемых признаков выступает «один объект анализа». Если рассматриваемый вид работ включает несколько таких объектов анализа, то их общая трудоемкость определяется путем умножения трудоемкости одного объекта анализа на эмпирический коэффициент (в связи с тем, для ряда аналогичных объектов может быть потрачено меньше усилий на каждый из них в силу их одинаковости). Но при этом возникает определенный произвол, связанный с отсутствием регламентации по выбору количества таких признаков. Так, для рассматриваемого вида работ применительно к анализу состояния территориальных и функциональных подсистем РСЧС может быть выбран один объект анализа или установлено более ста таких объектов исходя из числа отдельных

территориальных и функциональных подсистем РСЧС.

Кроме того, достаточно сложно определить степень аналогии, близости нормируемых признаков. Для подвида работ «Расчетно-теоретическое обоснование» таким признаком является «одна задача». Применительно к определению требуемой группировки сил и средств ликвидации последствий разрушений зданий и сооружений такими задачами являются:

- прогнозирование места, времени и интенсивности разрушающих воздействий;
- установление законов разрушений зданий и сооружений и поражения людей;
- прогнозирование возможной обстановки в зоне разрушений зданий и сооружений;
- определение ожидаемых объемов аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР);
- установление возможностей аварийно-спасательных и пожарно-спасательных подразделений по выполнению АСДНР путем разработки единичных и укрупненных нормативов;
- определение требуемой группировки сил и средств с учетом возможностей отдельных подразделений, места их дислокации, наличия фронта работ и т.п.

Указанные задачи существенно отличаются физической природой рассматриваемых факторов, характером частных научных задач, объемом научно-технических заделов, применяемыми методами и многими другими факторами. Это свидетельствует о том, что для их решения будут требоваться различные затраты труда, что не позволяет находить суммарную трудоемкость рассматриваемого подвида работ с использованием «осредненной трудоемкости типовой задачи».

Большое количество вопросов вызывают значения рангов для отдельных видов работ, наукоемкости (отношения трудоемкости творческой работы к общей трудоемкости работы, включающей и её рутинную часть), а также предпосылка о том, что величину накладных расходов, связанных с содержанием и амортизацией производственных мощностей подрядчика, целесообразно оценивать относительно совокуп-

ной стоимости материалов и оборудования, приобретаемых для выполнения НИОКР (может возникать ситуация, когда экспериментальное оборудование, приобретённое ранее, будет в полном объеме использоваться в выполняемой работе).

В работе [21] повторяется утверждение, ранее высказанное в пояснительной записке к методике [8], о том, что, в основном, стоимость НИОКР определяется затратами творческого труда и из всех статей расходов на НИОКР (материалы, спецоборудование и т.п.) основным содержащим неопределенность звеном в структуре цен НИОКР являются затраты на оплату труда основных работников, то есть трудоемкость, необходимая для создания научно-технической продукции (далее – НТП) [11]. Именно в ней скрыта доля затрат на адекватную оплату интеллектуальной деятельности, не поддающейся однозначному нормированию. Все остальные затраты носят производный характер от трудозатрат научных работников.

Справедливо отмечается, что в соответствии со сложившейся практикой стоимость НИОКР не рассчитывается исходя из решаемой задачи, а, наоборот, под заданную стоимость НИОКР адаптируется (в основном в смысле неадекватного упрощения) решаемая задача. Недостатки указанной работы, как и предыдущей, связаны с чрезмерным укрупнением видов работ без учета специфики научных исследований в области ГО и ЗНТЧС, отсутствием обоснований по нормативам затрат труда.

В отчете [22] основное внимание уделяется вопросу расчета трудозатрат на НИОКР. Утверждается, что цена на НТП должна определяться не только затратами рабочего времени, но и её научно-техническим уровнем, конкурентоспособностью НТП в условиях рынка.

Определены « типовые операции », выполняемые при проведении научных исследований, с соответствующими значениями трудоемкости на « среднюю НИОКР ». Как и в предыдущих работах, наименование указанных операций имеет настолько общий характер, что теряются особенности любой научной работы. Подавляющее большинство НИОКР включает перечисленные

операции, и различия в трудоемкости их выполнения будут иметь произвольный характер, определяемый в основном мнением заказчика. Кроме того, содержание ряда операций имеет значительные пересечения. Например, очевидно, что « поиск путей решения » и « проведение эксперимента » входят составной частью в « проведение исследований ».

Не вполне достоверными являются приведенные нормативы трудозатрат на выполнение « типовых этапов и заданий НИОКР ». К примеру, норматив трудозатрат на математическое моделирование составляет 300 человеко-часов, что представляется крайне много для использования уже готовой аналитической модели и крайне мало для имитационного моделирования систем.

Кроме того, ряд этапов и заданий хотя и выполняется в научно-исследовательской организации, но характеризует ее повседневную деятельность и не относится напрямую к определенной теме НИОКР (например, подготовка научных кадров).

И хотя в этой работе и сделана фрагментарная попытка рассмотрения специфики научных исследований в области ГО и ЗНТЧС, но в целом ее можно считать неудачной в связи с формальным подходом к содержательной части таких работ. В качестве примера рассмотрим работы, связанные с « Оценкой обстановки в очагах поражения, зоне ЧС », трудоемкость которых оценена в 1000 человеко-часов. Непосредственно сама оценка обстановки для многих ЧС – это скорее не научная, а оперативная задача, решаемая с использованием существующих методик оценки обстановки, например, в зоне химического заражения и т.п. [23, 24 и др.]. В этой связи, даже если решение такой задачи потребуется для выполнения НИОКР, трудоемкость ее будет значительно ниже указанной, тем более при наличии огромного количества компьютерных методик, например « Токси+ ».

В то же время, если для достижения целей НИОКР возникнет необходимость определения концентраций (токсодоз) аварийно химически опасных веществ в конкретных местах на пути движения первичных и вторичных облаков в плотной городской за-

стройке в заданное время – трудоемкость таких работ будет связана с использованием серьезного математического аппарата, суперкомпьютеров для расчетов и значительно превысит указанный норматив.

Всё вышесказанное свидетельствует о серьезных недостатках существующих подходов к нормированию научного труда в системе МЧС России.

Заключение

Таким образом, в настоящее время в связи с переходом бюджетных научно-исследовательских учреждений со сметного финансирования на финансирование государственных заданий на оказание государственных услуг в научно-технической сфере крайне важной является задача определения трудоемкости, тарифов на выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В то же время анализ показал, существующие подходы к оценке трудоемкости НИОКР не вполне корректны в связи с чрезмерным укрупнением видов работ, отсутствием учета специфики научных исследований в области ГО и ЗНТЧС, неадекватных нормативов трудозатрат. Поэтому дальнейший поиск подходов к решению задачи нормирования научного труда, который будет рассмотрен в последующих статьях, представляется крайне актуальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 8 мая 2010 г. №83-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений».
2. Нормирование трудоемкости НИР и его особенности в АСНИ / В.К. Беклешев и др. // Основные направления совершенствования организации и нормирования труда в НИИ и КБ: материалы всесоюзных семинаров. – М., 1989.
3. Белов А.А. Возможно ли нормирование научного труда? // Военная мысль. – 1991. – № 7.
4. Блюков Е.Н. Концепция оценки эффективности НИОКР и ценообразования на НТП // Концепция внебюджетного возврата финансирования науки. – М.: Институт экономики РАН, 1995.
5. Создание конкурентной среды для размещения заказов на НИР и совершенствование ценообразования на научно-техническую продукцию / Н.А. Игнатушенко и др. – М.: Изд. МГОУ, 1995.
6. Управление инновациями: Модульная программа для менеджеров № 7. – М.: Госуниверситет управления, 1998.
7. Наука на продажу или как получить миллиард: Интервью с Ф.И. Атауллахановым // Наука и жизнь. – 2001. – №1. – С. 7–13.
8. Методика определения нормативов для расчета структуры цен НИОКР, выполняемых по государственным контрактам (договорам) с МЧС России (проект). – М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. – 27 с.
9. Оценка трудоемкости, накладных расходов и прибыли исполнителей НИОКР, выполняемых по государственным контрактам (договорам) с МЧС России за счет средств федерального бюджета: методические рекомендации. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2002. – 36 с.
10. Методика определения нормативов для расчета структуры цен НИОКР, выполняемых по государственным контрактам (договорам) с МЧС России. – Книга 1. – М.: МЧС России, ВНИИ ГОЧС, 2002. – 27 с.
11. Методика определения нормативов для расчета структуры цен НИОКР, выполняемых по государственным контрактам (договорам) с МЧС России. – Книга 2. Пояснительная записка. – М.: МЧС России, ВНИИ ГОЧС, 2002. – 27 с.
12. Нормативы типовых видов научных работ по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций // Разработка и обоснование нормативов трудоемкости типовых видов научных работ по проблемам ГО и ЧС: отчетная научно-техническая документация по инициативной НИР. – М.: ВНИИ ГОЧС МЧС России, 1994. (в 2-х томах).
13. Основные предложения по развитию науки и инноваций в системе МЧС России: материалы рабочей группы, созданной в соответствии с приказом МЧС России от 18.06.2007 № 337. – 17 с.
14. Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах: Организационно-финансовый план МЧС России по реализации ФЦП на 2007 год.
15. Демидова А.К. Пособие по русскому языку. Научный стиль. Оформление научной работы: учебное пособие. – М.: Русский язык, 1991. – 201 с.
16. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия: Изучение развития науки как информационного процесса. – М.: Наука, 1969. – 192 с.

17. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 367 с.
18. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука: пер. с англ. – М.: Мир, 1978.
19. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
20. Саати Т. Принятие решений: метод анализа иерархий: пер.с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 315 с.
21. Разработка методических основ по оценке эффективности и стоимости научно-исследовательских работ применительно к условиям МЧС России: научно-технический отчет по НИР. – п.3.8.5 ЕТП МЧС России на 2006 г. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2006. – 39 с.
22. Разработка единой системы учета лимита рабочего времени для научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполняемых по смете расходов, выделяемых на содержание бюджетных организаций МЧС России: Научно-технический отчет о НИР. – п. 1.3.8 ЕТП НИОКР МЧС России на 2008 г. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2008. – 68 с.
23. Методика оценки последствий аварийных выбросов опасных веществ. Методика «Токси». – М.: Ростехнадзор, 2005.
25. Методика оценки санитарно-эпидемиологического состояния в зонах катастроф: Расчет санитарных потерь от инфекции. Оперативный расчет потери населения в районах стихийных бедствий и катастроф. – М.: ВЦМК «Защита», 2003.

УДК 608.3

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШАРОВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО РАЗРЯДА, ПОЛУЧЕННОГО С ПОМОЩЬЮ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Бурлуцкий Д.С., Калеева Ж.Г.*ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», Оренбург, e-mail: jkaleeva@yandex.ru*

В работе описаны результаты исследования явления возникновения шарового электрического разряда под действием микроволнового излучения на металлических и графитовых стрежнях, а также влияние этого разряда на изменение физико-химических свойств различных материалов.

Ключевые слова: микроволновое излучение, СВЧ-излучение, шаровой разряд, изменение свойств материалов

FLUCTUATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF STUFFS AS A RESULT OF THE EXPERIMENTAL EFFECT OF THE SPHERICAL ELECTRIC DISCHARGE RECEIVED BY MEANS OF MICROWAVE RADIANCE

Burlutskij D.S., Kaleeva Z.G.*The Orenburg state university, Orenburg, e-mail: jkaleeva@yandex.ru*

Changing the physical properties of materials experimental impact ball electric discharge, obtained through microwave. Burlutsky Dmitry, Kaleeva Jeanne. This paper describes a study of the phenomenon of ball electric discharge under the action of microwave radiation on metal and graphite shaft, as well as the impact of this discharge to changes in physical properties of various materials.

Keywords: microwave, microwave – radiation level ball, change the properties of materials

Перспективным направлением научно-технического исследования является не только проблема оценки качества обеспечения стабильности прочностных характеристик материалов, но и исследование влияния условий микроволнового излучения на изменение их физических свойств. «СВЧ энергетика – приобретает все большее практическое использование в ряду энергосберегающих технологий. При воздействии СВЧ поля на материалы с низкой электро- и теплопроводностью, к которым относятся большинство оксидных материалов, происходит поглощение электромагнитной энергии всем объемом материала, а максимальный эффект наблюдается на границах сред с разными электродинамическими характеристиками, что невозможно при нагреве внешними источниками тепла» [3, С. 8].

Целью проведенного опытно-экспериментального исследования было:

- изучение явления возникновения шарового электрического разряда под действием СВЧ-излучения на металлических и графитовых стрежнях;
- оценка изменения структуры вещества исследуемых материалов под действием тепловых эффектов, реализующихся при

взаимодействии шарового разряда, возникающего в электромагнитном поле СВЧ микроволнового диапазона с опытно-экспериментальными образцами;

– определение параметров технико-экспериментальных операций и процесса изменения структуры опытных образцов и оценка перспектив возможности синтеза материалов с заданными физическими свойствами.

Научная новизна представленного опытно-экспериментального исследования заключается в том, что

- выявлены закономерности процесса образования шарового разряда под действием микроволнового излучения на металлических и графитовых стрежнях;
- определены особенности поведения полученного шарового разряда при его взаимодействии с веществом;
- определен спектральный состав полученного шарового газового разряда;
- зафиксированы факты изменения структуры и свойств материалов при взаимодействии с полученным шаровым разрядом.

Практическая ценность проведенного исследования заключается в следующем:

– описаны закономерности и параметры реализации функционально-организационного процесса взаимодействия шарового разряда с экспериментальными материалами (вольфрам, чугун, гранит, древесная смола, перенасыщенный раствор NaOH, порошкообразные смеси различного химического состава);

– произведена фиксация трансформации структуры порошкообразных материалов за счет развития процесса контактного плавления, описана техника выполнения процесса высокотемпературного спекания порошкообразных материалов в процессе контакта с шаровым разрядом;

– дано общее описание изменения физико-технических показателей свойств и структуры экспериментальных материалов микроволнового плазмотермического синтеза, связанного с воздействием шарового разряда;

– высказаны предположения о прикладных аспектах использования шарового разряда, возникающего в процессе микроволнового нагрева графитных и металлических стержней в целях разработки новых материалов с заданными параметрами и свойствами, а также для повышения эксплуатационных характеристик изделий.

В экспериментальной работе использовались следующие методы исследования: эксперимент, моделирование, сравнительный анализ, аналогия, а также такие приборы, как микроскоп, электроскоп, спектроскоп. Точность и достоверность результатов экспериментов, как по получению разряда, так и по определению влияния разряда на физические свойства различных материалов достигалась за счет достаточного количества (6–10) опытов по каждому выбранному направлению.

Идеей для постановки эксперимента послужили опыты, заключающиеся в том, что при помещении в камеру сверхвысокочастотного излучения горячей зубочистки, воткнутой в пробку, от пламени горячей зубочистки отлетало множество кратковременных искр, вспышек. Логика дальнейшего развития опытно-экспериментальной идеи привела к установлению умозаключения, что появление наблюдаемых эффектов не связано с возможностью воздействия

СВЧ-излучения ни на пламя, ни на опытный образец (зубочистку), являющийся диэлектриком. Однако углеродсодержащий пепел от горящего дерева, из которого была изготовлена зубочистка, является отличным проводником, способным взаимодействовать с СВЧ-излучением. Замена зубочистки на графитовый стержень диаметром 0,5 мм (в качестве безопасности накрытого химическим стаканом) привела к тому, что при установлении максимальной мощности микроволновой печи на конце графитового стержня появился яркий шаровой разряд диаметром порядка 1 см и стал увеличиваться в размерах. При этом образование разряда сопровождалось звуками потрескивания, жужжания, характерного для некоторых ламп дневного света. Образовавшийся на кончике графитового стержня шаровой разряд быстро увеличился в объеме до примерных визуальных размеров куриного яйца (~5 см), отделился от кончика графитного стержня, и, поднявшись до самого верха химического стакана, начал самостоятельное автономное существование. При этом сам графитовый стержень докрасна раскалился, а основание пробки обуглилось, появился едкий запах озона. Поверхность химического стакана также нагрелась таким образом, что вода при попадании на неё, испарялась в течение нескольких секунд. Образование и отделение шарового газового разряда под действием электромагнитного излучения микроволновой печи заняло 5–7 секунд.

В целях доказательства того, что полученный плазмод является шаровым электрическим разрядом в газе, и определения наличия у него электрического заряда, был использован лабораторный электроскоп. Для этого на дне химического стакана (в котором образовывался шаровой разряд) была закреплена латунная сетка, вырезанная в форме круга диаметром 7 см и соединённая металлическим проводом с электроскопом. Сбор статистических данных по определению заряда шарового разряда, позволил сделать вывод, что в каждом из восьми проведенных опытов в момент соприкосновения шарового разряда с латунной сеткой электроскоп показывал наличие электрического заряда.

В случае горизонтального расположения графитового стержня образование шарового разряда не наблюдалось. Это подтверждает гипотезу экспериментаторов, базирующуюся на том, что графитовый стержень выполняет функцию антенны, по поглощению сверхвысокочастотного электромагнитного излучения магнетрона, конвертируя его в шаровой электрический разряд. При сохранении вертикального положения и замены материала «антенны», поглощающей, а затем излучающей СВЧ-излучение в виде энергетического сгустка – шарового электрического разряда на металлическую иглу с размерами (диаметр $\sim 0,5$ мм, длина $\sim 4,5$ см) полученные эффекты появления шарового разряда имели некоторые отличия. В каждом из шести проведенных опытах шаровой разряд, образующийся на острие металлической иглы, не отделялся от неё и имел 1 см в диаметре.

В процессе проведения серии опытов выяснилось, что в камере сверхвысокочастотного излучения графитовые стержни заостряются со стороны, на которой возникает разряд порядка 5 см в диаметре, причем разряд отделяется от стержня и может двигаться самостоятельно. На металлической игле возникает разряд меньшего диаметра, который не отделяется от нее, а задерживается магнитным полем, возникающим у иглы. Намагниченность иглы сохраняется после завершения опыта. Образование разряда происходит с выделением теплоты и образованием озона, электроскоп показывает наличие электрического заряда в момент контакта шарового разряда с металлической сеткой, соединенной с электроскопом. Изучение использованных в эксперименте графитовых стержней под микроскопом показало заострение их верхнего конца, на котором происходило образование шарового заряда, что также может быть обусловлено стеканием электрического заряда, приводящего и к обугливанию пробки, в которой находился в процессе эксперимента графитовый стержень.

В случае расположения острого конца иглы в пробке происходит оплавление металла, в противоположном случае ушко иглы, помещенное в пробку, разрывается.

При помещении острия иглы в пробку на глубину $\sim 1,5$ см за 1–2 секунды наблюдается прожигание пробкового дерева с появлением обугленности тороидальной формы с диаметром ~ 10 мм (рис. 1). При использовании графитного стержня появившийся шаровой заряд отделяется от него и выходит наружу, при этом оставляя за собой следы обугливания пробки по траектории своего движения (рис. 2). По термическим нарушениям в веществе (пробке), в котором протекал разряд, была определена тороидальная форма возникающего электрического разряда, который затем прожигал пробку, выходил наружу, отделялся и становился доступным для наблюдения в виде светящейся сферы.

В целях определения химического состава полученного шарового разряда было проведено установление его спектрального состава, при этом спектроскоп зафиксировал и сфотографировал спектральные линии, обозначившие присутствие в шаровом разряде кислорода, водорода и гелия. По поводу наличия гелия Ю.И. Устиновским, зав. лабораторией фазовых превращений Удмуртского государственного университета, профессора кафедры термофизики материалов Физико-технического института УрО РАН был сделан следующий комментарий: «По-видимому, в локальных точках на поверхности графита напряжение достаточно высоко, что позволяет пройти реакции $\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{He}$ (все-ионы)».

По плавлению тугоплавких металлов и минералов, находящихся в контакте с шаровым разрядом, была определена так же температура наблюдаемого эффекта появления светящегося плазмоида – ориентировочно более 3500°C , что соответствует температуре электрических разрядов в газах. При взаимодействии шарового разряда с вольфрамовой проволокой (температура плавления 3416°C), закреплённой на вершине графитового стержня, произошло испарение материала вольфрама.

Дальнейшее исследование взаимодействия шарового разряда и опытно-экспериментальных материалов, обладающих различными физическими свойствами, привело к следующим результатам. Воздействие ша-

рового разряда на мелкие кусочки чугуна соединённые между собой магнитным притяжением, установленные на термостойкой керамической подставке, привело к их сплавлению в цельный кусок чугуна (температура плавления 1200 °С) с превращени-

ем ферромагнетика в парамагнетик после прохождения температуры Кюри и потерей магнитных свойств. Аналогичным образом проходило сплавление механически размельчённого в порошок гранита (температура плавления 1000 °С) (рис. 3.)



Рис. 1. Термическое разрушение пробки в процессе образования шарового разряда на металлической игле

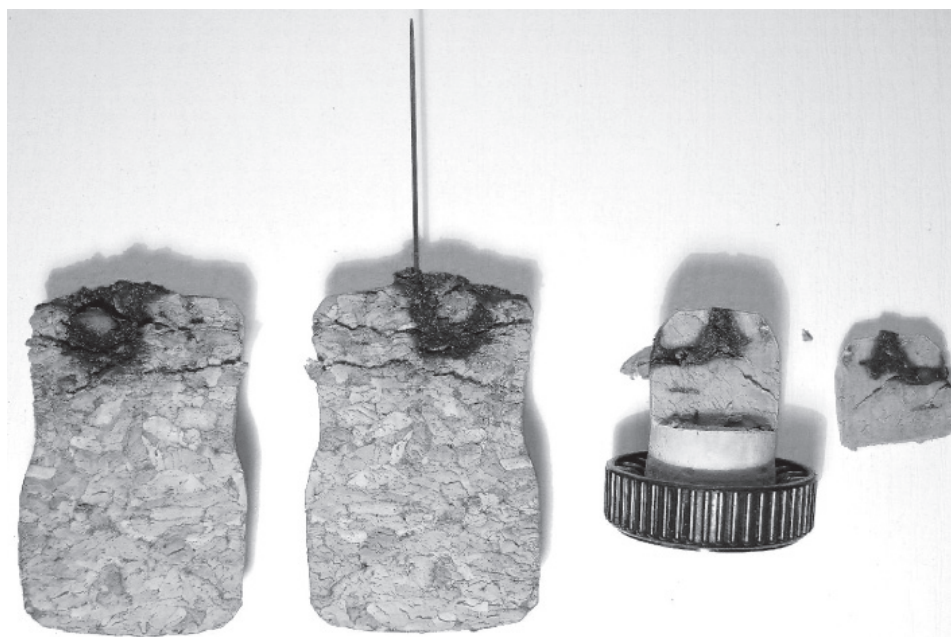


Рис. 2. Термическое разрушение пробки в процессе образования шарового разряда на графитовом стрежне, показывающее траекторию движения отделяющегося шарового разряда

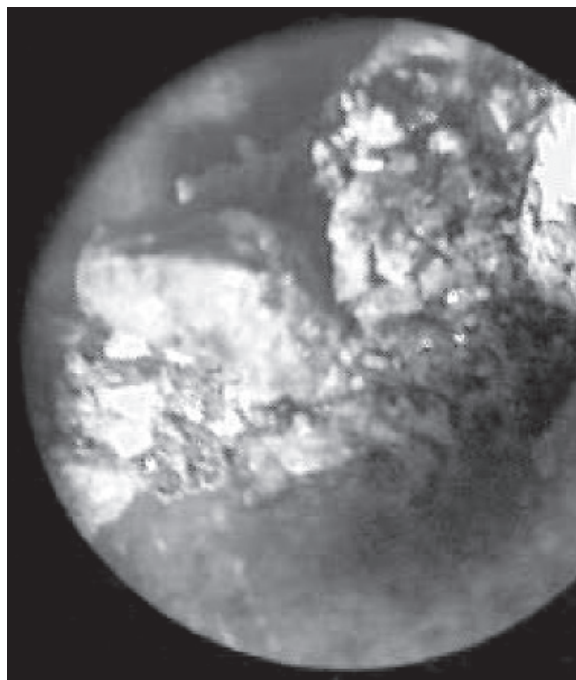


Рис. 3. Результаты сплавления механически размельченного в порошок гранита под действием шарового разряда

При воздействии шарового разряда на древесную смолу произошла кристаллизация янтарной кислоты, ее окаменение и превращение её в янтарь. В процессе эксперимента установленные в керамической чашке засохшие кусочки дубовой смолы расплавились в течение 30 секунд, а затем кратковре-

менное (6–7 секунд) воздействие шарового разряда привело к закипанию почерневшей массы с последующим ее возгоранием. После остывания и промывания продуктов горения были обнаружены образования диаметром порядка 2 мм, имевшие янтарный цвет и высокую твердость (рис. 4.).

