

Электронная версия  
<http://www.rae.ru/snt>  
12 выпусков в год  
Импакт фактор РИНЦ (2011)= 0,170

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	Корячкина 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	Арютов Борис Александрович	Нижний Новгород
д.т.н., профессор	Гоц Александр Николаевич	Владимир
к.ф.-м.н.	Капитонова Тамара Афанасьевна	Якутск

**В журнале представлены материалы**

**Международных научных конференций**

- «Интеграция науки и образования»,  
*Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.*
- «Информационные технологии и компьютерные системы для медицины»,  
*Маврикий, 18-25 февраля 2013 г.*
- «Современные наукоемкие технологии», *Египет, 20-27 февраля 2013 г.*
- «Инновационные технологии»,  
*Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.*
- «Технические науки и современное производство»,  
*Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*
- «Компьютерное моделирование в науке и технике», *Андора, 9-16 марта 2013 г.*
- «Лазеры в науке, технике, медицине», *Андора, 9-16 марта 2013 г.*
- «Инновационные медицинские технологии», *Франция (Париж), 15-22 марта 2013 г.*
- «Новые технологии, инновации, изобретения»,  
*Мальдивские острова, 17-25 марта 2013 г.*
- «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники»,  
*Италия (Рим-Флоренция), 10-17 апреля 2013 г.*
- «Фундаментальные исследования»,  
*Доминиканская республика, 13-22 апреля 2013 г.*

Учредитель – Академия Естествознания  
123557, Москва,  
ул. Пресненский вал, 28  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15597  
ISSN 1812–7320

АДРЕС РЕДАКЦИИ  
440026, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3  
Тел. редакции (8452) 53–41–16  
Факс (8452) 47–76–77  
E-mail: [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

Подписано в печать 09.04.2013

Формат 60x90 1/8  
Типография  
ИД «Академия Естествознания»  
440000, г. Пенза,  
ул. Лермонтова, 3

Технический редактор  
Кулакова Г.А.

Усл. печ. л. 14,5  
Тираж 1000 экз. Заказ СНТ 2013/3  
Подписной индекс 70062

© ИД «Академия Естествознания»

ИД «АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ» 2013

---

## СОДЕРЖАНИЕ

**Технические науки**

ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАМ И РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА <i>Анутов Р.М., Котельников В.Я., Козьявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е.</i>	9
РАСЧЕТ РАМ КОМБИНИРОВАННЫХ МАШИН НА ЭВМ <i>Анутов Р.М., Котельников В.Я., Козьявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е.</i>	11
КОНСТРУКЦИИ СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ <i>Анутов Р.М., Котельников В.Я., Козьявин А.А., Котельников А.В., Тищенко Д.Е.</i>	14
СИСТЕМА «ВОЗДУШНЫЕ ВИНТЫ В ТУННЕЛЕ» ДЛЯ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ <i>Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.</i>	19
К ПОСТРОЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЧЕЛОВЕКОМЕРНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В ТЕРМИНАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЯ <i>Игонин В.И.</i>	25
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТНЫХ ФУНКЦИЙ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТА ЧЕРЕЗ ПОНЯТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЯ <i>Игонин В.И.</i>	29
ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ <i>Игонин В.И.</i>	33
СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ РАБОЧЕГО ЗАЗОРА БЕСКОНТАКТНЫХ ПОДШИПНИКОВ <i>Копытов С.М., Космынин А.В., Ульянов А.В.</i>	40
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАМЕДЛЕННОМУ РАЗРУШЕНИЮ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ <i>Шиховцов А.А., Мишин В.М.</i>	43

**Физико-математические науки**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО СПЕКТРА СТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ИЗ ДАННЫХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ <i>Ильяшева Г.И., Саябаева А.Р.</i>	49
--	----

**Геолого-минералогические науки**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ В СТРУКТУРЕ ПИРРОТИНА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД <i>Онуфриенко В.В.</i>	51
--	----

**Педагогические науки**

ТЕХНОЛОГИЯ ИСТОРИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ <i>Нур Г.К.</i>	58
---	----

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ НАУЧНЫХ КОНФЕРЕНЦИЙ**

**«Интеграция науки и образования»,  
Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.**

**Технические науки**

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПО ПАРАМЕТРАМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ <i>Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С., Космынин А.А., Мавринский А.В.</i>	61
МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ <i>Синюкова М.А., Несмелова И.К., Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.</i>	62

<i>Химические науки</i>	
ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ <i>Орлин Н.А., Гарновесов А.П.</i>	63
<b>«Информационные технологии и компьютерные системы для медицины», Маврикий, 18-25 февраля 2013 г.</b>	
<i>Медицинские науки</i>	
ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ В МЕДИЦИНСКУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ <i>Фролова М.С.</i>	64
<b>«Современные наукоемкие технологии», Египет, 20-27 февраля 2013 г.</b>	
<i>Технические науки</i>	
ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ ВИНТОВЫМ УСТРОЙСТВОМ ПО ПЛОСКОСТИ <i>Артемьев В.Г., Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Гришин О.П.</i>	65
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАЛКИ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ <i>Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С., Космынин А.А., Мавринский А.В.</i>	66
АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П.</i>	67
ПРИМЕНЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР В ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛАХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ <i>Саблина Н.С., Космынин А.В., Щетинин В.С., Чернобай С.П.</i>	68
<b>«Инновационные технологии», Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.</b>	
<i>Технические науки</i>	
ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ <i>Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С., Космынин А.А., Мавринский А.В.</i>	69
<b>«Технические науки и современное производство», Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.</b>	
<i>Технические науки</i>	
ОПТИМИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ (ЭММА) <i>Беззубцева М.М., Волков В.С.</i>	70
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА СТАЛИ НА ПОРОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМЕДЛЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ НАВОДОРОЖИВАНИИ <i>Волоконский М.В., Мишин В.М.</i>	71
ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ ПОРОШКОВОЙ СТАЛИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛАДНОЛОМКОСТИ <i>Сибилёв А.В., Мишин В.М.</i>	72
ИЗУЧЕНИЕ ФЛОКУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА <i>Ульрих Е.В., Ульрих А.Е.</i>	73
РАСЧЕТ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В ЗОНЕ ЗАРОЖДЕНИЯ ТРЕЩИНЫ В ОБРАЗЦАХ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ <i>Шиховцов А.А., Мишин В.М.</i>	73

**«Компьютерное моделирование в науке и технике»,  
Андора, 9-16 марта 2013 г.**

**Технические науки**

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ <i>Потлов А.Ю.</i>	74
УЧЕТ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА ЗЕРНА НА ТЕМПЕРАТУРУ ХЛАДНОЛОМКОСТИ СТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ И ДЕТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ <i>Сибилёв А.В., Мишин В.М.</i>	74
РАЗРАБОТКА ИНТЕРВАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА <i>Фролова Т.А., Туляков Д.С., Фролов С.В.</i>	76
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОРОГОВЫХ НАГРУЗОК АВАРИЙНОЙ ДЕТАЛИ ИЗ МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ПРИ ЕЕ ЗАМЕДЛЕННОМ РАЗРУШЕНИИ <i>Шиховцов А.А., Мишин В.М.</i>	76

**«Лазеры в науке, технике, медицине»,  
Андора, 9-16 марта 2013 г.**

**Медицинские науки**

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТАТУСА ФАГОЦИТИРУЮЩИХ КЛЕТОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ КВАНТОВ СВЕТА, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ЛАЗЕРОМ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ИК-ДИАПАЗОНА (850 НМ) <i>Гизингер О.А., Огнева О.И., Осиков М.В., Матвеев М.О.</i>	77
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ НЕАЛКОГОЛЬНЫХ СТЕАТОГЕПАТИТОВ У БОЛЬНЫХ С ОЖИРЕНИЕМ <i>Солун М.Н., Дихт Н.И., Гузеева Г.В., Морозова Н.Е., Бучарская А.Б.</i>	78
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ОСЛОЖНЕННЫМИ ТРАВМАТИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА <i>Ульянов В.Ю., Бажанов С.П., Выгодчикова Г.Ю.</i>	80

**«Инновационные медицинские технологии»,  
Франция (Париж), 15-22 марта 2013 г.**

**Медицинские науки**

МИЕЛОПЕРОКСИДАЗА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ЛЕЙКОЦИТОВ В ДИНАМИКЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА <i>Васильчева Ж.М., Космачёва Е.Д., Чуприненко Л.М., Славинский А.А.</i>	80
ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ КИСТ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНЫХ ПАЗУХ ПРИ ПОМОЩИ РАДИОВОЛНОВОЙ ХИРУРГИИ <i>Гюсан А.О., Ламкова А.Х.</i>	81
ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У БОЛЬНЫХ ОНМК НА ФОНЕ ЛЕЧЕНИЯ <i>Котляров А.А., Шмырева Н.В., Куренкова Е.А., Николаев С.В., Смирнова Л.Э., Барабанова Л.И.</i>	82
АКТИВНОСТЬ МИЕЛОПЕРОКСИДАЗЫ В НЕЙТРОФИЛАХ КРОВИ ПРИ ПАТОЛОГИИ ПАРОДОНТА В СОЧЕТАНИИ С ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИЕЙ <i>Славинский И.А.</i>	83
ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ АНГИОПАТИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ <i>Солун М.Н., Дихт Н.И., Семенова Ю.В., Кондаурова О.И.</i>	84