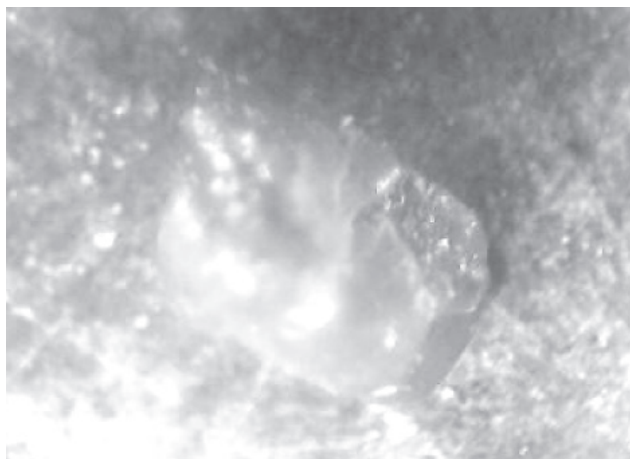


Рис. 4. Результат кристаллизации дубовой смолы с образованием янтаря

В процессе воздействия шарового разряда на графитные стержни диаметром 0,5–0,7 мм было зафиксировано, что при пересечении их разрядом стержни расплавляются на две части, места бывшего соединения которых под микроскопом выглядят как оплавленные шарообразные об-

разования диаметром от половины до двух изначальных диаметров стержня. Также были обнаружены графитовые шарообразные образования отдельно от частей графитового стержня. По данным специальных исследований Института теплофизики экстремальных состояний Объединённого

института высоких температур Российской академии наук (ИТЭС ОИВТ РАН), температура плавления графита равняется 4800 К [10]. Анализируя представленные в научной литературе способы экспериментального исследования термических свойств углерода при высоких температурах и умеренных давлениях, стоит отметить, что полученные результаты эксперимента по плавлению графита при атмосферном давлении являются уникальными [1].

В целях изучения физических характеристик графитового стержня, применяемого для экспериментов по созданию шарового электрического разряда, а также с целью изучения возможного изменения его физических и химических свойств, был проведён ряд экспериментов по воздействию на охлаждённый до минусовых температур графитовый стержень шаровым электрическим разрядом. В серии экспериментальных опытов шесть из девяти графитовых стержней, охлажденных до температуры -18°C , при наличии малых размеров стержня (около 0,5 мм в диаметре), разницы температур в несколько тысяч градусов и резкого перепада температур, высокой теплопроводности, были практически моментально разрушены в местах соприкосновения с шаровым разрядом.

При изучении образцов использованного графитового стержня с помощью микроскопа было обнаружено изменение структуры поверхности графита, подвергшегося воздействию мощного термо-удара с появлением микроскопических вкраплений кристаллов белого цвета, имеющих форму октаэдра, а также были обнаружены белые, хрупкие, нитевидные и сетковидные структуры (рис. 5). Объяснить их появление также можно с точки зрения метода академика Б.В. Дерягина. «Сущность метода заключается в том, что при определённых условиях (насыщенность объёма пространства углеродом, высокая температура, затравочные частицы кристаллического углерода) рост кристаллов алмаза возможен и при атмосферном давлении. При этом возможно образование нитевидных кристаллических структур» [9, С. 398–399]. Проведённые опыты открывают новые перспективы в соз-

дании принципиально новых технологий синтеза алмаза, а также разнообразных молекулярных структур графита. Выдвинута гипотеза об образовании на графитовых образцах в результате плазменного термо-удара шаровым разрядом таких модификаций графита, как углеродные нанотрубки и фуллерены. Подтверждение данных предположений позволило бы значительно удешевить производство указанных образований, столь необходимых в индустрии нанотехнологий. Исследованиями в области создания новых молекулярных структур углерода, а также экспериментами по практическому применению шарового электрического разряда и теоретическому обоснованию его физической природы занимается Лаборатория плазмотермического синтеза при Российском университете дружбы народов, возглавляемая Дмитрием Бурлуцким [1].

Изучение влияния экспериментального воздействия шарового разряда на скорость кристаллизации перенасыщенного раствора NaOH, являющегося проводником электрического тока, показало, что скорость кристаллизации существенно увеличивается, кристаллы появляются также и на поверхности графитового стержня, однако шаровой разряд может возникнуть только в случае использования минимального объёма раствора.

В рамках изучения явления взаимодействия шарового разряда и вещества была проведена серия экспериментов, связанных с разработкой синтеза материалов (в том числе минералов) на основе подбора необходимого состава порошковых смесей (шихт) путём сплавления ряда составных химических веществ. Техника сверхвысокочастотного, плазмотермического получения рубина, выбранного в качестве цели экспериментального опыта по причине простоты его химического состава, предполагала использование шихты оксида алюминия и трёхвалентного оксида хрома в пропорциях 9:1, которая была помещена в термоустойчивую керамическую посуду. В процессе воздействия шаровым разрядом (порядка 6–8 секунд) шихта раскалялась до красна, происходило чрезмерное нагревание керамической термоустойчивой чаш-

ки, на которой было заметно движение не успевшей раскалиться части шихты. После просеивания продуктов эксперимента было обнаружено большое количество кристаллов красного цвета порядка 2–3 мм (рис. 6). Проверки полученных кристаллов, проведенные по Шкале Мооса, показали, что полученные кристаллы соответствуют по твёрдости 9, той же, что и природные

рубины. Была проведена серия опытов с экспериментальным подбором пропорций составных веществ изменением в целях наиболее успешной и быстрой кристаллизации. Представленный рис. 7 позволяет визуально оценить сходство минерала, созданного в результате контакта с шаровым разрядом (слева) и природного рубина (справа).

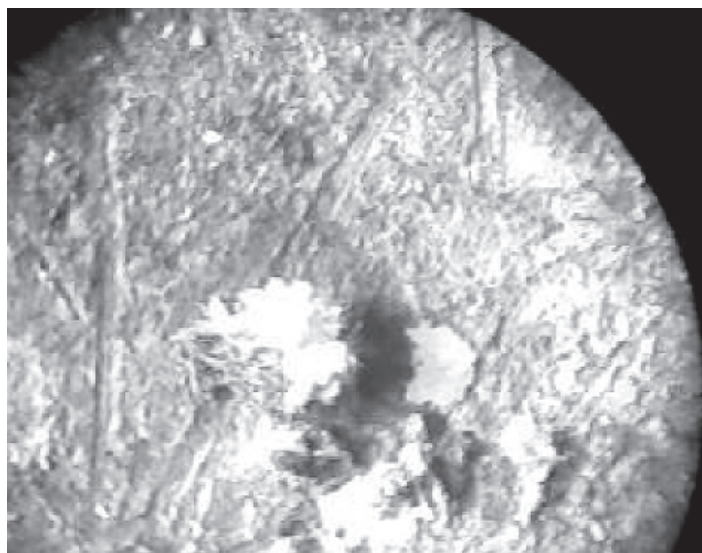


Рис. 5. Белые, хрупкие, нитевидные и сетковидные структуры на поверхности графита, подвергшегося термо-удару шарового разряда

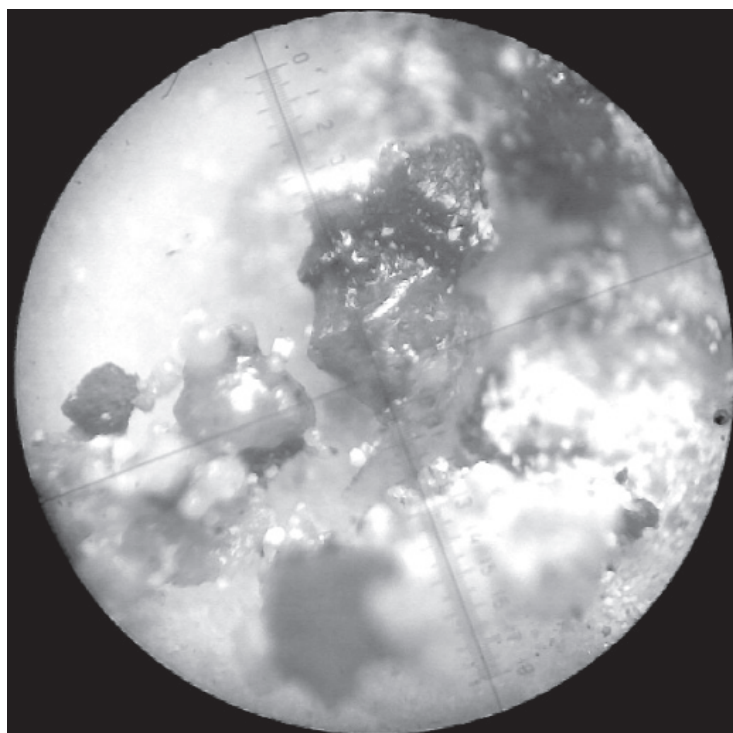


Рис. 6. Кристаллы красного цвета (рубины) как обработки шаровым разрядом шихты оксида алюминия и трёхвалентного оксида хрома в пропорциях 9:1

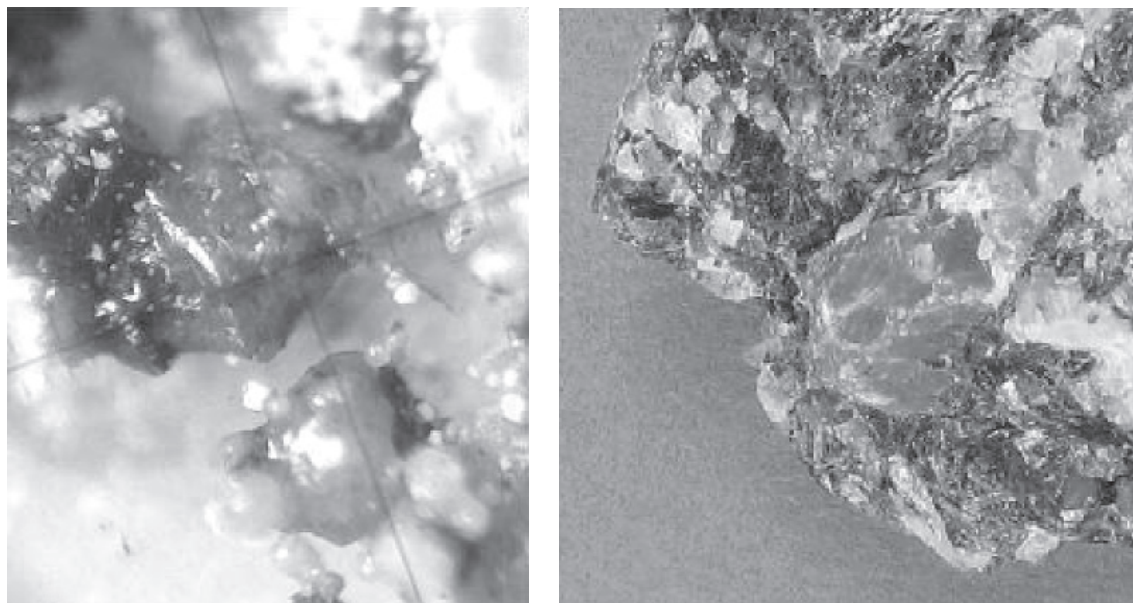


Рис. 7. Визуальное сходство минерала, созданного в результате контакта с шаровым разрядом (слева) и природного рубина (справа)

Успешные опыты по синтезу искусственного рубина позволили продолжить эксперименты по созданию других искусственных минералов. Ввиду простоты химического состава и доступности исходных веществ следующими минералами, которые было решено синтезировать, были сапфир и изумруд. Технология осталась той же самой. Изготавливалась шихта из исходных веществ, входящих в состав искомого минерала, которая помещалась в керамическую чашку. Графитовый стержень устанавливался непосредственно в шихте. При включении СВЧ-генератора в экспериментальной камере появлялся шаровой разряд, который ввиду высокой температуры сплавлял исходные вещества, синтезируя тем самым необходимый минерал. Полученные результаты синтеза минералов представлены на рис. 8 и 9.

В процессе синтеза сапфира были использованы следующие составные элементы: оксид алюминия, оксид железа, а также оксид титана. Определённая сложность заключалась в выборе оптимальных пропорций составных веществ, в особенности оксида титана, поскольку при недостаточном перемешивании шихты оксид титана восстанавливался до металлического титана, и в шихте образовывались сплавленные титановые шарики. В ходе отработки

техники эксперимента эта проблема была устранена. Возникновение сплавленных, идеально шарообразных, сверхмалых образований титана открывает возможность создания технологии производства титановых подшипников, столь малых, что они смогут применяться в различных образцах высокоточной техники.

Некоторые сложности возникли с поиском реагентов для синтеза изумруда, а именно – оксида бериллия, который был, тем не менее, получен опытным путём из минерала берилла, состоящего так же из оксида кремния, тоже входящего в состав изумруда. Также в состав исходной шихты входили оксид алюминия и хрома с небольшими примесями оксида железа. Состав шихты, использовавшейся в синтезе изумруда, был следующим: оксид бериллия – оксид алюминия – оксид кремния – оксид хрома – оксид железа находились в пропорциях 13:18:65:2:2. В ходе экспериментов по получению минералов самые большие кристаллы оказались у изумруда, что связано с наименьшей долей в составе шихты тугоплавкого оксида хрома (рис. 10).

В процессе поставленной исследовательской задачи было экспериментально доказано появление шарового разряда в условиях микроволнового, сверхвысокочастотного

стотного излучения сантиметрового диапазона, определены некоторые его физические параметры и особенности поведения в зависимости от условий эксперимента. Высокая температура, появляющаяся при возникновении электрического шарового разряда так же применялась для изучения физических свойств некоторых веществ (гранит, древесная смола, графит, перенасыщенный раствор NaOH, порошковые смеси разного химического состава), что позволило обнаружить ускоренную кристаллизацию раствора, образование твердых пород из пыли

и смолы, а также появление новых структур на поверхности образцов графита (которые в соответствии с теоретическими выводами академика Б.В. Дерягина могут оказаться алмазами [9]). При обработке шихты (смеси порошков) оксида алюминия и трёхвалентного оксида хрома в пропорциях 9:1 электрическим шаровым разрядом были получены кристаллы, которые по шкале Мооса соответствовали твердости 9, что соответствует твердости кристаллов рубина. В процессе экспериментов также были получены кристаллы сапфира и изумруда.

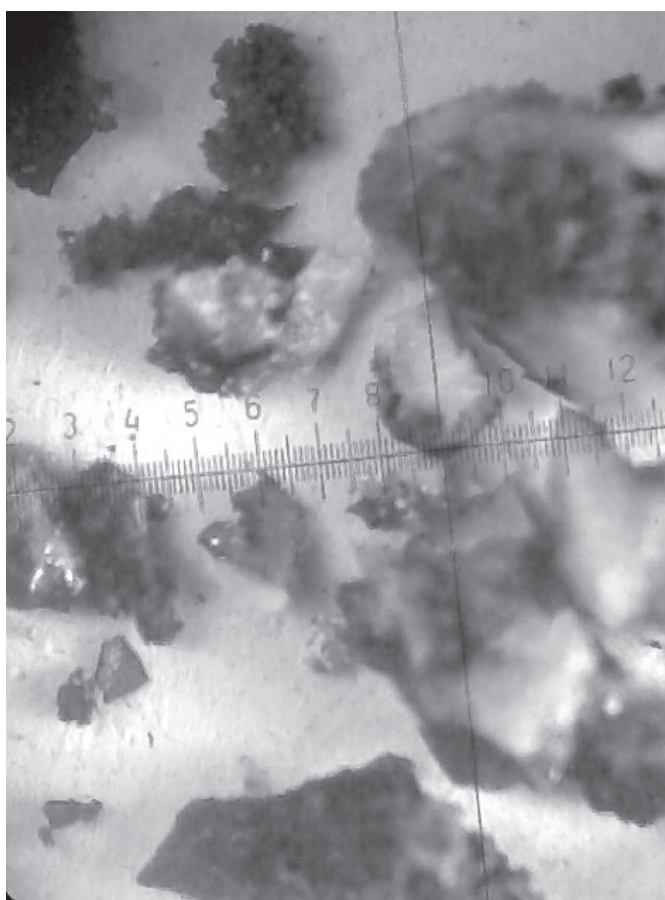


Рис. 8. Сапфиры, полученные в результате воздействия на шихту шарового разряда

Представленные материалы опытно-экспериментальной работы могут быть полезными для разработки новых технологий синтеза материалов и минералов при помощи воздействия шаровым разрядом, физико-технического поиска способов повышения прочностных характеристик различных материалов за счет залечивания дефектов поверхности и улучшения струк-

туры и свойств используемых образцов. Дальнейшие исследовательские перспективы могут касаться создания методики оценки распределения температуры при контакте опытно-экспериментальных материалов с шаровым разрядом в поле СВЧ.

Отдельной темой исследования также может стать исследование трансформации структуры порошкообразных материалов

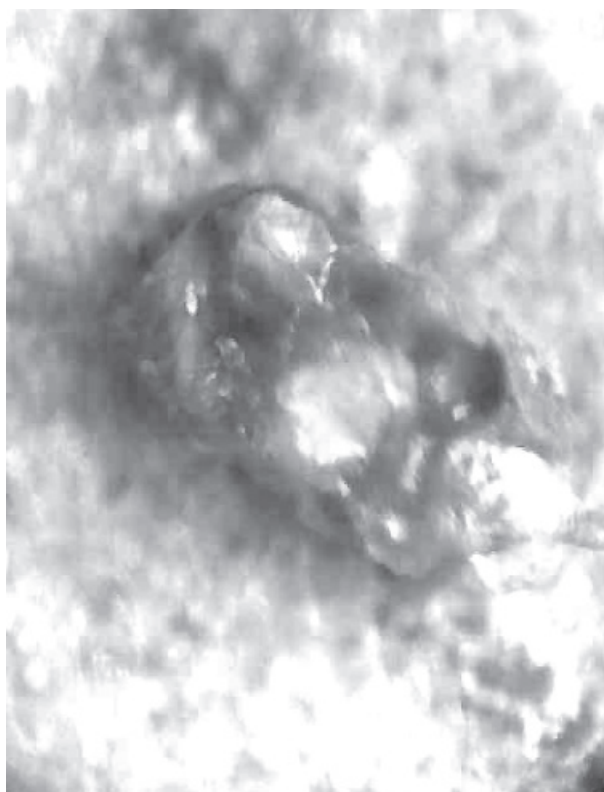


Рис. 9. Изумруды, полученные в результате воздействия на шихту шарового разряда

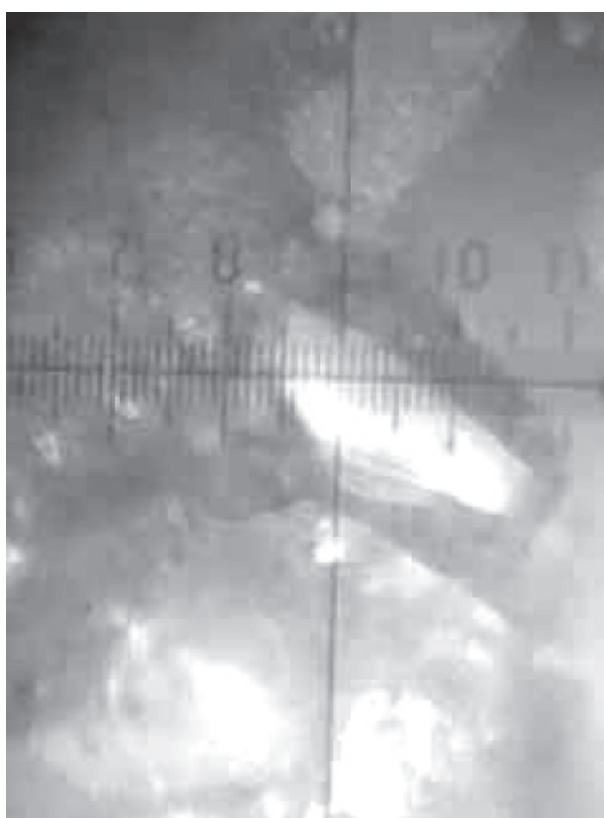


Рис. 10. Оценка размера кристалла, наиболее крупного из всех полученных в результате обработки шихты шаровым разрядом

за счет развития процесса контактного плавления. На основе применения шарового разряда может быть также разработана технология реализации процесса высокотемпературного спекания порошкообразных материалов с получением нужных физико-технических показателей получаемых образцов микроволнового синтеза при помощи шарового разряда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асиновский Э.И. Экспериментальное исследование термических свойств углерода при высоких температурах и умеренных давлениях / Э.И. Асиновский, А.В. Кириллин, А.В. Костановский // Успехи физических наук. – 2002. – Т. 172. – С. 931–944.
2. Бурлуцкий Д.С. Исследование шарового электрического разряда в СВЧ-излучении // Научные работы (Zinātnisko pētījumi). – 2007. – № 4. – С. 49–54.
3. Дедовец М.А. Корундовые материалы, модифицированные радиопоглощающими веществами: дис. ... канд. тех. наук: 05.02.01. – СПб., 2004. – 173 с.
4. Диденко А.Н. СВЧ-энергетика / А.Н. Диденко, Б.В. Зверев. – М.: Наука, 2000. – 212 с.
5. Пономарев А.Н. Применение СВЧ-излучения для стимулирования химических реакций / А.Н. Пономарев, В.Л. Тарасенко // ЖВХО. – 1973. – Т. 18, №1. – С. 34–42.
6. Суворов С.А. Микроволновый синтез материалов из порошков оксида алюминия / С.А. Суворов, И.А. Туркин, Л.Н. Принцев, А.В. Смирнов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2000. – № 9. – С. 9–13.
7. Суворов С.А. Структура материалов на основе Al_2O_3 , синтезированных в микроволновой печи / С.А. Суворов, И.А. Туркин, М.А. Дедовец // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 1. – С. 2–5.
8. Суворов С.А. Структура и свойства циркониевых материалов, полученных саморазогревом в электромагнитном поле СВЧ / С.А. Суворов, И.А. Туркин, М.А. Дедовец // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 8. – С. 5–7.
9. Конюшая Ю.П. Открытия и научно-техническая революция. – М.: Московский Рабочий, 1974. – 494 с.
10. Коробенко В.Н. Измерение температуры плавления графита и свойства жидкого углерода [Электронный ресурс] / В.Н. Коробенко, А.И. Савватимский // ГрафитКарфт. – http://www.grafitural.ru/?Statmzi:_Izmerenie_temperatury_plavleniya_grafita_i_svoistva_zhidkogo_ugleroda. Проверено 01.08.2011.

УДК 621.8

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В СЕЧЕНИЯХ ВИТКА ВИНТОВОГО МЕХАНИЗМА

Лодыгина Н.Д., Шарапов Р.В.*Муromский институт ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет»,
Муrom, e-mail: kaftextmex@yandex.ru*

Проведено теоретическое и экспериментальное исследование витка винтового механизма. В результате исследований выявлено, что наибольший вклад в разность главных напряжений вносят контактные напряжения, что подтверждено экспериментом.

Ключевые слова: винтовой механизм, напряжение

STUDY OF THE STRESS STATE IN THE SECTIONS TURN OF SCREW MECHANISM

Lodigina N.D., Sharapov R.V.*Murom Institute GOU VPO «Vladimir State University», Murom, e-mail: kaftextmex@yandex.ru*

A theoretical and experimental study of spiral screw mechanism. The studies revealed that the greatest contribution to the difference of principal stresses make contact stresses, which is confirmed by experiment.

Keywords: screw mechanism, stress

В настоящее время при исследовании напряжений и деформаций широкое распространение получили методы, основанные на использовании различных оптических явлений. В данном исследовании применяется поляризационно-оптический метод, так как он отличается наглядностью, позволяет весьма полно исследовать напряженное состояние в деталях сложной конфигурации.

Экспериментальное исследование напряжений при помощи поляризационно-оптического метода [2] проводили на моделях, изготовленных из прозрачного, изотропного материала – эпоксидной смолы ЭД-6М.

Модели придали такую же форму, что и изучаемая деталь, и загружали ее нагрузками, расположенными подобно действующим на деталь. При этом на модели наблюдали оптический эффект, сопутствующий деформациям материала модели и непосредственно с ними связанный. Наблюдения за оптическим эффектом позволяют судить о напряжениях, действующих в отдельных точках исследуемой прозрачной модели.

Результаты исследования напряженного состояния, полученные оптическим методом, с достаточной для практики точностью могут быть распространены на детали, изготовленные из любого изотропного материала (сталь, алюминий, чугун и т.п.). Это следует из того, что, если напряженное состояние той или иной детали является плоским, то

для изотропного материала распределение напряжений в большинстве случаев не зависит от упругих постоянных E и μ . Лишь при объемном напряженном состоянии и для некоторых особых случаев плоского напряженного состояния на распределение напряжений влияет коэффициент Пуассона, однако это влияние сравнительно невелико и практически им можно пренебречь.

При нагружении модели на экране появляется ее изображение, покрытое системой интерференционных полос, по характеру которой можно судить о распределении напряжений в детали. После соответствующей обработки картины полос определяется разность главных напряжений ($\sigma_1 - \sigma_3$).

После получения поля изохром определяли порядок изохроматических полос.

Для определения порядка полос пользовались медленным нагружением модели. Чтобы повысить точность измерений, нагружение осуществлялось ступенями с фиксацией порядка полос m и нагрузки на каждой ступени F .

Для количественной оценки напряженно-деформированного состояния модели определяли цену полосы материала, из которого она изготовлена.

Напряженное состояние исследовали на специальной установке ППУ-5 (проекционно-поляризационная установка). В этой установке обеспечена возможность враще-

ния плоскостей поляризации, что особенно удобно для фиксирования изоклин. При помощи фотокамеры сфотографированы картины полос, изохромы исследуемой модели. При убранной фотокамере увеличенное изображение модели наблюдали на экране.

Исследование напряжений в сечениях витка проводилось с помощью разработанного специального приспособления, имитирующего сопряжение рабочих поверхностей винтового механизма. Приспособление состоит из сборного винта (шеек), между которыми закреплен образец. Образец представляет собой виток резьбы – диаметром d , углом профиля α и шагом P . Рабочее соприкосновение винтовой поверхности имитируется сопряжением образца с роликом, неподвижно закрепленным в крышках, имеющих возможность осевого перемещения относительно шеек винта. Используемое приспособление закреплялось на столе установки ППУ-5 с помощью толстостенной трубы.

Осевое нагружение на образец осуществлялось роликом через втулку, а крутящий момент имитировался нагрузкой через ролик на некотором расстоянии от его оси и перпендикулярно ей с помощью пружины и груза, перекинутого через блок.

Испытанию подвергались шесть моделей имитирующих виток ходового винта, из-

готовленных из эпоксидной смолы ЭД-6М. Диапазон нагрузок брался в интервале от 50 до 250 Н при ступенчатом нагружении через 50 Н. Зная порядок полосы и оптическую постоянную для каждой точки модели определяли разность главных напряжений.

При теоретическом расчете развернутый на плоскость виток детали винтового механизма рассчитывается с использованием расчётной модели консольной балки переменного сечения [4]. Виток в процессе эксплуатации испытывает деформации изгиба, растяжения (сжатия), среза и кручение. Напряженное состояние в любой точке модели считается плоским, так как одна грань выделенного элемента свободна от нагрузок и толщина модели витка мала [3].

Результаты эксперимента и теоретические значения разности главных напряжений ($\sigma_1 - \sigma_3$) приведены в таблице, в которой задаются следующие значения:

- 1) действующая нагрузка F_a , Н;
- 2) угол при вершине витка α , град.;
- 3) глубина z (расстояние от точки приложения силы F_a до точки, в которой определяется разность главных напряжений ($\sigma_1 - \sigma_3$) в перпендикулярном направлении к поверхности витка);
- 4) номер полосы m определяется по картине изохром.

Результаты экспериментальных исследований

№ п/п	Осевая нагрузка F_a , Н	Угол при вершине витка α , град.	Глубина Z , мм	Номер полосы M	Экспериментальные значения $(\sigma_1 - \sigma_3)^3$	Теоретические значения $(\sigma_1 - \sigma_3)^T$				
						изгибательные напряжения	контактные напряжения		суммарные значения напряжений	
							МПа	МПа	МПа	МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50	60°	3,0	1	2,038	0,096	1,906	6,52	1,914	6,119
2			2,0	2	4,077	0,101	2,843	30,262	2,852	30,039
3			1,333	3	6,115	0,105	4,802	21,48	4,811	21,34
4			0,833	4	8,154	0,107	7,406	9,18	7,413	9,0
5	100	60°	5,833	1	2,038	0,167	2,244	10,05	2,243	-10,07
6			3,5	2	4,077	0,108	3,723	8,69	3,737	8,34
7			3,5	3	6,115	0,193	4,132	29,17	4,348	28,9
8			2	4	8,154	0,203	6,42	21,265	6,438	21,04
9			1,167	5	10,192	0,211	10,567	-3,675	10,583	-3,896
10			1,0	6	12,231	0,213	12,066	1,343	12,082	1,215

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11	150	60°	9,33	1	2,038	0,233	2,106	3,304	2,067	-1,385
12			5,0	2	4,077	0,261	3,916	3,95	3,924	3,7
13			3,33	3	6,115	0,284	5,836	4,57	5,858	4,2
14			2,83	4	8,154	0,29	6,835	16,178	6,86	15,868
15			1,667	5	10,192	0,309	11,275	10,625	11,302	10,889
16			1,167	6	12,231	0,317	15,389	-25,821	15,414	-26,0
17			0,833	7	14,269	0,321	19,9	-39,4	19,92	-39,6
18	200	60°	4,167	4	2,038	0,167	2,244	23,52	6,257	23,36
19			3,167	5	8,154	0,362	6,236	20,1	8,176	19,78
20			2,5	6	10,192	0,382	8,145	16,52	10,246	16,23
21			1,833	7	12,231	0,396	10,21	4,66	13,641	4,4
22			1,5	8	14,269	0,409	13,604	0,46	16,268	0,24
23			1,167	9	16,308	0,416	16,233	-8,7	19,97	-8,87
24	250	60°	5,33	4	18,346	0,422	19,94	25,14	6,112	25,0
25			4,167	5	8,154	0,427	6,104	23,72	7,8	23,45
26			3,667	6	10,192	0,453	7,775	28,026	8,837	27,75
27			3,167	7	12,231	0,465	8,803	28,96	10,177	28,68
28			2,5	8	14,27	0,478	10,137	22,267	12,721	21,996
29			2,0	9	16,308	0,495	12,676	15,242	15,595	14,994
30			1,5	10	18,346	0,507	15,57	2,209	19,978	1,99
31			1,333	11	20,385	0,62	19,93	2,258	21,96	2,067
32	50	90°	3,167	1				17,285	1,686	17,282
33			1,667	2	17,282	2,038	1,686	22,167	3,173	22,166
34			1,0	3	22,166	4,077	3,173	15,429	5,172	15,429
35			0,5	4	15,429	6,115	5,172	15,047	9,381	15,048
36	100	90°	3,0	2	15,048	8,154	9,381	13,094	3,543	13,091
37	100	90°	2,0	3	13,091	4,077	3,543	13,940	5,263	13,938
38			1,167	4	13,938	6,115	5,263	6,999	8,724	6,994
39			1,0	5	6,994	8,154	8,724	1,895	9,999	1,895
40			0,667	6	1,895	10,192	9,999	13,311	13,859	13,311
41	150	90°	2,5	4	13,311	12,231	13,859	22,497	6,32	22,495
42			2,0	5	22,495	8,154	6,32	23,225	7,825	23,223
43			1,167	6	23,223	10,192	7,825	4,401	12,769	4,402
44			1,0	7	4,402	12,231	12,769	1,749	14,519	1,749
45	200	90°	2,5	5	1,749	14,269	0,293	17,791	8,379	17,788
46			2,0	6	17,788	10,192	8,379	15,436	10,343	15,434
47			1,333	7	15,434	12,231	10,343	4,247	14,875	4,248
48			1,0	8	4,248	14,269	14,875	15,047	18,762	15,048
49			0,833	9	15,048	16,308	18,762	16,463	21,366	16,463
50	250	90°	3,5	5	10,192	0,376	7,542	25,996	7,543	25,994
51			2,333	6	12,231	0,423	11,113	9,139	11,113	9,137
52			2,167	7	14,269	0,43	11,907	16,556	11,908	16,554
53			2,0	8	16,308	0,438	12,818	21,4	12,818	21,398
54			1,5	9	18,346	0,462	16,563	9,828	16,563	9,827
55			1,167	10	20,385	0,479	20,306	0,389	20,306	0,388
56			1,0	11	22,423	0,488	22,756	1,486	22,756	1,486
57			0,833	12	24,461	0,497	25,648	4,852	25,648	4,852

По результатам эксперимента, построены зависимости разности главных напряжений ($\sigma_1 - \sigma_3$) от глубины z_1 . Средняя величина расхождения между экспериментальными и теоретическими значениями составляет 13 %. В результате эксперимента также установлено, что в рассмотренных условиях наибольший вклад в разность напряжений ($\sigma_1 - \sigma_3$) вносят контактные напряжения (см. таблицу), что не противоречит расчету по теоретическим формулам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушенин Д.В. Несоосные винтовые механизмы. – М.: Машиностроение, 1985. – 112 с.
2. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов деформированию / И.М. Грязнов и др. – М.: МГУ, 1961. – 197 с.
3. Лодыгина Н.Д., Зелинский В.В., Курасов Е.В. Напряженное состояние ходового винта при неравномерном распределении нагрузки в РВП // Успехи современного естествознания. 2007. – № 2. – С. 52–52.
4. Шарапов Р.В., Лодыгина Н.Д. Расчет напряжений деталей несоосного винтового механизма // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 5. – С. 70–71.

УДК 338.244.42+338.12.017: 519.876

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ДЕРЖАТЬ ТРЕНД И/ИЛИ ГАСИТЬ ВОЛНЫ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ВОЗМУЩЕНИЯ

Мазуркин П.М.

Марийский государственный технический университет, Йошкар-Ола, e-mail: kaf_po@mail.ru

Современная Россия имеет малую по времени предысторию, поэтому в статье предлагается анализ поведения электроэнергетики (при условии неизменности системы) на будущее при двух динамических рядах с 1913 года: электроэнергетика СССР–РФ и РСФСР–РФ по статистическим данным.

Ключевые слова: мощность электростанций, продолжительность работы, выработка электроэнергии

PREDICTION OF THE RUSSIAN ELECTRICITY: KEEP THE TREND AND/OR EXTINGUISH WAVE OSCILLATORY PERTURBATIONS

Mazurkin P.M.

Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, e-mail: kaf_po@mail.ru

Modern Russia has little time for the prehistory, so the article presents an analysis of the behavior of electricity (assuming the immutability of the system) for the future, the two time series from 1913: power of the USSR – Russia Federation and the RSFSR – Russian Federation on statistics.

Keywords: power plants, duration work, power generation

Современная Россия имеет малую по времени предысторию, поэтому в статье предлагается анализ поведения электроэнергетики (при неизменности условий) на будущее при двух динамических рядах с 1913 года: СССР–РФ и РСФСР–РФ по данным [1, 6, 9].

У читателя может возникнуть методологический вопрос: можно ли выявлять закономерности динамики при столь резко изменившейся структуре и поведении социально-экономической системы? Отвечаем «да», если представить страну как космический корабль, движущийся во времени и отбрасывающий отработанные ступени ракетных двигателей.

Вначале немного теории из зарубежного опыта производства и потребления.

Мышление и маркетинг

Рассмотрим продвижение товара. Вторым слова представителей умного и прозорливого изготовителя продукции [7]: «...старались предугадать тенденции развития процессов функционирования искомых машин и механизмов, обеспечить минимальные затраты на обслуживание и ремонт у потребителя, создать наилучшую комфортность в эксплуатации новых моделей машин, добиться высокой экономичности изготовления и последующей модернизации на собственных производствах».

Именно здесь решаются попутно и задачи энергосбережения. В отдельности технологий энергосбережения не бывает. При этом изучение спроса на искомые машины становится первичным этапом предпроектного обоснования (аванпроектирования) [3].

Суть нового мышления в машиностроении весьма удачно определили сотрудники ИБМ [7]: «Нельзя забывать о коренном различии между сбытом и маркетингом. В первом случае вы пытаетесь заинтересовать покупателя тем, что уже имеете, во втором – стараетесь занять то, в чем покупатель уже заинтересован».

Таким образом, процессы машиностроения, в том числе и энергетического машиностроения, если руководство страны хочет возродить его и в условиях сложного и пестрого менталитета Российской Федерации, в историческом аспекте [5], следует понимать двояко. С одной стороны, существуют общие закономерности возникновения, строения и развития любой машины и продукции в ее жизненном цикле; с другой – появление новой продукции и период ее физического и морального старения зависят, прежде всего, от интересов потребителя.

Закон маркетинга

Этот закон одинаков для изготовленного изделия или же для намеченного к производству макетного или опытного образца,

или же даже конструктивно-параметрического облика существующего на бумаге или в памяти компьютера ожидаемого продукта. Если ожидания окажутся у потребителей, то закрутится карусель **инновационного процесса**. Новаторы начнут изобретать, проектировщики – создавать облики изделий, конструкторы – считать на прочность и параметры технической характеристики, а технологи – думать и решать, как изготовлять будущее изделие. Экономистам здесь пока нечего делать. Они подключатся потом, на стадиях освоения изделий и их внедрения в среде потребителей.

Затраты на эти процедуры с доведением до опытно-промышленного образца возрастают в 30 раз по сравнению с серийными изделиями, если изготовитель создает его впервые.

В СССР на отлаженных и не обновляющихся десятилетиями производствах, даже при малом изменении машины, стоимость образца возрастала в 10 раз. Ныне всем машиностроительным заводам нужно за-

чинать заново, поэтому нужно умножить коммерческую стоимость машины на 30. Например, только на проектно-конструкторскую разработку нового типа манипуляторной машины ЛП-19В многоотраслевого назначения для расчистки трасс ЛЭП и продуктопроводов, при нынешней стоимости в 5 млн рублей нужно выделять на три года не менее $30 \cdot 5 = 150$ млн рублей. А на восстановление самого Йошкар-Олинского завода лесного машиностроения потребуется не менее 4–5 млрд рублей. Вот такой ныне оказалась цена научно непродуманной перестройки, при резком переходе на правильный поток честного капитала по формуле К. Маркса «товар – деньги – товар – ...».

Закон сбыта

Впервые, по-видимому, этот закон *сбыта успешных изделий* четко сформулировали и показали на многих простых примерах А. Уилсон и М. Уилсон [8, с. 14–19]. Приведем кратко эту концепцию, а на рис. 1 для пояснений даны три схемы.



Рис. 1. Графики различных проявлений закона сбыта изделий [8]

Зачастую кривая сбыта у отдельно взятого удачного изделия, являющегося результатом новой научно-технической идеи, бывает такой, как показано на рис. 1,а. Как показывает кривая, когда товар впервые поступает в продажу, вначале он не находит сбыта. Поэтому кривая сбыта начинается с нуля только с некоторого момента времени от начала отсчета. Затем происходит более или менее быстрый рост до максимума. Вслед за этим идет снижение сбыта товара как следствие насыщения рынка или воздействия конкуренции, что снижает цены и тем самым уменьшается прибыль.

На рис. 1,б поведение товара на рынке сложнее. На ранней стадии существования продукции кривая идентична предыдущему рисунку. Затем что-то изменяется, возможно, для товара находят новое применение. Сбыт снова начинает расти и он может даже превысить первый максимум. Но, в конце концов, спрос становится слабым и идет неизбежный спад.

Как подмечают авторы [8, с. 17], форма графика даже на рис. 1,а обуславливает возникновение сложнейшей *управленческой задачи*. После начала спада сбыта у руководства только один выход – искать новые

научно-технические или иные решения. Приняв такую вполне закономерную *линию поведения*, руководство может попытаться создать ситуацию, показанную на рис. 1, в. Сбыт одного товара уменьшается, его заменяют новым изделием, который является результатом заранее организованного научно-технического творчества.

Но ясно, что всё это нужно делать упреждающе, намного ранее, а не ждать кризиса.

Исходные статистические данные СССР–РФ. В таблице приведены эти сведения, которые были объединены из источников [1, 6, 9]. При этом по системе РСФСР–РФ данных мало.

Показатели электроэнергетики СССР–России

Годы	Время t , лет	Мощность электростанций N , ГВт	Выработка электроэнергии E , ТВт·ч	Продолжительность работы в год T , ч
1913	0	1,1	2,0	1818,2
1921	8	1,2	0,5	416,7
1927	14	1,7	4,2	2470,6
1932	19	4,7	13,5	2872,3
1937	24	8,2	36,2	4414,6
1940	27	11,2	48,3	4312,5
1945	32	11,1	43,3	3900,9
1950	37	19,6	91,2	4653,1
1955	42	37,2	170,2	4575,3
1960	47	66,7	292,3	4382,3
1965	52	115,0	506,7	4406,1
1970	57	166,2	740,9	4457,9
1975	62	217,5	1038,6	4775,2
1980	67	266,7	1294,0	4851,9
1985	72	315,0	1544,0	4901,6
1990	77	213,3	1082,0	5297,0
1995	82	215,0	860,0	4144,0
1999	86	214,3	846,0	4056,0
2000	87	215,0	876,0	
2001	88	215,3		
2002	89	214,9		
2003	90	216,0		
2004	91	216,7		

Средняя ежегодная *продолжительность работы* электростанций вычислена по формуле

$$T = E/N. \quad (1)$$

Тогда в динамике развития структурной системы «царская Россия–СССР (1913–1985) – РФ (1990–2004)» можно про-

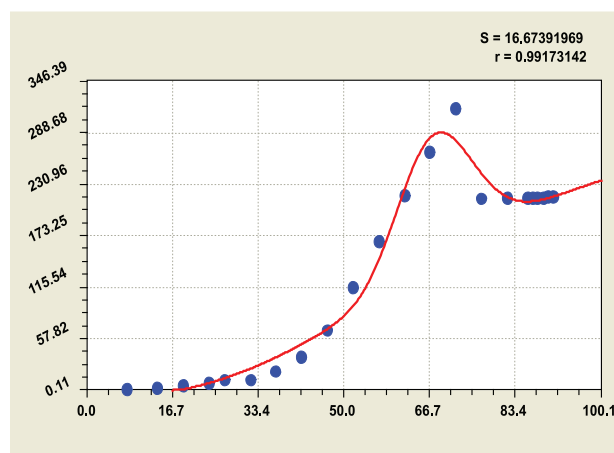
анализировать три важнейших показателя энергетики – N , E и T .

Мощность электростанций. Тренд содержит три составляющие, из которых первые два члена дают *предел роста* [2] мощности электростанций, изменяется по модели (рис. 2) вида

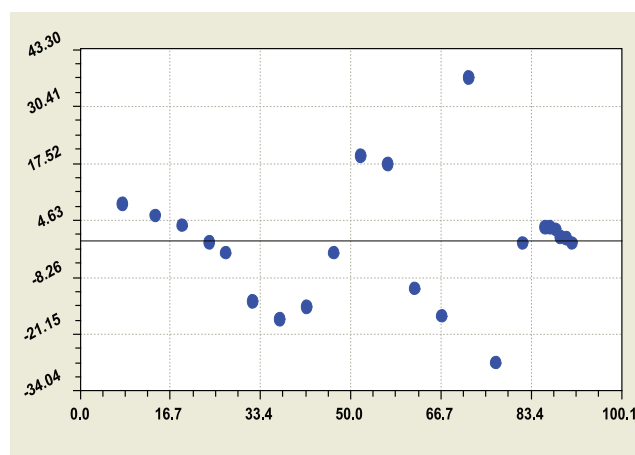
$$N = 271,85977 - 280,21403 \exp(-2,68566 \cdot 10^{-5} t^{2,43770}) + 2,98408 \cdot 10^{-105} t^{72,95590} \exp(-0,42291 t^{1,18281}). \quad (2)$$

Из формулы (2) следует, что *предел роста* был равным 271,9 ГВт, а максимально достигнутый уровень 1985 года составляет,

по данным таблицы, мощность в 315,0 ГВт. Тогда разность в $315,0 - 271,9 = 43,1$ ГВт приходится на *структурный разлом* базы СССР.



По трехчленному тренду (2)



По остаткам от тренда (2)

Рис. 2. Графики динамики мощности генерации электроэнергии (абсцисса – время t , ордината – мощность N , в верхнем правом углу первого графика: S – сумма квадратов отклонений, r – коэффициент корреляции)

Этот *технологический разлом* значим и После объединения трендов с двумя волнами (рис. 3) была получена общая модель

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \quad (3)$$

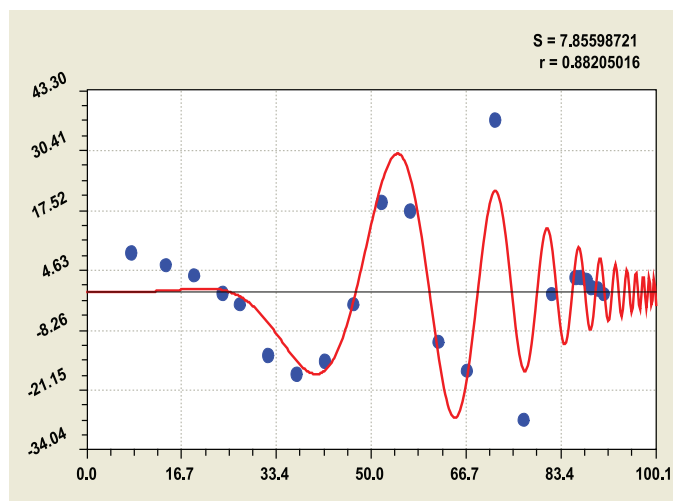
$$N_1 = 256,33611, \quad N_2 = -258,36337 \exp(-3,44658 \cdot 10^{-5} t^{2,40665}),$$

$$N_3 = 1,70515 \cdot 10^{-105} t^{72,95845} \exp(-0,41996 t^{1,18273}), \quad N_4 = A_1 \cos\left(\frac{\pi t}{p_1 + 4,03933}\right),$$

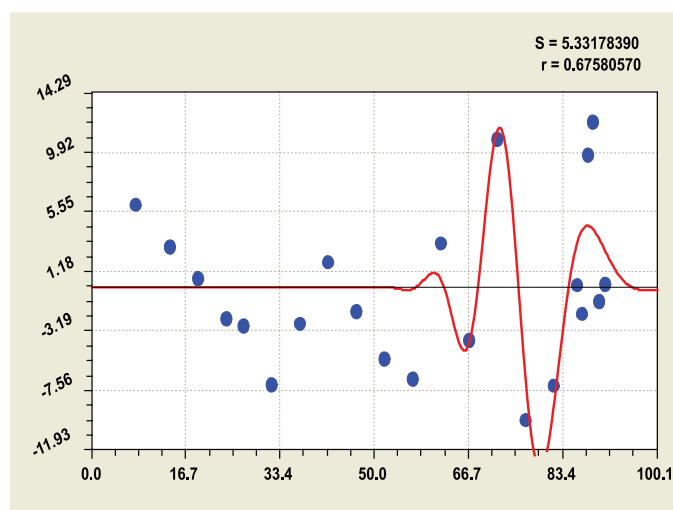
$$A_1 = -1,90257 \cdot 10^{-6} t^{5,21693} \exp(-0,0031602 t^{1,82929}), \quad p_1 = 77,32346 - 0,78632 t^{0,98920},$$

$$N_5 = A_2 \cos(\pi t / p_2 - 2,44518), \quad A_2 = -5,22532 \cdot 10^{-87} t^{54,47000} \exp(-0,0089846 t^{1,89955}),$$

$$p_2 = 0,27336 + 0,010407 t^{1,05989}.$$



По первой кризисной волне возмущения



По второму кризисному колебанию

Рис. 3. Волновая динамика колебаний мощности электростанций СССР и постсоветской России

Оба колебания имеют отрицательный знак, поэтому они кризисные. При этом первый кризис начался еще в самом СССР с 1937 г., а второй кризис – с 1970 г. (развал СССР).

Остатки после модели (3) по рис. 4 составляют погрешность более 5 %, что позволяет идентифицировать *асимметричный вейвлет-сигнал* дальше (рис. 5).

Третья волна является позитивной по знаку и медленно убывает по амплитуде, что, по нашему мнению, показывает учащающийся по частоте тремор начинаний Кржижановского с группой царских энергетиков над проектированием первых в царской России электростанций, электрифици-

рованных железных дорог, электрификации трамвайных городских сетей.

Четвертая кризисная волна возмущения показывает на весь советский период с переходом и на XXI век, вплоть до 2030 г. колебаний так называемого «планового» хозяйства.

По остаткам заметны еще и другие волны возмущения, однако для их достоверного анализа по динамике значений мощности нужны ежегодные данные за период 1913–2010 гг.

СССР–РФ – выработка электроэнергии. Тренд (рис. 6) изменяется по двухчленной закономерности, содержащей закон гибели и закон позитивного возбуждения, по формуле

$$E = 3,01469 \cdot 10^{-27} \exp(59,13628t^{0,029939}) + 2,09867 \cdot 10^{-46} t^{30,55188} \exp(-0,0083775t^{1,80289}). \quad (4)$$

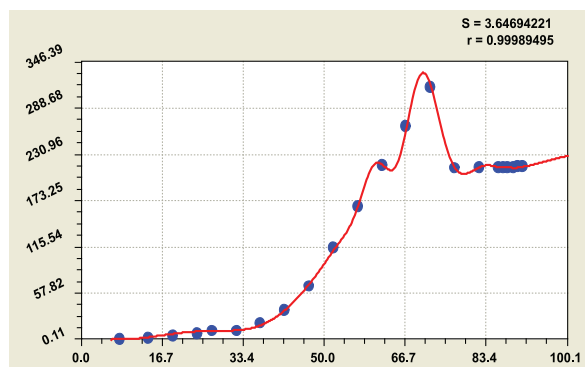
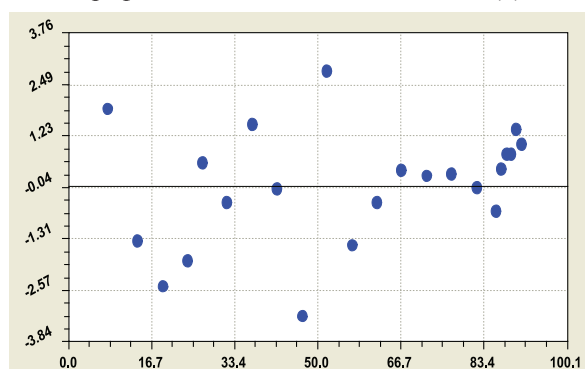
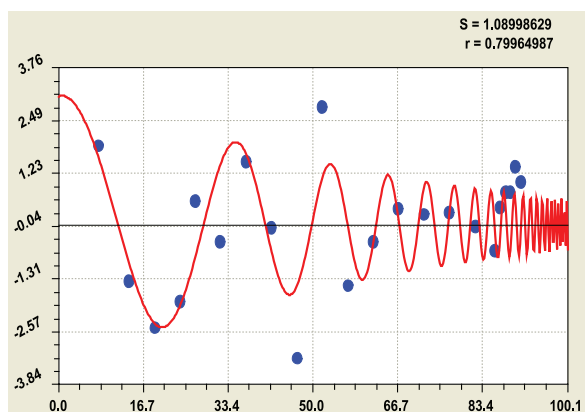


График общей пятичленной модели (3)

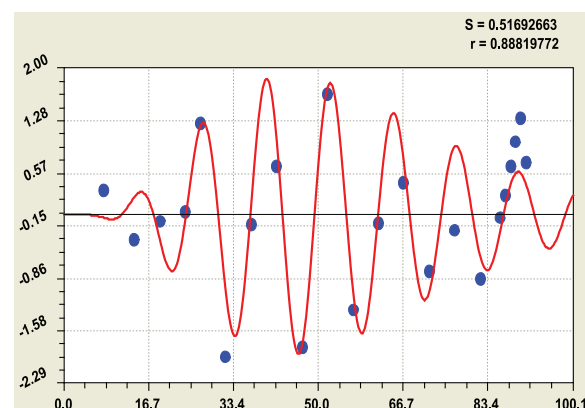


Остатки после модели (3)

Рис. 4. Динамика мощности электростанций СССР и постсоветской России

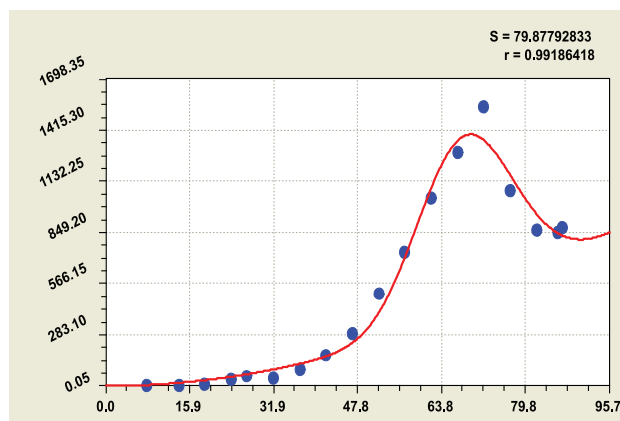


По третьей позитивной волне возмущения

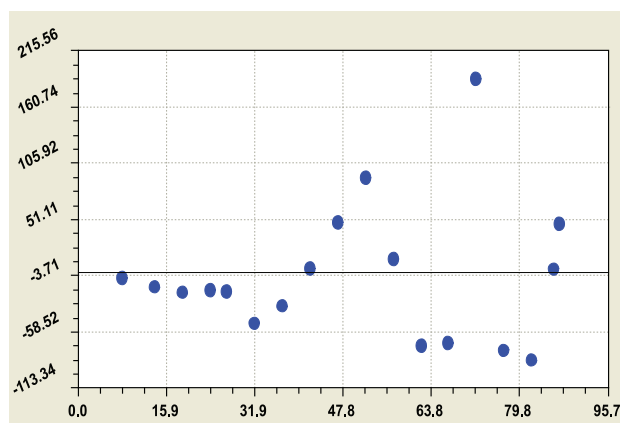


По четвертому кризисному колебанию планового СССР

Рис. 5. Волновая динамика колебаний мощности электростанций СССР и постсоветской России



По двухчленному тренду (4)



По остаткам от тренда (4)

Рис. 6. Динамика выработки электроэнергии электростанциями (абсцисса – время t , ордината – энергия E)

Переход СССР к РФ по выработке электроэнергии произошел плавно по сравнению с мощностью электростанций. Но колебательное возмущение (рис. 7) также значительное.

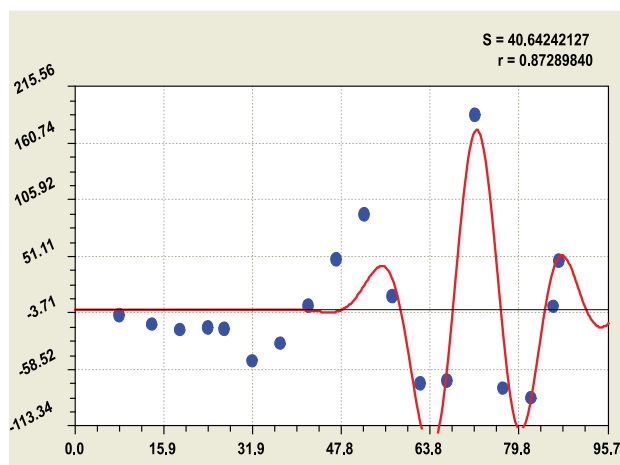


Рис. 7. Колебание производства электроэнергии в системе СССР–РФ

Причина более плавного кризиса проста. Росстат перешел от натурального к денежному исчислению [6, 9] производства электроэнергии и других видов топлива, газа, нефти и нефтепродуктов.

Переходя только на денежную оценку и поднимая ежегодно тарифы на 15 %, можно электроэнергетике преуспевать в темпах роста даже выше Китая,

но давно достигнув пределов роста по мощностям.

Общая модель динамики производства электроэнергии имеет вид (рис. 8) формулы

$$E = 6,54406 \cdot 10^{-28} \exp(58,44224t^{0,038414}) + 1,01034 \cdot 10^{-44} t^{30,04166} \exp(-0,0093502t^{1,80005}) + 7,26281 \cdot 10^{-39} t^{27,61670} \exp(-0,10635t^{1,27118}) \cos\left(\frac{\pi t}{138,62051 - 1,17308t^{1,04063}} + 0,25028\right). \quad (5)$$

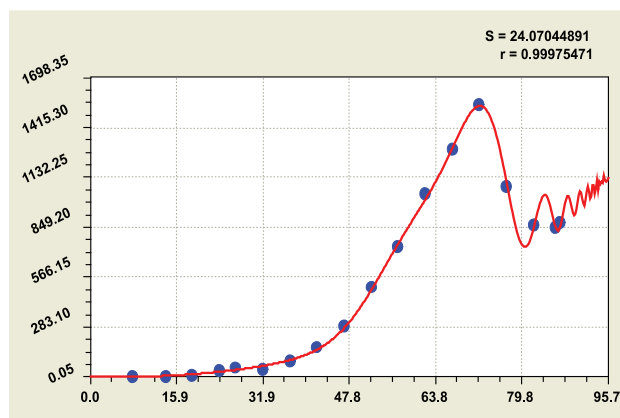
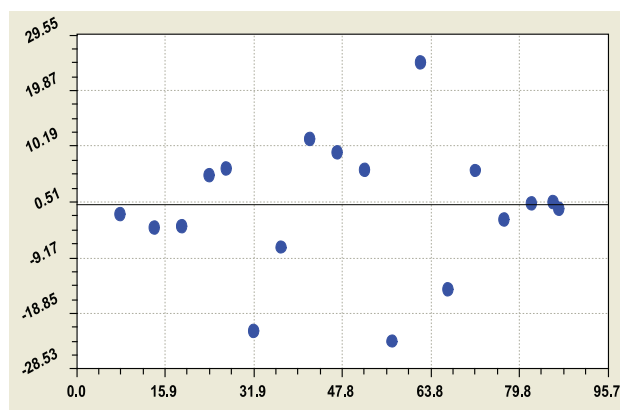


График общей трехчленной модели (5)



Остатки после модели (5)

Рис. 8. Динамика производства электроэнергии в СССР и затем в постсоветской России

Электростанции стареют и уже произошло несколько крупнейших аварий. Поэтому волей неволей чиновникам придется дополнить денежные счета и натуральными данными.

Можно моделировать для историографического анализа дальше. Но последующие волны на будущее российской электроэнергетики почти не влияют.

$$T = 4878,2834 - 4001,4157 \exp(-0,046324t). \quad (6)$$

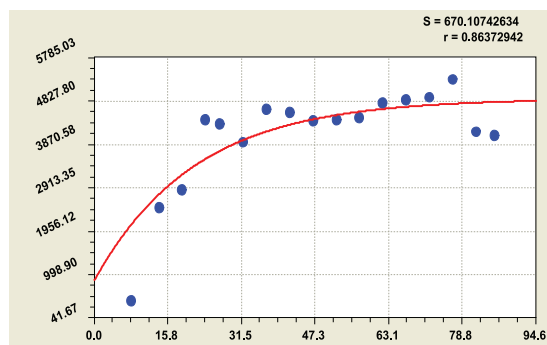
Предел роста всех электростанций по годичной наработке составляет 4878,3 ч.

Две волны возмущения показаны на рис. 10. Они расположены по концам ряда.

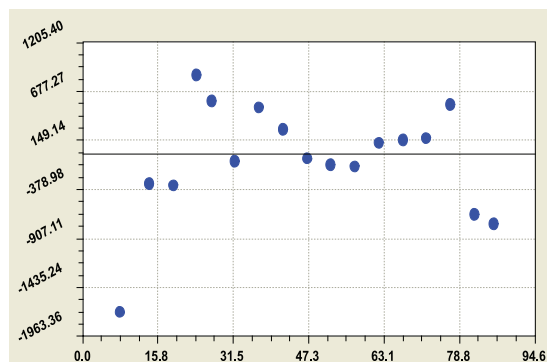
СССР–РФ – продолжительность работы в году. Этот показатель не зависит от структурной перестройки и показывает параметр надежности гидроэлектростанций.

По данным таблицы, была получена (рис. 9) закономерность предела роста вида

Ещё одно колебание в показателе надежности электростанций (рис. 11) возникло в военные года производства электроэнергии. В итоге показатель T оказался очень чув-

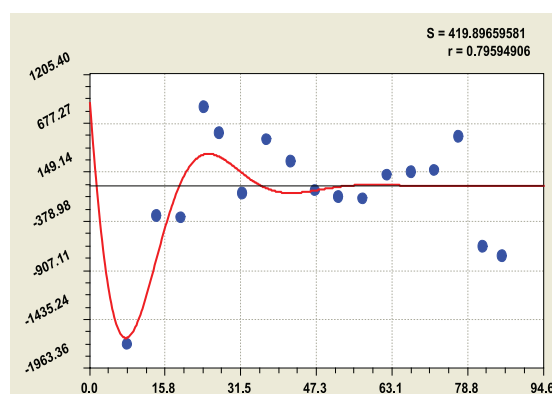


По двухчленному тренду (6)

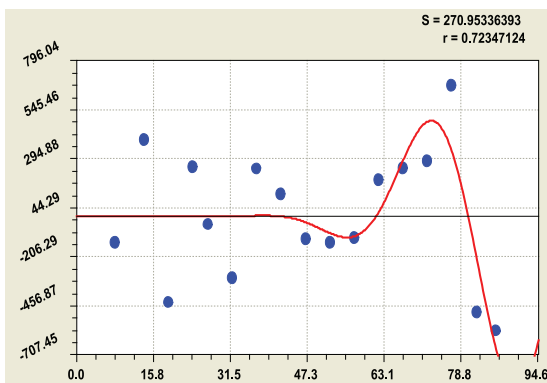


По остаткам от тренда (6)

Рис. 9. Динамика продолжительности работы в году электростанций (абсцисса – время t , ордината – время T)



По позитивной волне возмущения от царской России



По позитивному колебанию при переходе СССР–РФ

Рис. 10. Волновая динамика колебаний годичной наработки электростанций в СССР и постсоветской России

ствительным и динамичным параметром, характеризующим поведение электроэнергетики страны.

Общая пятичленная модель по статистическим данным таблицы имеет вид

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \quad (7)$$

$$T_1 = 4721,8539, \quad T_2 = -2990,0953 \exp(-0,059163t), \quad T_3 = A_1 \cos(\pi t / p_1 + 1,566619),$$

$$A_1 = 18764,889 \exp(-0,18651t), \quad p_1 = 53,51344 - 1,25433t,$$

$$T_4 = A_2 \cos(\pi t / p_2 - 2,30786), \quad A_2 = 3,72347 \cdot 10^{-15} t^{9,99700} \exp(-0,0016967 t^{1,77402}),$$

$$p_2 = 15,33750, \quad T_5 = A_3 \cos(\pi t / p_3 - 5,38167),$$

$$A_3 = 31,72347 t^{1,23299} \exp(-0,057485t), \quad p_3 = 2,85814 + 0,056712t.$$

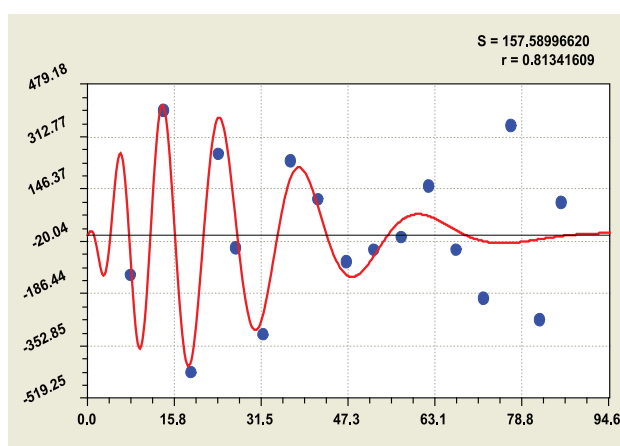


График третьей волны возмущения надежности

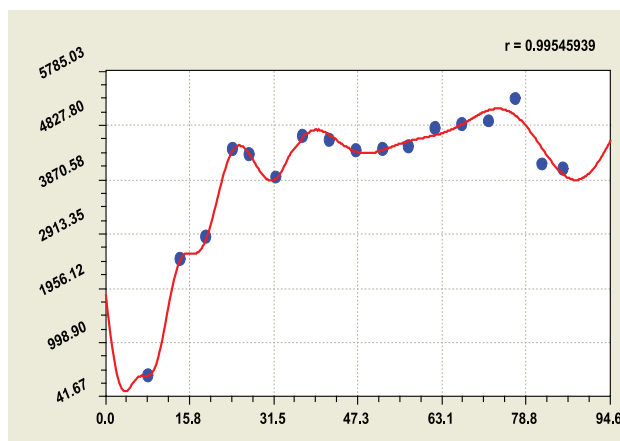
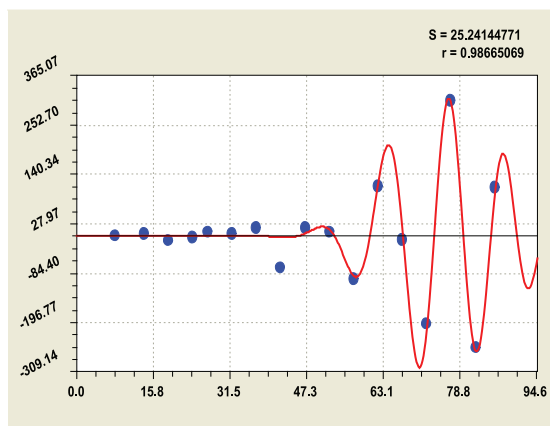


График общей пятичленной модели (7)

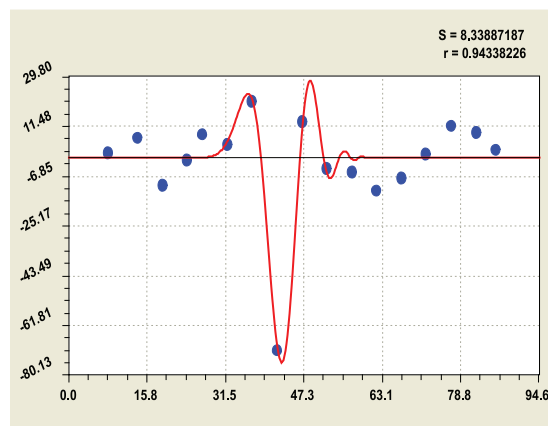
Рис. 11. Динамика производства электроэнергии в СССР и затем в постсоветской России

Продолжительность работы электростанции в году, кроме модели (7), изменяется еще (рис. 12) по трем дополнительным волновым возмущениям.

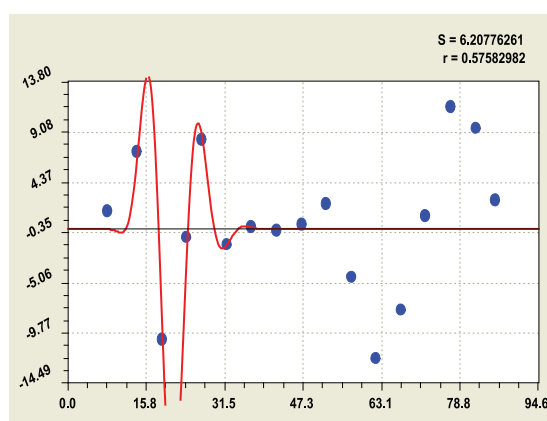
Сравнение графиков колебаний показывает, что первая, третья, пятая и шестая волны имеют только историографический [5] характер, а вторая и четвертая волны влия-



По позитивной 4-й волне



По кризисной 5-й волне



По позитивной 6-й волне

Рис. 12. Волновая динамика колебаний годичной наработки электростанций после общей модели (7)

ют на будущее и должны быть включены в конструкцию прогнозной модели.

На рис. 13 показана седьмая волна колебательного возмущения системы электроэнергетики СССР–РФ по показателю продолжительности работы электростанций за год. После параметрической идентификации по остаткам от шестой волны была получена формула

$$T_9 = 3,88761 \cdot 10^{-39} t^{27,93940} \exp(-0,39202 t^{1,00188}) \cos\left(\frac{\pi t}{17,69556 - 1,66089 \cdot 10^{-5} t^{2,13394}} - 1,72586\right). \quad (8)$$

По остаткам на рис. 13 можно идентифицировать и другие микро волны возмущения у показателя средней продолжительности работы электростанций в году.

Выводы

Распад СССР сильно повлиял на качественное развитие и количественный рост электроэнергетики нашей страны. Электроэнергетика началась с реализации знаменитого плана ГОЭЛРО. В итоге, из-за высокой преемственности межотраслевой важнейшей части технологической базы

СССР–РФ по показателю продолжительности работы электростанций за год. После параметрической идентификации по остаткам от шестой волны была получена формула

страны, удалось получить четкие и высокоадекватные модели функционирования электроэнергетики с 1913 года. На структурные изменения, чаще всего, повлияли неосознанные и стихийные воздействия на всемирно значимую энергосистему «царская Россия – СССР – Российская Федерация».

Предложенный подход позволит составлять добротные прогнозные модели до конца XXI века, но при условии, что будут нам предоставлены ежегодные статистические данные.

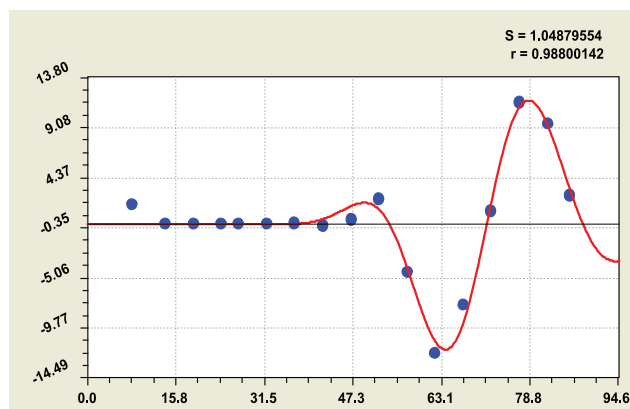
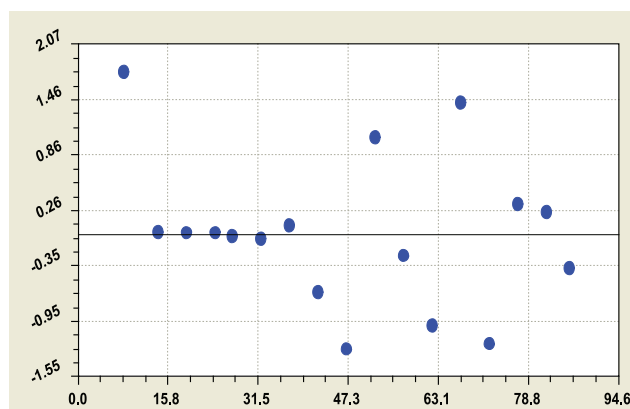


График по седьмой позитивной волне возмущения



Остатки после всех девяти членов общей модели

Рис. 13. Динамика продолжительности работы
в году электростанций по девятому члену общей модели

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елохович А.С. Справочник по физике и технике: учебное пособие для учащихся. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 224 с.
2. Мазуркин П.М. Идентификация социально-экономической закономерности // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 8. – С. 46–50.
3. Мазуркин П.М. Манипуляторные машины: учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 354 с.
4. Мазуркин П.М., Филонов А.С. Математическое моделирование. Идентификация однофакторных статистических закономерностей: учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 292 с.
5. Мазуркин П.М. Прошлое, современное состояние и перспективы лесохозяйственной Рос-

сии // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 4. – С. 93–112.

6. Развитие электроэнергетики России: проблематика и перспективы. – URL: <http://www.sibai.ru/content/view/428/542>.

7. Роджерс Ф.Дж., Шук Р. ИБМ: Взгляд изнутри // Энергия. – 1989. – № 10. – С. 54–57.

8. Уилсон А., Уилсон М. Управление и творчество при проектировании систем: пер. с англ. – М.: Советское радио, 1976. – 256 с.

9. Электроэнергетика России, ее современное состояние и проблемы. – URL: http://www.libertarium.ru/l_energy_kr_02.

Подробнее о моделировании: набрать в Google «Мазуркин Петр Матвеевич» Статья подготовлена и опубликована при поддержке гранта 3.2.3/12032 МОН РФ.

УДК 674.8:630*836.002.5

КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ

Стородубцева Т.Н., Федянина Н.В.

*ГОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия»,
Воронеж, e-mail: rivelenasoul@mail.ru*

В статье проведен анализ работ, посвященных вопросам изучения композиционных материалов. В результате проведенных исследований предложен водостойкий производственный состав композиционного материала в конструкции железнодорожного пути.

Ключевые слова: композиционные материалы, водостойкость, отходы лесного комплекса, адгезия, физико-механические характеристики

COMPOSITE MATERIAL BASED ON WOOD WASTE FOR COMPLEX RAILWAY SLEEPERS

Storodubtseva T.N., Fedyanina N.V.

*Voronezh State Academy of Forestry Engineering and Technologies, Voronezh,
e-mail: rivelenasoul@mail.ru*

The article analyzes the works devoted to studying composite materials. As a result of behavior studies suggested the production of water-resistant composite material in the construction of railway track.

Keywords: composite materials, water resistance, waste wood complex, adhesion, physico-mechanical characteristics

В настоящее время на лесовозных железных дорогах и дорогах общего назначения, а также подъездных и трамвайных путях используются в основном деревянные и железобетонные шпалы.

В результате анализа работ, посвященных вопросам конструкции железнодорожного пути и его взаимодействия с подвижным составом, а также исследования работоспособности деревянных шпал, сделан вывод о том, что основными причинами их дефицита является небольшой срок их службы из-за механического износа и гниения, особенно в узле соединения «рельс-шпала». Деревянные шпалы из высокосортного леса в возрасте 80...100 лет фактически потеряли сырьевую базу в России из-за варварского ее уничтожения.

Использование железобетонных шпал в конструкциях верхнего строения пути железных дорог хотя и решает в какой-то мере проблему дефицита железнодорожных шпал, но ведет к большим экономическим потерям, которые складываются из физико-технических и механических недостатков железобетона – большой массы, хрупкости, ограниченной коррозионной стойкости и, главное, жесткости, приводящей к разрушению ходовой части подвижного состава, появлению профессиональных заболеваний.

Кроме этого, для железобетонных шпал, работающих в условиях блуждающих токов, существует опасность электрокоррозии бетона, т.к. они содержат дефицитную высокопрочную стальную, которая часто выступает из торцов шпал, снижая их диэлектричность в присутствии воды.

Наиболее серьезные работы по изготовлению шпал из композиционных материалов (КМ) проводились в Австрии и Японии – это синтетические шпалы из жесткого полиуретана, армированного стекловолокном; в США и Японии – это древесностружечные шпалы, спрессованные из мелко измельченного волокнистого растительного материала и полимерного связующего, шпалы из склеенных послойно ДСП большой плотности и обычной ДСП. В данном случае можно сделать вывод, что, несмотря на практически неограниченный срок службы синтетических шпал, меньшую массу по сравнению с железобетонными, применение их в России экономически не выгодно из-за дефицита полиуретана и сложности конструкции железобетонного основания. Опыт изготовления шпал из древесностружечного материала интересен тем, что в качестве вяжущего была использована смола ФАМ, но прессование увеличивает их стоимость, сомнительны

технологичность узла «рельс-шпала» и водостойкость.

Краткий анализ свойств КМ показал, что необходимо искать новые пути в решении проблемы их применения в РФ для железнодорожных шпал. Одним из них оказалась возможность использования в КМ отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности. Представлялось крайне актуальным применить их как для производства весьма ценного продукта – фурфурола, в процессе поликонденсации которого с ацетоном можно получить смолу (олигомер) ФАМ – вязущее вещество полимерной матрицы, так и в качестве армирующего наполнителя.

Обращаясь к литературным источникам в начале работы над созданием нового КМ для шпал, мы не обнаружили публикаций о каких-либо серьезных теоретических исследованиях, подтверждающих совместимость фурановых смол и древесины, хотя косвенные сведения об этом имелись.

В работе [1] сделан анализ структурных схем молекул компонентов ДСВКМ – составляющих смолы ФАМ (моно- и дифурфурилиденацетонов) и древесины (целлюлозы и лигнина), который показал возможность возникновения водородных связей по схеме диполь-дипольного взаимодействия и гидроксильных групп с образованием эфирных связей, что создает прочное адгезионное соединение в зоне раздела фаз и подтверждается экспериментально. Из изложенного видно, что этот процесс очень сложный, его фазы взаимно переплетаются во времени и завершается отверждением системы, которое сопровождается обжатием древесного армирующего наполнителя за счет усадочных сил [2].

Поскольку возникновение прочных адгезионных связей между смолой ФАМ и древесиной было установлено, дальнейшие исследования были направлены на разработку базового состава древесностекловолокнистого композиционного материала (ДСВКМ) и получение его механических характеристик, которые удовлетворяли бы требованиям МПС РФ к железнодорожным шпалам. Такой состав был разработан и использован при отливке шпал, которые затем

были впервые установлены в действующий путь Елецкого отделения Юго-Восточной железной дороги в 1995 г. Однако эксплуатационные испытания показали, что на поверхности шпал после осенне-зимнего периода появились волосяные трещины, одной из причин возникновения которых, как выяснилось, является влага, диффузионно проникающая через слой полимерной матрицы на ФАМ к древесному армирующему наполнителю [3].

Как известно древесина содержит капилляры и поры различных размеров. Крупные капилляры могут заполняться водой, которая мало влияет на состояние древесины и ее качество как строительного материала. Она сравнительно легко проходит в капилляры и поры, заполняет полости и может составлять 100...200% к массе абсолютно сухой древесины, но она также сравнительно быстро и легко удаляется из них при сушке.

Тонкие поры и капилляры заполняются водой не только при контакте с ней, но и в условиях влажного воздуха, в связи с гигроскопичностью древесины и по законам капиллярных сосудов. Эта гигроскопическая влага сорбируется на стенках клеток и частично переходит в коллоидно-связанное состояние с веществом дерева.

Было обращено внимание на то, что насыщение волокон древесины гигроскопической влагой составляет в среднем 30% к массе абсолютно сухой древесины ($W_{п.н} = 30\%$), называемое точкой насыщения. Насыщение гигроскопической влагой до этой точки сопровождается набуханием древесины и ухудшением ее физико-механических свойств. Увеличение влажности после 30% ее содержания в древесине почти не отражается на свойствах последней и, что самое главное, не увеличивается ее объем за счет разбухания, что очень важно учитывать при создании КМ.

Таким образом, стало ясно, что без предварительной пропитки армирующего древесного наполнителя жидкими растворами примерно до $W_{п.н} = 30\%$, матрица ДСВКМ будет давать трещины под влиянием давления стесненного набухания.

Наши дальнейшие исследования были направлены на то, чтобы пропитывать дре-

весину до предела насыщения не просто водой, а составами, способными, кроме этого, защитить ее от гниения.

Решение о выборе состава для пропитки древесины связано со многими и часто взаимно исключаящими требованиями, предъявляемыми к нему. Состав должен: достаточно быстро проникать в древесину; защищать ее в течение всего срока эксплуатации от гниения; не препятствовать хотя бы механической адгезионной связи между древесиной и полимерной матрицей; содержать минимальное количество компонентов; быть достаточно технологичным и дешевым; соответствовать требованиям экологической и пожарной безопасности [3, 4].

Для обработки поверхности и объема древесных заполнителей применялись следующие составы: раствор в керосине низкомолекулярного полиэтилена (НМПЭ, ТУ 6-05-1837-82) – «саломассы», являющейся отходом производства полиэтилена; раствор дивинилстирольного термоэластопласта (ДСТ 30-Р-01) и канифоли в бензине, керосине, этилацетате, уайт-спирите или нефрасе; раствор сырого каучука в керосине; раствор эфира глицериновой таловой канифоли в керосине (ЭГТК, ТУ 13-002.81074-462-950); отработанное машинное масло

(ОММ); кубовые остатки ректификации стирола (КОРС) малеиновым ангидридом, растворенные в толуоле с добавкой керосина или дизельного топлива.

Некоторые из шести примененных составов имели существенные недостатки. Например, при обработке древесины раствором НМПЭ в керосине ее поверхность покрывалась тонким слоем «саломассы», которая вызывала при нагружении «проскальзывание» армирующего заполнителя в полимерной матрице, снижая прочность и жесткость ДСВКМ. Вместе с тем поверхностная обработка этим составом шпал была использована в дальнейшем для обеспечения последним гидрофобных свойств.

Наиболее приемлемыми на данном этапе исследований были признаны составы, представляющие собой раствор сырого каучука в керосине и отработанное машинное масло. Оба они способны защищать древесину от гниения, быстро (за 15 часов) ее насыщать, гидрофобны и дешевы. Однако для обеспечения адгезии заполнителя к полимерной матрице после его пропитки необходимо предварительно обрабатывать, например раствором соляной кислоты, или подсушивать поверхность с целью обезжиривания [5].

Нормативные характеристики древесностекловолокнистого композиционного материала при армировании отходами лесопереработки с длиной элементов 150...200 мм

Характеристика	Среднеарифметическое значение	Коэффициент однородности	Нормативная характеристика
1	2	3	4
Условные пределы прочности, МПа при растяжении вдоль волокон сжатии (смятии) поперек волокон щепы изгибе скалывании (полимер-древесина)	9,61	0,73	7,0
	22	0,82	20,0
	24	0,83	15,0
	8,5	0,81	7,0
Предел выносливости, МПа при сжатии вдоль волокон щепы	35,0	0,71	25,0
Условные модули упругости, 10^4 МПа, при растяжении сжатии изгибе	1,37	0,88	1,21
	1,30	0,83	1,08
	1,50	0,87	1,30
Плотность, т/м ³	1,42	0,83	1,12...1,72
Водопоглощение за 260 сут, %	0,05	–	–
Относительная деформация набухания на 180 сут, %	0,06	–	–
Коэффициент стойкости в воде на 260 сут	0,76	–	–

Окончание таблицы

1	2	3	4
Предельная растяжимость, %	0,50	0,9	0,45
Диэлектрическая проницаемость, ϵ	5,60	–	–
Тангенс угла диэлектрических потерь, $\operatorname{tg}\delta$	$3,03 \cdot 10^{-2}$	–	–
Выдергивание болтов-шпилек, кН	70,0	0,86	61,0
Удельная ударная вязкость, Дж/см ²	0,15...0,25	–	–
Истираемость, г/см ²	0,018...0,21	–	–
Показатель горючести	0,14	–	–
Морозостойкость не ниже, циклы	300	–	–

В результате проведенных исследований был разработан водостойкий производственный состав ДСВКМ, включающий в себя следующие компоненты (% по массе на 1 шпалу и м³):

– фурфуrolацетонный олигомер (смола ФАМ, ТУ 64-11-17-89) – 19,0;

– бензолсульфокислота (БСК, ТУ 6-36-02040229125-89) – 4,8;

– песок речной с модулем крупности, равным 1,2 (П, ГОСТ 8736-85) – 43,5;

– графитовая электродная мука (ГЭ, ГОСТ 7885-86) – 2,5;

– мука из пиритовых огарков с удельной поверхностью 350 м²/кг (ПО) – 3,9;

– кусковые отходы из отходов переработки древесины с длиной элементов 150...200 мм и условной площадью поперечного сечения 4...6 см² – щепы, пропитанная отработанным машинным маслом (ОММ) – 12,7;

– стеклосетка (СС-3, ТУ 6-99-75) – 1,6 %;

– глицерин (ЗРК – замедлитель реакции кристаллизации БСК, ГОСТ 6259-75) – 0,1 % от массы ФАМ;

– дивинилстирольный термоэластопласт (ДСТ-30Р-01) с канифолью (400 г на 1 м² поверхности шпалы).

Нормативные физико-механические характеристики ДСВКМ приведенного выше состава при его использовании для отливки железнодорожных шпал должны соответствовать указанным в таблице в пределах $\pm 5\%$.

В заключение отметим, что приведенные характеристики ДСВКМ полностью

удовлетворяют требованиям ВНИИЖТ МПС к материалу железнодорожных шпал. Их фрагменты прошли стендовые испытания в этом институте, а 28 штук шпал установлены на полигонные в путь экспериментального кольца ст. Щербинка Московской области для дополнительного изучения их соответствия реальным нагрузкам и условиям эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харчевников В.И. Древесностекловолокнистый полимербетон – новый композиционный материал / В.И. Харчевников, О.П. Плужникова // Строительство. Изв. вузов. – 1995. – № 1. – С. 48–51.

2. Композиционный материал на основе отходов лесного комплекса / В.И. Харчевников, Б.А. Бондарев, О.Р. Дорняк, Т.Н. Стородубцева, С.Ю. Зобов, Ю.Н. Бухонов, О.П. Плужникова; под ред. В.И. Харчевникова. – Воронеж, ВГЛТА, 2000. – 296 с.

3. Стородубцева Т.Н. Обеспечение трещиностойкости композиционного материала на основе древесины для железнодорожных шпал при отверждении и всестороннем увлажнении: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Воронеж, 1999. – 20 с.

4. Хрулев В.М. Обработка древесины полимерами / В.М. Хрулев, Р.И. Рыков. – Улан-Уде: Бурятское кн. изд-во, 1984. – С. 51–53.

5. Гидрофобизирующие и модифицирующие составы для пропитки древесного армирующего заполнителя композиционных конструктивных материалов / В.И. Харчевников, Т.Н. Стородубцева, Э.А. Черников, Е.Н. Сапрыкин // Технологии и оборудование деревообработки в XXI веке: сб. науч. тр. – Воронеж. гос. лесотехн. акад.: Воронеж, 2001. – С. 105–109.

УДК 615.01

НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАТРИЦА МЕХАНИЗМА ДЕЙСТВИЯ И ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ВИДЕ ЖЕЛАТИНОВЫХ ПЛЕНОК

Ананьев В.Н.*ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН,
Москва, e-mail: noradrenalin1952@mail.ru*

Нами показано, что желатиновые пленки занимают промежуточное положение между гомеопатическими лекарствами и лекарствами в обычной дозе. В работе показано, что растворение обычных лекарственных средств в желатине по авторской технологии ведет к образованию наноструктур. В результате лекарственные пленки начинают обладать новыми свойствами лекарств, намного расширяются показания к применению, значительно уменьшается доза и увеличивается эффективность применения.

Ключевые слова: желатиновые пленки, нанотехнологии, лечение

NANO PROCESS MATRIX MECHANISM OF ACTION AND DELIVERY OF DRUGS IN THE FORM OF MEDICINAL GELATINOUS CELLS

Ananay V.N.*Institute for Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences,
Moscow, e-mail: noradrenalin1952@mail.ru*

We have shown that gelatin films are intermediate between homeopathic remedies and medications in the usual dose. It is shown that the dissolution of traditional medicines in the gelatin according to the author of technology leads to the formation of nanostructures. As a result, the film begin to possess medicinal properties of new drugs, much expanded indications for use, is significantly reduced dose and increase the efficiency of use.

Keywords: gelatin cells, nanotechnology, medical treatment

Среди наиболее вероятных научных прорывов эксперты называют значительное увеличение производительности компьютеров, восстановление человеческих органов с использованием вновь воссозданной ткани, получение новых материалов, созданных напрямую из заданных атомов и молекул, а также новые открытия в химии и физике [2]. Нанотехнология – ключевое понятие начала XXI века, символ новой, третьей, научно-технической революции. С позиций сегодняшнего дня цель нанотехнологий – создание наносистем, наноматериалов, наноустройств, способных оказать революционное воздействие на развитие цивилизации. Развитие нанотехнологий открывает большие перспективы при разработке новых материалов, совершенствовании связи, развитии биотехнологии, микроэлектроники, энергетики, здравоохранения и вооружения. Применение нанотехнологий в медицине – это очень перспективное направление, – считают многие ученые. В середине 70-х годов XX века ученые-ботаники Боннского университета (ФРГ) В. Бартлотт и К. Найнуис обнаружили, что листья и цветки некоторых растений почти не загрязняются, а также убедились,

что этот феномен протекает в их наноструктурированных поверхностных областях [8]. Издревле цветок лотоса считается в буддизме символом незапятнанной чистоты: как известно, листья и нежно-розовые цветки лотоса распускаются в грязной тине водоемов безупречно чистыми. После детального исследования этого феномена самоочистки открылись удивительные возможности природы защищаться не только от грязи, но и от различных микроорганизмов. Данный эффект наблюдается и у других растений (листья капусты, камыша, водосбора, тюльпана), а также у животных (крылья стрекоз и бабочек). Они наделены природным свойством защиты от различных загрязнений, в большей степени неорганического (пыль, сажа), а также биологического (споры грибов, микробов, водоросли и т.д.) происхождения [2]. В 60-е годы прошлого века были получены липосомы, способные доставлять в орган-мишень лекарственное вещество. Последние используются в качестве средства доставки активного лекарственного вещества. Наносферы представляют собой сплошные полимерные матрицы, на которых распределяется активное вещество. Нанокapsулы состоят из полимерной

оболочки, охватывающей наполненную жидкостью полость. Эти виды наночастиц различаются по высвобождению активного лекарственного вещества: из наносфер высвобождение протекает по экспоненте, а из микрокапсул – в течение длительного времени константно [2, 3, 4]. Успехи современной терапии в значительной мере связаны не только с созданием новых лекарственных средств, но и с оптимизацией существующих (традиционных) и разработкой принципиально новых лекарственных форм – терапевтических систем с регулируемым высвобождением лекарственных веществ и направленной доставкой их в определённые органы, ткани, клетки, компоненты клеток. Такая доставка позволяет значительно снизить разовые и курсовые дозы лекарственных веществ, а следовательно, уменьшить токсичность, вероятность и интенсивность проявления побочного действия и нарушения работы естественных защитных и компенсаторных механизмов организма [3, 4]. Кроме того, такие системы экономически более выгодны. Определяющая роль в терапевтической системе и в традиционной лекарственной форме принадлежит носителю. Именно от него зависят скорость и полнота высвобождения действующего вещества в организме, а следовательно, степень терапевтической эффективности препарата. Идеальный носитель должен отвечать следующим требованиям: отсутствие токсичности и аллергенности, биоразрушаемость его в организме или выведение из организма в неизменном виде, высокая ёмкость по отношению к большинству лекарственных веществ, аккумулялирование лекарственного вещества в месте действия и высвобождение его в месте действия в терапевтической дозе, обеспечение защиты лекарственного вещества от разрушения в процессе транспорта к месту действия, возможность длительного хранения, не травматичный по возможности способ введения в организм, простота изготовления, экономическая доступность. Естественно, реальные носители не могут удовлетворять всем требованиям хотя бы потому, что ассортимент и свойства и лекарственных веществ очень разнообразны. Су-

ществует несколько классификаций носителей (таблица). Носители 1-го поколения представлены микрокапсулами – ёмкостями, ограниченными полимерной оболочкой, и микросферами – матричными системами, в которых диспергировано лекарственное вещество. При изготовлении микрокапсул и микросфер предпочтение отдается синтетическим и природным биоразрушаемым материалам, таким как производные лактозы, альбумины, фибриноген, декстран и др. Среди носителей 2-го поколения наиболее изучены липосомы, представляющие собой пузырьки, сформированные из фосфолипидных слоев. Липосомы могут быть нагружены молекулами как липофильных, так и гидрофильных веществ. В группу носителей 2-го поколения входят также наночастицы, изготовленные из различных полимерных материалов, в частности полиалкил – и изобутил-цианакрилатов, а также натуральных полимеров: желатина, альбумина сыворотки крови, липиды и др. Наночастицы получают полимеризацией мицелл. Различные лекарственные вещества включаются в частицы наноразмеров в процессе полимеризации или адсорбции. Скорость высвобождения лекарственных средств из наночастиц определяется скоростью их разрушения и, в частности, выбором полимера.

Носители 2-й группы могут осуществлять доставку двумя путями: пассивно и активно. При пассивной доставке распределение действующего вещества определяется в основном размерами и физико-химическими свойствами носителя. При активной доставке – внешними воздействиями (магнитное поле, локальная гипертермия и др.). Более высокий уровень избирательности действия лекарственного вещества может быть достигнут использованием носителей 3-го поколения, снабжённых элементом «узнавания». Наиболее часто в качестве элементов «узнавания» предлагаются различные антитела – например, антитела к клеткам злокачественной опухоли или тромба. Перспективны в качестве элементов «узнавания» бифункциональные молекулы-посредники, обладающие двумя типами сродства: к поражённому органу и к контейнеру.

Классификация носителей

Поколение носителей	Первое	Второе	Третье
Мишени	Органы	Ткани	Клетки
Размеры, мкм	Более 1	Менее 1	Менее 1
Носители	Микросферы Микрокапсулы Микроагрегаты	Липосомы Наносферы Нанокпсулы	Моноклональные антитела Молекулярная подложка Специальная подложка Гликопротеины и др.
Механизм	Эмболизация	Пассивная доставка: захват ретикулоэндотелиальной системой. Активная доставка; экстракорпоральное внедрение	Различные В стадии изучения

Материалы и методы исследования

Нами предложен в качестве носителя лекарственных веществ желатин в виде лекарственных желатиновых плёнок – защёчных (суббуккальных), вагинальных, ректальных, а также в виде ушных трубочек, стоматологических шин и гранул. Плёнки изготавливаются на основе полимеров и, как иммобилизованные препараты преимущественно местного действия, выгодно отличаются от традиционных лекарственных форм. Плёнки позволяют значительно уменьшить разовые и курсовые дозы лекарственных веществ, т.к. действуют непосредственно на зону патологии или максимально близко к ней, и лекарственное вещество высвобождается в заданном месте. Лекарственные плёнки могут быть перспективными и для достижения общего действия на организм, т.к. слизистые оболочки полостей и органов имеют богатую сеть (регионарного) кровообращения. Нами разработана рецептура плёнок на основе желатина, который привлёк наше внимание как полимерный препарат животного происхождения, лишённый видовой специфичности. Желатин совместим с большинством лекарственных веществ, обеспечивает практически полное высвобождение их в организме, имеет хорошие технологические свойства. Желатин (желатина) продукт гидролиза коллагена, биополимер, представляющий собой смесь полипептидов с относительной молекулярной массой 50 000–70 000 и их агрегатов с относительной молекулярной массой до 300 000. Макромолекулы желатина имеют

форму спирали при температуре 20–25 °С, что обуславливает структурную вязкость и застуднение раствора. С повышением температуры до 35–40 °С растворы приобретают свойства ньютоновской жидкости. Благодаря достаточной физиологической индифферентности, отсутствию видовой специфичности и высокой гелеобразующей способности, желатин широко используется в медицине и других отраслях. Желатин привлёк наше внимание также хорошими технологическими свойствами: желатиновый гель легко формируется, хорошо воспринимает и высвобождает лекарственные вещества, имеющие различное агрегатное состояние и растворимость. Кроме того, при применении оказались полезными такие свойства, как гемостатическое и репаративное действие, способность сухих желатиновых плёнок впитывать экссудаты и прочно фиксироваться в месте аппликации за счёт собственной адгезии желатина. Нами были разработаны составы желатиновых плёнок для стоматологии, лечения ЛОР-заболеваний, гинекологических, проктологических и андрологических заболеваний, а также способы их применения [1, 5, 6, 7].

Результаты исследования и их обсуждение

В стоматологии использовались желатиновые плёнки, желатиновые шины и желатиновые гранулы с антибиотиками (линкомицин), растительными препаратами (мараславин, стоматофит, отвар коры дуба, мало облепиховое и др.), синтетически-

ми веществами (мексидол, трентал и др.). Была установлена высокая терапевтическая эффективность указанных препаратов, быстрота наступления улучшения состояния и выздоровления, «адресное» действие малых доз ($1/10$ – $1/20$ средней терапевтической дозы в 1 плёнке). В ЛОР-практике применялись плёнки и ушные трубочки [7] с нитрофунгином, трихополом, эритромицином, метилурацилом, экстрактом сушеницы, а также с гомеопатическим препаратом «Отит» и «При гайморите» и др. Улучшение состояния больных наступало достаточно быстро – в 1-й или 2-й день лечения. Очень широко назначались пленки в акушерстве и гинекологии. Использовались прописи с гормональными препаратами (эстриол, прогестерон и др.), антибиотиками (тетрациклин, нистатин, эритромицин, гентамицин и др.), препаратами растительного происхождения (настойка шалфея, ромазулан, хлорофиллипт, чага, экстракт крапивы и др.). Пленки вводились вагинально или ректально. Пациентки отмечали их достоинства по сравнению с суппозиториями, удобство домашнего применения и доступную цену, последнее особенно важно при лечении сенильных кольпитов препаратами эстриола. В андрологии получены хорошие результаты в комплексном лечении простатита препаратами в виде плёнок. Разработаны и назначались желатиновые плёнки с гомеопатическими препаратами [6] «Антидавление», «Антистрах», «При описторхозе», «Антигриппин» и др. Полученные результаты демонстрируют эффективность гомеопатических препаратов в виде желатиновых пленок, как при лечении, так и при профилактике заболеваний, таких как грипп, бронхиальная астма, ожирение и др. «Адресное» применение малых доз лекарственных веществ в виде желатиновых плёнок снижает вероятность и /или интенсивность проявления токсического и побочного действия лекарственных веществ сужает круг противопоказаний, обеспечивает высокую терапевтическую эффективность. Терапевтический эффект достигался дозами, составляющими $1/10$ – $1/20$ средней терапевтической дозы. Прочная фиксация плёнок на слизистой рта позволяла пациен-

ту свободно разговаривать и принимать небольшие количества жидкости, не опасаясь проглотить или смыть плёнку. Благодаря адгезии, ректальные и вагинальные плёнки не выпадают при движении пациента и при мочеиспускании, что выгодно отличает их от суппозитория. Установлено выраженное гемостатическое действие желатина в плёнках при лечении обострений геморроя, при удалении зубов и др. Продолжительность полного растворения суббуккальных плёнок в дневное время суток – от 3 часов 52 минут до 4 часов. В ночное время растворение происходит гораздо медленнее.

Желатиновые плёнки обеспечивают более длительное лечебное действие по сравнению с другими средствами доставки, что способствует повышению терапевтической эффективности. Высвобождение происходит под действием градиента концентраций, эффект диффузии внутри плёнки выражен слабо ввиду малой толщины плёнки. Применение плёнок не требует помощи медицинского персонала и может проводиться амбулаторно, в домашних условиях, на рабочем месте, в полевых условиях. Врачи и пациенты отмечают удобство применения, сокращение времени и снижение трудоёмкости процедуры лечения, экономичность расхода лекарственного вещества и уменьшение стоимости лечения по сравнению с применением других лекарственных форм. Простота процедуры применения лекарственных форм на основе желатина позволяет осуществлять лечение в амбулаторных, домашних, стационарных, полевых и военно-полевых условиях. Проведенные нами исследования по использованию лекарственных желатиновых пленок позволяют нам обоснованно заключить, что лекарственные желатиновые пленки по своему механизму действия являются наноструктурами. Это доказывает и тот факт, что доза лекарственного вещества в наших пленках в 10–20 раз меньше, чем в обычной лекарственной форме, а терапевтический эффект может быть и больше. Эти необычные свойства лекарств в виде желатиновых пленок (значительное уменьшение дозы и увеличение эффективности), с нашей точки зрения, обеспечи-

ваются образованием наноструктур при растворении лекарств в желатине при изготовлении по нашей технологии желатиновых пленок [1, 5, 6, 7]. По нашему мнению, желатиновые пленки занимают промежуточное положение между гомеопатическими лекарствами и лекарствами в обычной дозе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев В.Н., Новиков Ю.Т., Фурин В.А. Новая адресная иммобилизованная лекарственная форма – лекарственные желатиновые плёнки. – М.: Медицинская книга, 2004. – 216 с.
2. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с.
3. Белоусов Ю.Б., Моисеев В.С., Лепахин В.К. Клиническая фармакология и фармакотерапия. – М.: Универсум, 2000. – 540 с.
4. Кудрин А.Н. Фармакология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
5. Новиков Ю.Т., Ананьев В.Н., Фурин В.А. Способ лечения заболеваний слизистых оболочек: Патент РФ №2264817 от 23.06.2003 г.
6. Гомеопатическая композиция: патент РФ №2192846 от 23.06.2003 г. / Ю.Т. Новиков, В.А. Фурин, Н.Ю. Сулычева, В.Н. Ананьев.
7. Фурин В.А., Новиков Ю.Т., Ананьев В.Н. Ушные трубочки: патент РФ № 2314795 от 20.01.2003 г.
8. Barthlott W., Neinhuis C. The purity of sacred lotus or escape from contamination in biological surfaces // J. Planta. – №1997. – 202. – P. 1–8.

УДК: 503.1

ГРАВИТАЦИЯ В МИКРОМИРЕ

Курков А.А.

Яровое, e-mail: kurkov56@mail.ru

В предыдущих статьях рассматривалась современная теория поля Дж. Максвелла применительно к гравитации, вычислялись новые константы и характеристики солнечной системы, показывались свойства и структура Вселенной. Данная статья представляет собой приложение этой теории гравитации к микромиру: атому, распаду нейтрона, массам и времени жизни лептонов. Так же как скорость движения Юпитера по орбите, максимальная энергия невозбужденного атома связана со скоростью гравитона. Существует минимальная энергия для планетных систем и для атомов, которая ограничивает количество возможных вариантов этих структур. Показано, что иерархия структур Вселенной существует не только в макромире, но и в микромире. Она связана с константой структуры, равной отношению скоростей квантов двух фундаментальных взаимодействий (электромагнитного и гравитационного), описывающих Вселенную. Показаны некоторые возможности новой теории в описании элементарных частиц.

Ключевые слова: теория поля, магнитная гравитационная константа, скорость гравитонов, константа структуры, элементарные частицы

GRAVITATION IN MICROCOSMOS

Kurkov A.A.

Yarovoe, e-mail: kurkov56@mail.ru

In previous articles the modern theory of field by J. Maxwell with reference to gravitation, new constants and characteristics of solar system were calculated, properties and structure of the universe were shown. Given article represents the appendix of this theory gravitation to a microcosm: to atom, disintegration of a neutron, weights and time of life leptons. As well as speed of movement of the Jove on an orbit, the maximal energy of not excited atom is connected to speed graviton. There is a minimal energy for planetary systems and for atoms which limits quantity of possible variants of these structures. It is shown, that the hierarchy of structures of the universe exists not only in a macrocosm, but also in a microcosm. It is connected to a constant of the structure equal to the relation of speeds quantum's of two fundamental interactions (electromagnetic and gravitational) describing the universe. Some opportunities of the new theory in the description of elementary particles are shown.

Keywords: the theory of a field, a magnetic gravitational constant, speed graviton, a constant of structure, elementary particles

В предыдущих статьях, на основе современной теории поля Дж. Максвелла, приложенной к гравитации, было показано, что крупномасштабная Вселенная описывается двумя взаимодействиями вместе: электромагнитным и гравитационным. В качестве приложения полученной теории было дано обоснование излучения света космическими телами на

основе такого свойства Вселенной, как энтропия. Энтропия представляет собой отношение количества фотонов к количеству барионов в единице пространства и вычисляется как квадрат отношения скорости света к скорости гравитона. В табл. 1 в скобках приведены новые фундаментальные константы, вычисленные по данным солнечной системы.

Таблица 1

Фундаментальные константы Вселенной

	Взаимодействие	
	электромагнитное	гравитационное
Заряд	Ze	M
Константа потенциала	ϵ_0	G_{N-K}
«Магнитная» константа	μ_0	(G_K)
Скорость кванта	C	(V_G)
Константа структуры	$(K = C/V_G = 22351)$	
Энтропия	$(N_\gamma/N_B = K^2 \approx 5 \cdot 10^8)$	

Данная статья также служит приложением, где новые константы и соотношения распространены на микромир. Поскольку ядро и электроны обладают электрическими зарядами и массами (гравитационными зарядами), то логично предположить, что оба фундаментальных взаимодействия (электромагнитное и гравитационное) действуют в атоме на равных правах (табл. 2). Скорость движения электрона V в такой системе будет связана со скоростями распространения квантов электромагнитного C и гравитационного V_G взаимодействий следующим соотношением:

$$V^2 \sim C \cdot V_G = C^2/K \quad (1)$$

или

$$V \sim C/K^{1/2} = C/149,5.$$

По данным современной науки $V \sim C \cdot \alpha = C/137$. Таким образом, атом представляет собой электрогравитационную си-

стему. Однако различие величины α и $1/K^{1/2}$ имеет какое-то принципиальное значение и ещё требует своего объяснения.

Выполним некоторые манипуляции над формулами квантовой механики с учётом полученного уравнения (1):

- Комптоновская длина волны электрона остаётся без изменения:

$$\lambda_e = h / (m_e \cdot C).$$

- Классический радиус электрона:

$$r_e = \frac{e^2}{m_e \cdot C^2} = \alpha \cdot \hbar \cdot \frac{C}{m_e \cdot C^2} = \frac{\hbar}{m_e \cdot C} \cdot \frac{1}{K^{1/2}}.$$

- Боровский радиус:

$$a_B = \frac{\hbar^2}{m_e \cdot e^2} = \frac{\hbar}{m_e \cdot C} \cdot K^{1/2}$$

и отношение $\frac{a_B}{r_e} = K$.

- Удвоенная энергия Ридберга:

$$E_o = 2h \cdot C \cdot R_\infty = \frac{m_e \cdot e^4}{\hbar^2} = m_e \cdot C^2 \cdot \alpha^2 = \frac{m_e \cdot C^2}{K} = m_e \cdot C \cdot V_G. \quad (2)$$

- Длина волны Де-Бройля также связана с гравитацией (учитывая $V \sim C/K^{1/2}$):

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot V} \sim \frac{h}{m_e \cdot C / K^{1/2}} \sim \lambda_e \cdot K^{1/2}.$$

Как следует из приведённых формул, пространственная структура атома связана с константой K , в которую входит скорость гравитонов. Отношение размеров атома к длине волны излучения электронов по порядку величины равно: $a/\lambda \sim 1/K^{1/2}$. То есть, так же как в солнечной системе, вокруг ядра

существует пространственная структура, и электрон движется по стационарным орбитам без излучения. Только при переходе с одной орбиты на другую происходит излучение света. Отличие частоты обращения электрона и частоты испущенного света связано с тем, что пространственная структура связана с гравитацией, а свет является чисто носителем электромагнитного поля, поэтому и возникает коэффициент $K^{1/2}$. Таким образом, атом хорошо объясняется электрогравитационной моделью (табл. 2).

Таблица 2

Атом: участие электромагнитного поля и гравитации

	Электромагнитное поле	Атом	Гравитация
Константа излучения	$\hbar$	$\hbar \cdot m_s$	$k \cdot m$
Длина волны потенциала	λ	λ	λ_o
Константа структуры	-	$\alpha \sim K^{1/2}$	K
Энергия взаимодействия	$m \cdot C^2$ (аннигиляция)	$m \cdot C \cdot V_G$	$m \cdot V_G^2$

Поскольку атом содержит электрический и гравитационный заряды одновременно (см. табл. 2), то максимально возможная

энергия внешнего электрона невозбужденного атома составит (равна удвоенной энергии Ридберга):

$$E_o = m_e \cdot C \cdot V_G = \frac{m_e \cdot C^2}{K} = \frac{511000}{22351} = 22,86 \text{ эВ.} \quad (3)$$

Если исходить из электрогравитационной модели атома, то в ней квантуется только гравитационная составляющая скорости $V^2 \sim V_G^2/m$, которая входит в уравнение (3) в первой степени, тогда:

$$E_{\max} = \frac{E_o}{m^{1/2}}; \quad (4)$$

здесь $m = 1, 2, 3, \dots, m_{\max}$ – целое положительное число, ограниченное конечной величиной. Это число соответствует номеру периода в периодической таблице химических элементов (рис. 1).

Периодическая таблица химических элементов должна иметь предел $Z_{\max}$ и минимально возможную энергию невозбужденного атома $E_{\min}$. На рис. 1 эта величина имеет значение $E_{\min} = 3,89 \text{ эВ}$.

В солнечной системе скорость движения планеты по орбите в основном со-

стоянии равна V_G и это состояние имеет максимальную энергию. Для атома получен аналогичный результат (формулы (3) и (4)). К сожалению, пока нет ответа о пределе солнечной системы, а также о минимальной энергии в атоме ($E_{\min}$). Без понимания физического смысла $E_{\min}$ невозможно вычислить значение этой величины и с её помощью вычислить $Z_{\max}$ или построить периодическую таблицу планетных систем. По этому поводу можно высказать лишь предположение, что все эти минимумы и пределы связаны с иерархией структур Вселенной в макромире и в микромире, связанные с константой K . Например, для атома полученная величина хорошо согласуется с экспериментом (см. рис. 1) и имеет некоторый физический смысл за исключением, возможно, коэффициента 2.

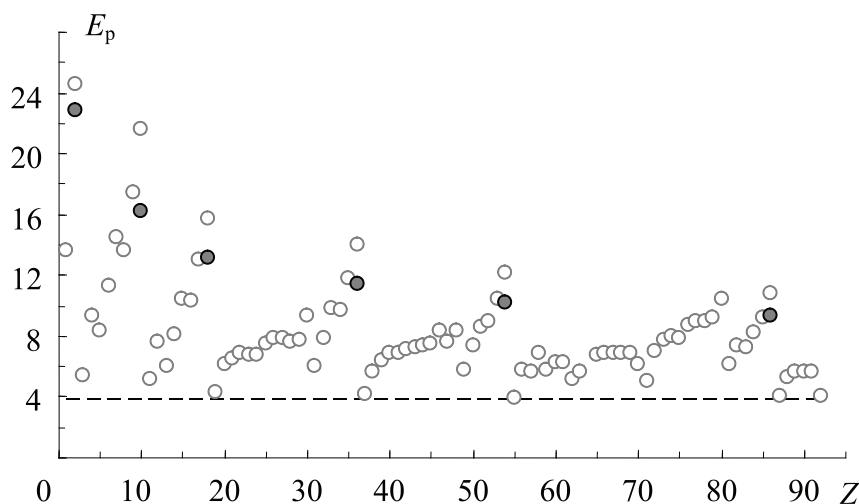


Рис. 1. Светлые точки – данные первых потенциалов ионизации невозбуждённого атома.

Тёмные точки – расчёт $E_{\max}$. Пунктирная линия – $E_{\min}$

Энергию связи ядра, аналогично предложенному выше соотношению для атома (3), можно записать:

$$E_c = m_p \cdot C \cdot (C \cdot V_G)^{1/2} = \frac{m_p C^2}{K^{1/2}} \approx 6 \text{ МэВ.}$$

Эта формула предполагает, что нейтрон представляет собой более плотную пространственно упакованную систему из протона и электрона, чем атом водорода. Такой подход объясняет, почему только в атоме водорода в ядре возможен только протон

без нейтронов, а в остальных ядрах без нейтронов не обойтись. Объяснение состоит в том, что нейтрон привносит в ядро такую пространственную структуру, без которой несколько протонов невозможно упаковать вместе. Это объясняет также, почему наиболее оптимальное отношение протон/нейтрон в ядре равно 1/1 и зависит от орбитального момента. Ядра с таким отношением протон/нейтрон должны быть стабильными. Конечно, по мере увеличения количества протонов в ядре возникают «поверхностные» проблемы и проблемы отталкивания (кулоновские силы имеют большой радиус действия по сравнению с плотной ядерной упаковкой), которые решаются избыточным увеличением количества нейтронов. В ядре, так же как в атоме, количество уровней ограничено, поэтому оптимальное соотношение протон/нейтрон может выполняться до определённого предела. Поэтому по мере увеличения количества нейтронов стабильность ядра падает.

В предлагаемой теории отстаивается мысль, что Вселенная определяется только

гравитационным и электромагнитным взаимодействиями вместе. Так как нейтрон из этих двух взаимодействий обладает только гравитационным зарядом (массой), а электрический заряд отсутствует, то в такой Вселенной он должен распадаться. За такую пространственную упаковку в микромире отвечает нейтрино/антинейтрино, когда при преобразовании пространства в микромире уничтожается или появляется электрический заряд. При этих преобразованиях константа структуры входит в разной степени, но её присутствие обязательно.

Рассмотрим случай распада нейтрона и воспользуемся техникой аналогичной диаграммам Фейнмана. Гравитация обозначена тонкой стрелкой, а электромагнитное поле толстой стрелкой (рис. 2). Антинейтрино изображено волнистой линией со стрелкой, направленной от гравитационного поля к электромагнитному полю, что обозначает изменение пространственной упаковки (в данном случае расширение) с появлением электромагнитного взаимодействия в новой структуре (атоме водорода).

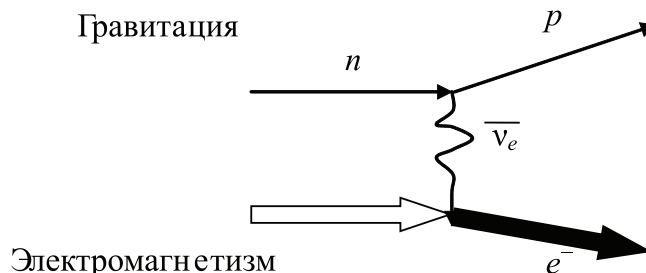


Рис. 2. Схема распада нейтрона

Так как нейтрон из двух фундаментальных зарядов обладает только массой и он электрически нейтрален, то его значок изображён над стрелкой гравитационного поля, а электромагнитное поле белой стрелкой (так как оно здесь не участвует в явном виде). В правой части электромагнитное взаимодействие изображено чёрной линией, так как оно участвует в устройстве атома наравне с гравитацией. Распад нейтрона означает его переход в другое пространственное состояние — в атом водорода. Поскольку пространство связано с гравитационным зарядом — массой, то атом водорода, в свою очередь, подобен планетной системе, в которой

электрон занимает место Юпитера. Следовательно, разница масс нейтрона и протона $\Delta m = m_n - m_p$ должна составлять 30 уровней ($\Delta m = 30 \cdot m_n / K$). Поскольку образуется два заряда, то на долю массы электрона должна приходиться половина уровней Юпитера — 11 (при расчёте Солнечной системы не учитывалось вращение планет, и при оценках распада нейтрона вращение также не будет учитываться). Согласие с наблюдением получается лучше для 12 гравитационных уровней, расходуемых на массу электрона (табл. 3). Следующие лептоны нестабильны, так как это сложные частицы и в них гравитация присутствует в дробной степени. Ко-

личество поколений лептонов должно быть ограничено и связано с константой структуры K . Число 3, по-видимому, соответствует действительности. Этому есть аналогии в макромире. Например, космические тела классифицируются на звёзды, планеты и спутники планет, то есть их массы охваты-

вают диапазон, кратный K^3 . Не исключено, что отмеченная выше разница в 30 уровней (60 электронов) может оказаться константой Вселенной. Если это так, то периодическая таблица заканчивается на $Z_{\max} = 118$, но возможен ещё гипотетический «остров стабильности» $Z \sim 130 - 190$.

Таблица 3

Оценки масс лептонов

Лептон	Наблюдаемая масса, МэВ	Расчётные формулы	Расчётная масса, МэВ
e	0,511	$m_e = 12 \cdot m_n / K$	0,504
μ	105,66	$m_\mu = 17 \cdot m_n / K^{1/2}$	106,84
τ	1777	$m_\tau = 23 \cdot m_n / K^{1/4}$	1767,4

Поскольку элементарные частицы обладают массой, и гравитация участвует в их существовании, то с помощью константы структуры можно оценить время жизни соответствующей частицы. Можно предполо-

жить, что время жизни оценивается временем пролёта, а скорость пролёта выше тогда, когда вклад гравитации меньше. В табл. 4 приведены следующие эмпирические формулы для оценки времени жизни нейтрона и лептонов.

Таблица 4

Оценки времени жизни нейтрона и лептонов

Частица	Наблюдаемое время жизни, с	Формула для расчёта	Расчётное время жизни, с
n	898	$6 \cdot K^{1/2}$	897
e	стабилен	$-(K)$	стабилен
μ	$2,20 \cdot 10^{-6}$	$6 \cdot 2^{1/2} / K^{3/2}$	$2,53 \cdot 10^{-6}$
τ	$2,9 \cdot 10^{-13}$	$6 / (2 \cdot K^3)$	$2,7 \cdot 10^{-13}$

Полученный результат весьма интересен, но коэффициенты получены эмпирически на основе общих рассуждений.

Среди рассмотренных в предыдущих статьях свойств Вселенной отмечалось, что её границы определяются фронтом света, вместе с которым расширяется пространство. За пределами Вселенной нет нашего пространства и нет квантов взаи-

модействий, определяющих Вселенную. Если рассматривать дробный электрический заряд, то в этом случае подразумевается другая вселенная, которая не может проявиться явно в нашей Вселенной, так как присущие ей взаимодействия остаются внутри её. По этой причине, кварки в свободном виде в нашей Вселенной существовать не могут.

УДК 538.95.405

ВЛИЯНИЕ ИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА СВОЙСТВА НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ ZN-AL И FE-AL

¹Юров В.М., ²Вертягина Е.Н., ³Гученко С.А., ³Хуанбай Е.

¹Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,
Караганда, e-mail: exciton@list.ru;

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана;

³Институт прикладной математики, Караганда

В настоящей работе приведены результаты исследования ионного облучения композиционных многофазных покрытий. Нами использовалось осаждение многофазных покрытий на ионно-плазменной установке. Облучение покрытий осуществлялось ионами аргона с помощью источника ионов с полым катодом. После ионного облучения структура и механические свойства покрытий изменяются, но характер изменений отличается для различных покрытий. Предлагается статистическая модель образования скопления дефектов при облучении большими дозами радиации.

Ключевые слова: композиционные покрытия, облучение

INFLUENCE OF AN IONIC IRRADIATION ON PROPERTY OF COMPOSITE COVERINGS ZN-AL AND FE-AL

¹Jurov V.M., ²Vertjagina E.N., ³Guchenko S.A., ³Huanbay E.

¹Karaganda state university of a name E.A. Buketov, e-mail: exciton@list.ru;

²Eurasia national university of a name L.N. Gumilev, Astana;

³Institute of applied mathematics, Karaganda

In the present work results of research of an ionic irradiation of composite multiphase coverings are resulted. We used sedimentation of multiphase coverings on ionic-plasma installation. The irradiation of coverings was carried out by ions of argon by means of a source of ions with the hollow cathode. After an ionic irradiation the structure and mechanical properties of coverings change, but character of changes differs for various coverings. The statistical model of formation of a congestion of defects is offered at an irradiation the big doses of radiation.

Keywords: composite coverings, an irradiation

Основное влияние ионной бомбардировки на свойства покрытий осуществляется на стадии их зарождения вследствие релаксации напряжений в области ионного удара и перестройки кристаллической структуры. При этом на поверхности образуются точечные дефекты, которые являются активными центрами адсорбции. Важную роль также играет подвижность адатомов на поверхности (поверхностная диффузия), которая усиливается при низкоэнергетической бомбардировке растущей пленки ионами инертного газа. Увеличить количество образующихся точечных дефектов можно либо увеличением энергии потока ионов, либо увеличением плотности тока ионов. Одновременно с образованием дефектов идет и обратный процесс их рекомбинации – «отжиг», который снижает концентрацию дефектов. В результате этих двух процессов устанавливается равновесное количество центров зародышеобразования, на которое можно влиять, изменяя параметры ионного облучения.

Образцы и методика эксперимента

При проведении экспериментов нами использовались композиционные катоды, полученные методом индукционного плавления. С помощью этих катодов наносились покрытия на ионно-плазменной установке ННВ – 6.6И1 на стальную подложку при различных технологических режимах. Количественный анализ элементного состава композиционных покрытий проводился на электронном микроскопе JEOL JSM-5910. Исследование микротвердости композиционных покрытий проводилось на микротвердомере ISOSCAN OD. Для исследования поверхности покрытий в наномасштабе нами использовался атомно-силовой микроскоп NT-206.

Для нанесения нанопокровов используются следующие основные технологические подходы:

- 1) осаждение покрытий в условиях ионного ассистирования;
- 2) осаждение многослойных покрытий со слоями нанометрической толщины;

3) осаждение многофазных покрытий;
4) комбинация перечисленных способов. Нами использовалось осаждение многофазных покрытий в условиях ионного асистирирования.

Облучение покрытий ионами аргона проводилось с помощью многоамперного источника ионов с полым катодом. Ток в дуге составлял 1 А, а потенциал на подложке поддерживался равным 300 В.

Результаты эксперимента и их обсуждение

На рис. 1–4 показаны АСМ изображения поверхности композиционных покрытий до

и после облучения, полученных в режиме латерально – силовой микроскопии (одновременно с контактной статической АСМ), а в табл. 1 и 2 параметры этих покрытий.

Приведенные результаты показывают резкое отличие в структуре исследованных покрытий. В случае покрытия Zn-Al наблюдается глобулярная структура, а в случае Fe-Al формируются незамкнутые диссипативные структуры. Подобные наноструктуры были обнаружены и описаны в работе [1]. Однако однозначный механизм их образования пока не совсем ясен. Ниже мы предложим одну из моделей этого явления.

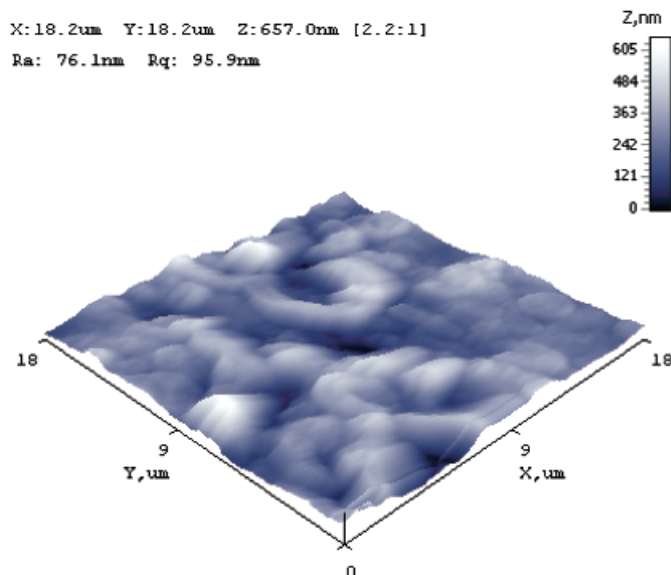


Рис. 1. АСМ изображение поверхности покрытия Fe-Al (до облучения)

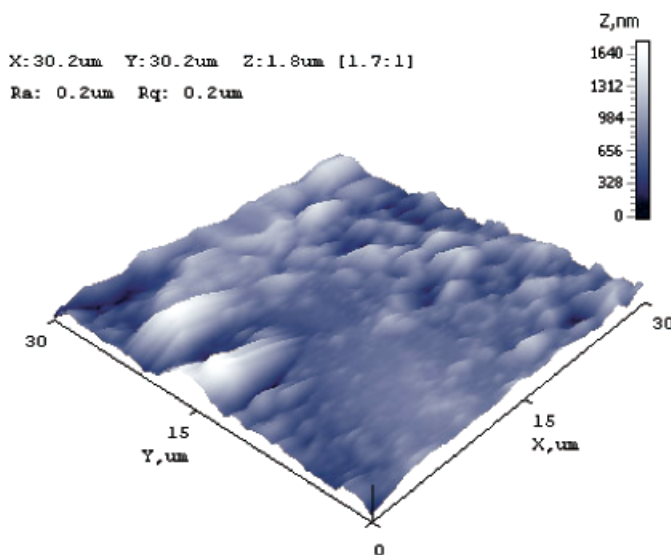


Рис. 2. АСМ изображение поверхности покрытия Fe-Al (после облучения)

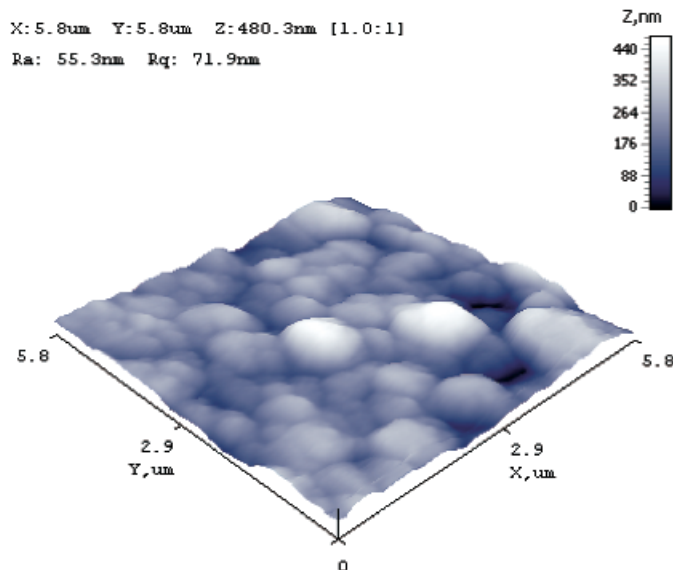


Рис. 3. АСМ изображение поверхности покрытия Zn-Al (до облучения)

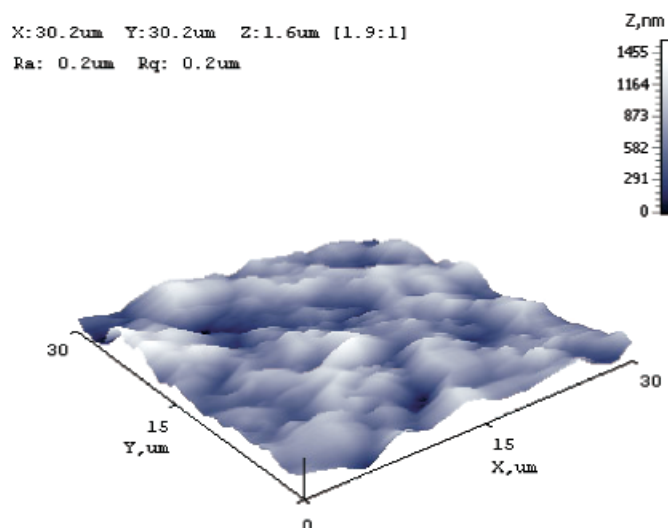


Рис. 4. АСМ изображение поверхности покрытия Zn-Al (после облучения)

Таблица 1

Измерение модуля Юнга методом
наноиндентирования

Покрытие	После облучения	До облучения
	E , ГПа	E , ГПа
Zn-Al	0,6	0,6
Fe-Al	0,2	0,7

Таблица 2

Шероховатость покрытия R_a

Покрытие	После облучения	До облучения
	R_a , нм	R_a , нм
Zn-Al	76,39	78,0
Fe-Al	147,06	56,14

Из рис. 1–4 следует, что ионное облучение влияет на структуру покрытий Fe-Al, но не влияет на покрытие Zn-Al, которое оказалось радиационно-стойким. С полученным

результатом коррелирует и значение модуля Юнга, измеренного до и после облучения.

Радиационная стойкость покрытия Zn-Al связывается нами с его ярко выражен-

ной глобулярной структурой (см. рис. 3). Наличие такой системы «шаров» приводит к упругому рассеянию ионов аргона, так что локальная деформация оказывается незначительной. Это находит свое отражение в поведении модуля Юнга, который не изменяется в процессе облучения (см. табл. 1) и параметре шероховатости (см. табл. 2).

Структура покрытия Fe-Al резко отличается от структуры покрытия Zn-Al. В этом случае мы наблюдаем незамкнутые наноструктуры (см. рис. 1). Шероховатость этого покрытия после облучения увеличивается почти в три раза, в то время как модуль Юнга уменьшается во столько же раз.

Хотя способы получения наноструктурных материалов и покрытий довольно разнообразны [1], но все они основаны на механизме интенсивной диссипации энергии, обобщенной в трех стадиях формирования. На первой стадии идет процесс зародышеобразования, который из-за отсутствия соответствующих термодинамических условий не переходит в массовую кристаллизацию. Вторая стадия представляет собой формирование вокруг нанокристаллических зародышей аморфных кластеров, которые – на третьей стадии – объединяются в межкристаллитную фазу с образованием диссипативной структуры.

Микроструктуру однофазных пленок качественно хорошо можно описать с помощью моделей, предложенных Мовчаном и Демчишиным, Торнтоном [2,3]. Однако эти модели сильно изменяются, если в пленку добавить легирующую примесь. Примеси останавливают рост зерна и стимулируют перезародышеобразование. Это явление приводит, как правило, к формированию глобулярной структуры. Для среднего и высокого содержания примесей полностью исчезает столбчатая микроструктура, которая типична главным образом для зоны I однофазных пленок. Этот факт описывает модель, которая была развита Барна и Адамиком [4].

Однако модель Барна–Адамик не в состоянии объяснить появление незамкнутых наноструктур, обнаруженных нами в системе Fe–Al.

Согласно классической теории, образование зародышей новой фазы в старой

метастабильной фазе рассматривается как флуктуационный процесс [5]. При допущении макроскопических свойств для малых агрегатов изменение свободной энергии образования зародышей, состоящих из I молекул, равно:

$$\Delta F = (\mu_1 - \mu_2)i + S\sigma,$$

где μ_1 и μ_2 – химические потенциалы соответственно старой и новой фазы; S – поверхность зародыша; σ – поверхностное натяжение на границе раздела фаз.

Из условия экстремума $\partial\Delta F/\partial i$ следует:

$$\Delta\mu = \frac{2\sigma\vartheta_2}{r_k},$$

где ϑ_2 – объем одного атома (молекулы) фазы 2, а r_k – критический радиус сферического зародыша.

В случае кристаллизации переохлажденного расплава $\Delta\mu$ и соответственно r_k можно выразить через переохлаждение

$$r_k = \frac{2M\sigma T_0}{\rho q \Delta T}.$$

Тогда работа образования критического зародыша сферической формы также выразится как функция ΔT :

$$W = \Delta F_{кр} = \frac{16\pi}{3} \left(\frac{M}{\rho} \right)^2 \frac{\sigma^3 T_0^2}{q^2 (\Delta T)^2},$$

где M – молекулярный вес; ρ – плотность зародыша; q – теплота плавления; T_0 – равновесная температура двух фаз бесконечно большого радиуса.

Из последнего выражения следует, что работа образования глобулы пропорциональна кубу поверхностного натяжения. Иными словами, незамкнутые наноструктуры характерны для тех веществ, у которых поверхностное натяжение имеет значительную величину. В табл. 3 приведены значения поверхностного натяжения металлов в твердой фазе, полученные нами в работе [6].

Поскольку в системе Fe–Al алюминий выступает в роли легирующей добавки, то на процесс формирования структуры покрытия основную роль будет влиять железо. В системе Zn–Al легирующей примесью является цинк. Из табл. 3 следует, что вели-

чины поверхностного натяжения железа и алюминия отличаются более чем в 2 раза. Это и обусловило резкое различие в структуре формируемых покрытий.

После облучения ионами аргона поверхностная энергия и поверхностное на-

тяжение могут меняться как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. В настоящее время нет количественных моделей, объясняющих всю совокупность экспериментальных данных, изложенных нами выше.

Таблица 3

Поверхностное натяжение металлов в твердой фазе

Металл	σ_r , эрг/см ²	Металл	σ_r , эрг/см ²
Свинец	100	Серебро	375
Олово	177	Золото	336
Железо	612	Медь	531
Алюминий	279	Никель	795
Кобальт	702	Платина	624

Модель образования нанокластеров

Нами предлагается статистическая модель образования нанокластеров при облучении ионами. Рассмотрим покрытие с числом дефектов m . Пусть расстояние между дефектами одинаково и равно R . Опишем вокруг каждого дефекта 0 сферу радиусом R . Пусть плотность числа частиц в этой

сфере равна n_0 , тогда вероятность $W_0(r)$ того, что ближайшая частица находится на расстоянии r от частицы 0, нетрудно получить из классической статистической физики и она равна:

$$W_0(r) = 4\pi n_0 r^3 \exp[-4\pi n_0 r^3 / 3]. \quad (1)$$

Вероятность нахождения N_0 частиц в зоне дефекта 0 радиусом r равна, очевидно,

$$W_{N_0}(r) = \prod_{k=1}^{N_0} W_k(r) = (4\pi n_0)^{N_0} r^{3N_0} \exp[-4\pi N_0 n_0 r^3 / 3]. \quad (2)$$

Вероятность (1) определим, с другой стороны, как отношение числа частиц N_0 в

зоне дефекта к общему числу частиц в выделенной сфере – $Q_0 = 4/3 \pi n_0 R^3$:

$$p_0 = \frac{N_0}{Q_0} = (4\pi n_0)^{N_0} r^{3N_0} \exp[-4\pi n_0 r^3 / 3]. \quad (3)$$

Для системы из m дефектов имеем:

$$\begin{aligned} p_0 &= (4\pi n_0)^{N_0} r^{3N_0} \exp[-4\pi N_0 n_0 r^3 / 3] = \frac{N_0}{Q_0}, \\ p_1 &= (4\pi n_1)^{N_1} r^{3N_1} \exp[-4\pi N_1 n_1 r^3 / 3] = \frac{N_1}{Q_1}, \\ &\dots\dots\dots \\ p_m &= (4\pi n_m)^{N_m} r^{3N_m} \exp[-4\pi N_m n_m r^3 / 3] = \frac{N_m}{Q_m}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для всего покрытия с числом дефектов 0, 1, 2, ..., m имеем:

$$P = \prod_{i=0}^m p_i = \prod_{i=0}^m (4\pi n_i)^{N_i} r^{3N_i} \exp[-4\pi N_i n_i r^3 / 3] = \frac{\prod_{i=0}^m N_i}{\prod_{i=0}^m Q_i}. \quad (5)$$

Система уравнений (4) и (5) представляет собой систему трансцендентных уравнений, решить которую можно только приближенными или численными методами.

В связи с этим можно сделать численную оценку, основываясь на реальной ситуации и уравнении 1 системы (4):

$$\ln N_0 - \ln Q_0 = N_0 \ln(4\pi n_0) + 2N_0 \ln r - \frac{4\pi}{3} N_0 n_0 r^3. \quad (6)$$

Соответствующая оценка дает, что первый член левой части уравнения (6) и первые два члена правой части – пренебрежимо малы. В результате получим:

$$N_0 = \frac{3 \ln Q_0}{4\pi n_0 r^3}. \quad (7)$$

Учитывая, что $4\pi r^3/3 = V$ и $\ln n_0 > \ln R$, из (7) имеем:

$$V_0 = \frac{\ln n_0}{n_0 N_0}. \quad (8)$$

Беря в качестве функции отклика объем нанокластера, получим:

$$V_0 = c \frac{kT}{G^0} \cdot N_0. \quad (9)$$

Сравнивая (8) и (9), получим:

$$N_0 = \left(\frac{1}{c} \cdot \frac{\ln n_0}{n_0} \cdot \frac{G^0}{kT} \right)^{1/2}. \quad (10)$$

Формула (10) отвечает равновесному значению числа частиц в кластере. Сделаем оценку числа частиц в кластере для покрытия нитрида титана: $G^0 \approx 410$ кДж/моль; $c \approx 0,001$; $\ln n_0/n_0 \approx 0,02$; $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$, $T = 300$ К.

Тогда $N_0 \approx 60$ молекул нитрида титана. Полученное нами значение коррелирует с числом атомов N в зародыше при гомогенном образовании нанокластеров в расплавах различных металлов. При этом размер кластера с учетом (7) оказывается равным – $r \approx 1$ нм.

Заключение

Приведенные выше исследования показывают, что используя ионное облучение

можно изменять механические свойства покрытий. В частности, уменьшение модуля Юнга означает уменьшение коэффициента трения, поскольку его величина пропорциональна микротвердости и модулю Юнга. Этот эффект особенно важен для деталей космической техники – спутников связи и т.д., траектория полета которых часто находится в пределах ионосферы.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований МОН РК. Грант 1034 ФИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Псахье С.Г., Зольников К.П., Коноваленко И.С. Синтез и свойства нанокристаллических и субструктурных материалов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2007. – 264 с.
2. Мовчан Б.А., Демчишин А.В. Исследование структуры и свойств толстых вакуумных конденсатов никеля, титана, вольфрама, окиси алюминия и двуокиси циркония // ФММ. – 1969. – Т. 28, №4. – С. 23–30.
3. Thornton J.A. Structure and topography of sputtering coatings // Ann. Rev. Material Sci. – 1977. – Vol. 7. – P. 239–260.
4. Barna P.B., Adamik M. Formation and Characterization of the structure of surface coating // In Protective Coatings and Thin Films. Edited Pfeau Y., Barna P.B. – 1977. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands. – P. 279–297.
5. Кидяров Б.И. Кинетика образования кристаллов из жидкой фазы. – Новосибирск: Наука, 1979. – 134 с.
6. Юров В.М., Гученко С.А., Ибраев Н.Х. Поверхностное натяжение металлов в жидкой и твердой фазах // Научная жизнь. – 2009. – №5. – С. 18–21.

УДК 546.3

ИОННЫЕ РАСПЛАВЫ ПОЛИВОЛЬФРАМАТОВ, – МОЛИБДАТОВ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Дробашева Т.И., Снежков В.И., Расторопов С.Б.

Ростовский государственный строительный университет, Ростов-на-Дону,

e-mail: rgsu@rgsu.donpac.ru;

НКТБ «Пьезоприбор», Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Предлагается применять диаграммы плавкости тройных систем для выбора условий роста кристаллов целевого назначения.

Ключевые слова: расплавы, поливольфраматы

IONIC MELTS OF POLYTUNGSTATES AND POLYMOLYBDATES OF ALKALI METALS AND THEIR APPLICATION FOR THE GROWING OF CRYSTALS FOR SPECIAL PURPOSES

Drobashева T.I., Snezhkov V.I., Rastoropov S.B.

Rostov State University of Civil Engineering, Rostov-on-Don, e-mail: rgsu@rgsu.donpac.ru;

SDTD «Piezopribor», South Federal University, Rostov-on-Don

The diagrams are offered for melting of ternary systems for choosing the conditions for purpose crystals growth.

Keywords: melt, polytungstates

В настоящее время твердые кристаллические соединения привлекают большой интерес в науке и технике как в связи с исследованиями их внутренней структуры, механизма образования зародышей в жидкой фазе, так и при решении задач получения новых неорганических материалов различного целевого назначения [1]. Ионные расплавы щелочных поливольфраматов и – молибдатов весьма важны и интересны с общих точек зрения. Здесь следует отметить многообразие видов полисолей $M_2EO_4 \cdot nEO_3$ (M – щелочной элемент, E – W , Mo , $n = 1-6$), широкий диапазон температур их плавления ($700-958^\circ C$, высокую активность взаимодействия с оксидами, солями других p - и d -элементов, образования наноструктур в виде нитей, стержней, трубок и т.п. Изученные нами фазовые диаграммы плавкости тройных систем $M_2EO_4-M_2EO_4-EO_3$ позволяют значительно расширить и модифицировать область использования расплавов для синтеза многих монокристаллов, их изучения и применения [2, 3]. Дальнейшее развитие получил метод электрохимического осаждения много щелочных оксидных бронз вольфрама, молибдена [2]. Установлено, что выбор составов электролитов, пригодных для по-

лучения бронз, необходимо рационально осуществлять на основе применения таких диаграмм.

Эмпирически было найдено, что хорошими растворителями соединений свинца, висмута, гафния, бария и других являются расплавы неорганических полимеров, имеющих каркасные, цепочечные типы структур, в которые входят ионы растворенного вещества, например $Na_2B_4O_7$, Li_3PO_4 , B_2O_3 и другие. Наличие в растворителях соединений щелочных металлов снижают вязкость и в совокупности с комплексообразованием улучшают растворимость соединений.

Требования, которым должны удовлетворять растворители, сводятся к следующему: невысокие ($800-1000^\circ C$) температуры плавления, вязкость, активная растворяющая способность, образование с растворяемыми компонентами простых эвтектических смесей, по возможности, наличие у кристаллов и растворителя общих катионов, хорошая отмываемость в воде при отделении кристаллов [1, 3, 4].

Следует отметить нетехнологичность многих используемых растворителей, в частности, токсичность (соединения свинца), летучесть (PbF_2), вязкость (B_2O_3 , $Na_4P_2O_7$), труднодоступность. В этом отношении

применение щелочных молибдатов и вольфраматов весьма перспективно. Так, полимолибдаты натрия, калия используют для выращивания ферритов никеля, кобальта и других металлов со структурой шпинели. В качестве таких растворителей, образующих системы эвтектического типа с ферритом, можно указать составы $0,55\text{K}_2\text{MoO}_4 \cdot 0,45\text{MoO}_3$; $0,48\text{K}_2\text{MoO}_4 \cdot 0,52\text{MoO}_3$; $\text{K}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$; $0,73\text{Na}_2\text{Mo}_4\text{O}_{14} \cdot 0,27\text{MoO}_3$, температуры плавления которых $477\text{--}546^\circ\text{C}$, а растворимость ферритов 3–34 масс. % при $600\text{--}1000^\circ\text{C}$, причем растворение их происходит за несколько минут. Подобные растворители практически нелетучи, могут использоваться для получения кристаллов методами спонтанного зародышеобразования, а также в высокотемпературной калориметрии [1, 3]. Возможен рост кристаллов NiFe_2O_4 из расплава $\text{NiFe}_2\text{O}_4 \cdot 4\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$, образующего эвтектики с NiFe_2O_4 и $\text{Na}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$.

Синтез и кристаллизация двойных молибдатов $\text{Li}_2\text{Zr}(\text{MoO}_4)_3$, $\text{Na}_2\text{Zr}(\text{MoO}_4)_3$, $\text{K}_2(\text{Rb}_2, \text{Cs}_2)(\text{MoO}_4)_3$ проведены при использовании в качестве растворителей тримолибдатов щелочных металлов, которые являются продуктами их разложения.

В Институте неорганической химии СО РАН, Новосибирск, проведены систематические исследования фазообразования в системах поливольфраматов калия, рубидия и цезия, полученных в условиях

спонтанного образования их зародышей при медленном ($2\text{--}5$ град/час) понижении температуры расплавов систем в интервале $1100\text{--}700^\circ\text{C}$. Для снижения температуры кристаллизации использовали добавки флюсов KCl , RbCl , CsCl [5]. Метод получения образцов спонтанной кристаллизацией расплавов системы литиевых полимолибдатов использован авторами [6] и в ряде других работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витинг Л.М. Высокотемпературные растворы-расплавы. – М.: МГУ, 1991. – №22. – С. 2.
2. Дробашева Т.И., Спицын В.И. Вольфрамовые и молибденовые бронзы с двумя щелочными элементами // Оксидные бронзы: Сб. – М.: Наука, 1982. – С. 40–75.
3. Мохосоев М.В., Базарова Ж.Г. Сложные оксиды молибдена и вольфрама с элементами I–IV групп. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
4. Тимофеева В.А. Рост кристаллов из растворов-расплавов. – М.: Наука, 1978. – 286 с.
5. Синтез и рентгенографическое исследование поливольфраматов калия, рубидия и цезия с дефектными структурами пироклора и гексагональной вольфрамовой бронзы / С.Ф. Солодовников, Н.В. Иванникова, З.А. Солодовникова и др. // Неорг. материалы. – 1998. – Т. 34, № 8. – С. 1011–1019.
6. Фазовая диаграмма системы $\text{Li}_2\text{MoO}_4 - \text{MoO}_3$ и кристаллическая структура $\text{Li}_4\text{Mo}_5\text{O}_{17}$ / С.Ф. Солодовников, Б.Г. Базаров, Н.А. Пыльнева и др. // Ж. неорг. химии. – 1999. – Т.44, № 6. – С. 1016–1023.

**В журнале Российской Академии Естествознания
«Современные наукоемкие технологии» публикуются:**

- обзорные статьи (см. правила для авторов);
- теоретические статьи (см. правила для авторов);
- краткие сообщения (см. правила для авторов);
- материалы международных научных конференций, (правила оформления указываются в информационных буклетах по конференциям);
- методические разработки.

Журнал публикует работы по:

- 1. Физико-математическим наукам.**
- 2. Химическим наукам.**
- 3. Геолого-минералогическим наукам.**
- 4. Техническим наукам.**

Редакция журнала просит авторов при направлении статей в печать руководствоваться изложенными ниже правилами. Работы, присланные без соблюдения перечисленных правил, возвращаются авторам без рассмотрения.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

По техническим наукам принимаются статьи по следующим направлениям:

- | | |
|----------|--|
| 05.02.00 | Машиностроение и машиноведение |
| 05.03.00 | Обработка конструкционных материалов в машиностроении |
| 05.04.00 | Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение |
| 05.05.00 | Транспортное, горное и строительное машиностроение |
| 05.09.00 | Электротехника |
| 05.11.00 | Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы |
| 05.12.00 | Радиотехника и связь |
| 05.13.00 | Информатика, вычислительная техника и управление |
| 05.16.00 | Металлургия |
| 05.17.00 | Химическая технология |
| 05.18.00 | Технология продовольственных продуктов |
| 05.20.00 | Процессы и машины агроинженерных систем |
| 05.21.00 | Технология, машины и оборудование лесозаготовок, лесного хозяйства, деревопереработки и химической переработки биомассы дерева |
| 05.22.00 | Транспорт |
| 05.23.00 | Строительство |
| 05.26.00 | Безопасность деятельности человека |

При написании и оформлении статей для печати редакция журнала просит придерживаться следующих правил.

1. В структуру статьи должны входить: введение (краткое), цель исследования, материал и методы исследования, результаты исследования и их обсуждение, выводы или заключение, список литературы.

2. Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Каждая таблица снабжается заголовком и вставляется в текст после абзаца с первой ссылкой на нее.

3. Количество графического материала должно быть минимальным (не более 5 рисунков). Каждый рисунок должен иметь подпись (под рисунком), в которой дается объяснение всех его элементов. Для построения графиков и диаграмм следует использовать программу Microsoft Office Excel. Каждый рисунок вставляется в текст как объект Microsoft Office Excel.

4. Библиографические ссылки в тексте статьи следует давать в квадратных скобках в соответствии с нумерацией в списке литературы. Список литературы для оригинальной статьи – не более 10 источников. Список литературы составляется в алфавитном порядке – сначала отечественные, затем зарубежные авторы и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008.

5. Объем статьи не должен превышать 8 страниц А4 формата (1 страница – 2000 знаков), включая таблицы, схемы, рисунки и список литературы.

6. При предъявлении рукописи необходимо сообщать индексы статьи (УДК) по таблицам Универсальной десятичной классификации, имеющейся в библиотеках.

7. К рукописи должен быть приложен краткий реферат (резюме) статьи на русском и английском языках.

Реферат объемом до 10 строк должен кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней результаты.

Реферат подготавливается на русском и английском языках.

Используемый шрифт – курсив, размер шрифта – 10 pt.

Реферат на английском языке должен в начале текста содержать заголовок (название) статьи, инициалы и фамилии авторов также на английском языке.

8. Обязательное указание места работы всех авторов, их должностей и контактной информации.

9. Наличие ключевых слов для каждой публикации.

10. Указывается шифр основной специальности, по которой выполнена данная работа.

11. Редакция оставляет за собой право на сокращение и редактирование статей.

12. Статья должна быть набрана на компьютере в программе Microsoft Office Word в одном файле.

13. В редакцию направляются материалы статьи, сопроводительное письмо, 2 сканированные сторонние рецензии (докторов наук), экспертное заключение. Возможно представление электронных вариантов документов (в том числе сканированных копий сопроводительного письма, рецензии) по электронной почте edition@rae.ru. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

14. В одном номере журнала может быть напечатана только одна статья автора.

15. Журнал издается на средства авторов и подписчиков. **Плата с аспирантов (единственный автор) за публикацию рукописей не взимается.**

16. Рукописи статей, оформленные не по правилам не рассматриваются. Присланные рукописи обратно не возвращаются. Не допускается направление в редакцию работ, которые посланы в другие издания или напечатаны в них.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

УДК 616. 711- 002- 07

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗИТРОМИЦИНА В КАЧЕСТВЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО КОМПОНЕНТА В ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМАХ

Степанова Э.Ф., Гусов Р.М., Погребняк А.В.

*ГОУ ВПО «Пятигорская государственная фармацевтическая академия», Пятигорск
Пятигорск, Россия (357500, г. Пятигорск, пр. Кирова, 33), elf@megalog.ru*

Проведен анализ результатов микробиологических исследований в отношении посевов контаминированного материала, взятого из глаз пациентов, страдающих инфекционными поражениями глаз. С использованием методов квантовой химии и молекулярной механики проведены расчеты по оптимизации геометрии молекулы азитромицина и рассчитаны значения некоторых физико-химических дескрипторов, характеризующих параметры его молекулы и прогнозирующих биофармацевтические особенности объекта.

Ключевые слова: азитромицин, лекарственные формы

SUBSTANTIATION OF POSSIBILITY OF USE AZITHROMYCIN AS THE OPERATING COMPONENT IN OPHTHALMOLOGIC MEDICINAL FORMS

Stepanova E.F., Gusov R.M., Pogrebnjak A.V.

*Pyatigorsk state pharmaceutical academy, Pyatigorsk
Pyatigorsk, Russia (357500, Pyatigorsk, avenue of Kirov, 33), elf@megalog.ru*

The analysis of results microbiological research concerning crops of the contaminated material taken of eyes of the patients, eyes suffering by infectious defeats is carried out. With use of methods of quantum chemistry and the molecular mechanics calculations on optimisation of geometry of a molecule azithromycin are carried out and values of some physical and chemical descriptors characterising its parametres molecule and predicting biopharmaceutics features of object are calculated.

Key words: azithromycin, medicinal forms

Наиболее распространенными среди заболеваний органов зрения являются воспалительные поражения глаз инфекционной природы. Проблема оптимизации ...

Список литературы

Единый формат оформления приставных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»
(Примеры оформления ссылок и приставных списков литературы)

Статьи из журналов и сборников:

Адорно Т.В. К логике социальных наук // Вопр. философии. – 1992. – № 10. – С. 76-86.

Crawford P.J. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works / P.J. Crawford, T. P. Barrett // Ref. Libr. – 1997. Vol. 3, № 58. – P. 75-85.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, могут не повторяться в сведениях об ответственности.

Crawford P.J., Barrett T. P. The reference librarian and the business professor: a strategic alliance that works // Ref. Libr. 1997. Vol. 3. № 58. P. 75-85.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Корнилов В.И. Турбулентный пограничный слой на теле вращения при периодическом вдуве/отсосе // Теплофизика и аэромеханика. – 2006. – Т. 13, №. 3. – С. 369-385.

Кузнецов А.Ю. Консорциум – механизм организации подписки на электронные ресурсы // Российский фонд фундаментальных исследований: десять лет служения российской науке. – М.: Науч. мир, 2003. – С. 340-342.

Монографии:

Тарасова В.И. Политическая история Латинской Америки : учеб. для вузов. – 2-е изд. – М.: Проспект, 2006. – С. 305-412.

Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.

Философия культуры и философия науки: проблемы и гипотезы : межвуз. сб. науч. тр. / Саратов. гос. ун-т; [под ред. С. Ф. Мартыновича]. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 1999. – 199 с.

Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованных не из предписанного источника информации.

Райзберг Б.А. Современный экономический словарь / Б.А. Райзберг, Л.У. Лозовский, Е.Б. Стародубцева. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Заголовок записи в ссылке может содержать имена одного, двух или трех авторов документа. Имена авторов, указанные в заголовке, не повторяются в сведениях об ответственности. Поэтому:

Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 494 с.

Если авторов четыре и более, то заголовок не применяют (ГОСТ 7.80-2000).

Авторефераты

Глухов В.А. Исследование, разработка и построение системы электронной доставки документов в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Новосибирск, 2000. –18 с.

Диссертации

Фенухин В. И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северокавказского региона : дис.... канд. полит. наук. – М.. 2002. – С. 54-55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья : аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М. : ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Патенты:

Патент РФ № 2000130511/28, 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Бонштедт Б.Э., Корешев С.Н., Лебедева Г.И., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат // Патент России № 2122745.1998. Бюл. № 33.

Материалы конференций

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф. Ярославль, 2003. 350 с.

Марьинских Д.М. Разработка ландшафтного плана как необходимое условие устойчивого развития города (на примере Тюмени) // Экология ландшафта и планирование землепользования: тезисы докл. Всерос. конф. (Иркутск, 11-12 сент. 2000 г.). – Новосибирск, 2000. – С. 125-128.

Интернет-документы:

Официальные периодические издания : электронный путеводитель / Рос. нац. б-ка, Центр правовой информации. [СПб.], 20052007. URL:

<http://www.nlr.ru/lawcenter/izd/index.html> (дата обращения: 18.01.2007).

Логинова Л. Г. Сущность результата дополнительного образования детей // Образование: исследовано в мире: междунар. науч. пед. интернет-журн. 21.10.03. URL:

<http://www.oim.ru/reader.asp?nomers=366> (дата обращения: 17.04.07).

<http://www.nlr.ru/index.html> (дата обращения: 20.02.2007)

Рынок тренингов Новосибирска: своя игра [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://nsk.adme.ru/news/2006/07/03/2121.html> (дата обращения: 17.10.08).

Литчфорд Е. У. С Белой Армией по Сибири [Электронный ресурс] // Восточный фронт Армии Генерала А. В. Колчака: сайт. – URL: <http://east-front.narod.ru/memo/latchford.htm> (дата обращения 23.08.2007).

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РЕЦЕНЗИИ

РЕЦЕНЗИЯ

на статью (Фамилии, инициалы авторов, полное название статьи)

Проблема (раздел журнала) Общественное здоровье и здравоохранение. Охрана материнства и детства, Питание и здоровье населения. Гигиена окружающей и производственной среды. Эпидемиология, микробиология, инфекционные и паразитарные заболевания, Социально значимые болезни и состояния, Восстановительная медицина, Медицинская психология, Подготовка кадров.

Класс статьи: 1) Оригинальное научное исследование, Новые технологии, методы диагностики, лечения, профилактики, Фундаментальные исследования, Клинические и экспериментальные исследования Научный обзор. Дискуссия, История медицины, Обмен опытом, Наблюдения из практики, Практические рекомендации, Рецензия, Лекция Краткое сообщение, Юбилей, Информационные сообщения, решения съездов, конференций, пленумов.

Научная новизна: 1) Постановка новой проблемы, обоснование оригинальной теории, концепции, доказательства, закономерности 2) Фактическое подтверждение собственной концепции, теории 3) Подтверждение новой оригинальной заимствованной концепции 4) Решение частной научной задачи 5) Констатация известных фактов

Оценка достоверности представленных результатов

Практическая значимость. Предложены: 1) Новые методы диагностики, лечения, профилактики 2) Новая классификация, алгоритм 3) Новые лекарственные препараты, результаты их апробации 4) Даны частные или слишком общие, неконкретные рекомендации 5) Практических целей не ставится

Формальная характеристика статьи

Стиль изложения – хороший, (не) требует правки, сокращения.

Таблицы – (не) информативны, избыточны.

Рисунки – приемлемы, перегружены информацией, (не) повторяют содержание таблиц.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Статья актуальна, обладает научной и практической новизной, рекомендуется для печати.

Рецензент Фамилия, инициалы

Полные сведения о рецензенте: Фамилия, имя, отчество полностью, ученая степень и звание, должность, сведения об учреждении (название с указанием ведомственной принадлежности), адрес, с почтовым индексом, номер, телефона и факса с кодом города)

Дата

Подпись

Подлинность подписи рецензента подтверждаю:

Секретарь

Печать учреждения

ФИНАНСОВЫЕ УСЛОВИЯ

Статьи, представленные членами Академии (профессорами РАЕ, членами-корреспондентами, действительными членами с указанием номера диплома) публикуются на льготных условиях. Члены РАЕ могут представить на льготных условиях не более одной статьи в номер.

Для членов РАЕ стоимость одной публикации – 350 рублей.

Для других специалистов (не членов РАЕ) стоимость одной публикации – 1250 рублей.

Публикация для аспирантов бесплатно (Единственный автор).

Краткие сообщения публикуются без ограничений количества представленных материалов от автора (300 рублей для членов РАЕ и 400 рублей для других специалистов). Краткие сообщения, как правило, не рецензируются. Материалы кратких сообщений могут быть отклонены редакцией по этическим соображениям, а также в виду явного противоречия здравому смыслу. Краткие сообщения публикуются в течение двух месяцев.

Оплата вносится перечислением на расчетный счет.

Получатель ИНН 5836621480 КПП 583601001 ООО Издательский Дом «Академия Естествознания»	Сч. №	40702810500001022115
	БИК	044552603
Банк получателя ИНН 7744000302 Московский филиал ЗАО «Райффайзенбанк» г. Москва	Сч. №	30101810400000000603

Назначение платежа: Услуги за публикацию (статьи, краткого сообщения, материалов конференции). НДС не облагается.

Публикуемые материалы, сопроводительное письмо, копия платежного документа направляются по адресу:

– г. Москва, 105037, а/я 47, АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ, редакция журнала «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ» (для статей)

или

– по электронной почте: edition@rae.ru. При получении материалов для опубликования по электронной почте в течение семи рабочих дней редакцией высылается подтверждение о получении работы.

☎ (8412) 56–17–69;

(8412) 30–41–08; (8412) 56–43–47

факс (8412) 56–17–69.

✉ stukova@rae.ru; edition@rae.ru

<http://www.rae.ru>;

<http://www.congressinform.ru>

**Библиотеки, научные и информационные организации,
получающие обязательный бесплатный экземпляр печатных изданий**

№	Наименование получателя	Адрес получателя
1.	Российская книжная палата	121019, г. Москва, Кремлевская наб., 1/9
2.	Российская государственная библиотека	101000, г. Москва, ул. Воздвиженка, 3/5
3.	Российская национальная библиотека	191069, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, 18
4.	Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	630200, г. Новосибирск, ул. Восход, 15
5.	Дальневосточная государственная научная библиотека	680000, г. Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 1/72
6.	Библиотека Российской академии наук	199034, г. Санкт-Петербург, Биржевая линия, 1
7.	Парламентская библиотека аппарата Государственной Думы и Федерального собрания	103009, г. Москва, ул. Охотный ряд, 1
8.	Администрация Президента Российской Федерации. Библиотека	103132, г. Москва, Старая пл., 8/5
9.	Библиотека Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова	119899, г. Москва, Воробьевы горы
10.	Государственная публичная научно-техническая библиотека России	103919, г. Москва, ул. Кузнецкий мост, 12
11.	Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы	109189, г. Москва, ул. Николоямская, 1
12.	Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук	117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 51/21
13.	Библиотека по естественным наукам Российской академии наук	119890, г. Москва, ул. Знаменка 11/11
14.	Государственная публичная историческая библиотека Российской Федерации	101000, г. Москва, Центр, Старосадский пер., 9
15.	Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук	125315, г. Москва, ул. Усиевича, 20
16.	Государственная общественно-политическая библиотека	129256, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, 4, корп. 2
17.	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека	107139, г. Москва, Орликов пер., 3, корп. В
18.	Политехнический музей. Центральная политехническая библиотека	101000, г. Москва, Политехнический пр-д, 2, п. 10
19.	Московская медицинская академия имени И.М. Сеченова, Центральная научная медицинская библиотека	117418, г. Москва, Нахимовский пр-кт, 49
20.	ВИНИТИ РАН (отдел комплектования)	125190, г. Москва, ул. Усиевича, 20, комн. 401.

ОБРАЗЕЦ КВИТАНЦИИ

Извещение	Форма № ПД-4 ООО «Издательский дом «Академия Естествознания» (наименование получателя платежа) ИНН 5836621480 КПП 583601001 (ИНН получателя платежа) № <u>40702810500001022115</u> (номер счета получателя платежа) в Московский Филиал ЗАО «Райффайзенбанк» в г.Москва (наименование банка и банковские реквизиты) БИК 044552603 Сч. № 30101810400000000603 Услуги по изданию статьи (наименование платежа) Дата _____ Сумма платежа: _____ руб. 00 _____ коп. Плательщик (подпись) _____
Кассир	
Квитанция	ООО «Издательский дом «Академия Естествознания» (наименование получателя платежа) ИНН 5836621480 КПП 583601001 (ИНН получателя платежа) № <u>40702810500001022115</u> (номер счета получателя платежа) в Московский Филиал ЗАО «Райффайзенбанк» в г.Москва (наименование банка и банковские реквизиты) БИК 044552603 Сч. № 30101810400000000603 Услуги по изданию статьи (наименование платежа) Дата _____ Сумма платежа: _____ руб. _____ коп. Плательщик (подпись) _____
Кассир	