К МЕХАНИЗМУ ОПТИКОМАГНИТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО  
ВЛИЯНИЯ ЦИТОСТАТИКОВ

*Шихлярова А.И., Кечеджиева С.М., Барсукова Л.П.,  
Марьяновская Г.Я., Коробейникова Е.П.*

86

**Педагогические науки**

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-СУБЪЕКТНОЙ ПОЗИЦИИ  
СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

*Бондаренко Е.В.*

86

**«Новые технологии, инновации, изобретения»,  
Мальдивские острова, 17-25 марта 2013 г.**

**Биологические науки**

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАКТИТОЛА В БИОТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

*Артюхова С.И., Гаврилова Ю.А.*

87

**Технические науки**

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОДИТЕЛЕЙ

*Саитов В.Е.*

88

КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ  
ЭНЕРГИИ И СКОРОСТИ ПУЛИ В КРИМИНАЛИСТИКЕ

*Силаев И.В., Радченко Т.И., Донсков А.К.*

89

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОЛИМЕРОВ НА УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

*Ульрих Е.В.*

90

**«Приоритетные направления развития науки, технологий и техники»,  
Италия (Рим-Флоренция), 10-17 апреля 2013 г.**

**Биологические науки**

ВЛИЯНИЕ КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ КРЫС  
ПРИ ХЛОРИДБАРИЕВОЙ ТАХИАРИТМИИ

*Ивашев М.Н., Чуклин Р.Е., Масликова Г.В.*

91

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ГЕПАРИНОВ

*Сергиенко А.В., Ивашев М.Н.*

92

**Ветеринарные науки**

СОСУДИСТЫЙ КОНТРОЛЬ НАД ТРОМБОЦИТАРНОЙ АГРЕГАЦИЕЙ  
У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ С ДЕФИЦИТОМ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАВШИХ  
ФЕРРОГЛЮКИН

*Глаголева Т.И., Завалишина С.Ю., Медведев И.Н.*

93

**Медицинские науки**

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ  
ПРИ ГРЫЖЕ МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ

*Арльт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.*

93

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ГЛЮКОКОРТИКОИДОВ

*Арльт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.*

94

РОЛЕВЫЕ ПЕРЕГРУЗКИ ВРАЧА КАК «САЙД-ЭФФЕКТ» ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

*Доника А.Д., Леонова В.А.*

95

КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ТРОСПИЯ ХЛОРИДА

*Меньков С.В., Ивашев М.Н.*

96

**Психологические науки**

ТРЕВОЖНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ ДЕТСКО-РОДИТЕЛЬСКИХ ОТНОШЕНИЙ  
НА РАННЕМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА

*Семакова Е.В.*

97

**Технические науки**

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ <i>Волоконский М.В., Мишин В.М.</i>	98
УЧЕТ СМЕЩЕНИЙ В ПРИКРЕПЛЕНИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ НАДСТРОЕК И СТЫКАХ ПЛАШКОУТОВ ПЛАВУЧИХ ОПОР <i>Должиков В.Н., Должикова Е.Н.</i>	99
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРОГОВОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В НАНООБЛАСТИ ЗАМЕДЛЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ СТАЛИ <i>Шиховцов А.А., Мишин В.М.</i>	100
<b>Фармацевтические науки</b>	
КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ НЕУСТАНОВЛЕННОМ ИНСУЛЬТЕ МОЗГА <i>Арльт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.</i>	101
<b>Физико-математические науки</b>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Гончар Л.И.</i>	102
РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ С МАЛЫМ ПАРАМЕТРОМ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МОДЕЛИ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ <i>Кутыкожаева Ш.Н., Евниев Б.Е., Бектелеуова А.А.</i>	103
<hr/>	
<b>«Фундаментальные исследования», Доминиканская республика, 13-22 апреля 2013 г.</b>	
<b>Медицинские науки</b>	
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МИОКАРДА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ОСТРОМ ДЕСТРУКТИВНОМ ПАНКРЕАТИТЕ <i>Андреева С.Д.</i>	104
<b>Технические науки</b>	
ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН СТАЛИ, ОСЛАБЛЕННЫХ ФОСФОРОМ И ОСТАТОЧНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ <i>Волоконский М.В., Мишин В.М.</i>	104
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СВЯЗИ ХЛАДНОЛОМКОСТИ СТАЛИ СО СТРУКТУРНЫМИ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ <i>Сибилёв А.В., Мишин В.М.</i>	105
<hr/>	
ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	106
ИНФОРМАЦИЯ ОБ АКАДЕМИИ	115

## CONTENTS

### **Technical sciences**

DYNAMIC RESEARCH OF CHASSES AND WORKING TOOLS OF CULTIVATOR <i>Anutov R.M., Kotelnikov V.Y., Kozyavin A.A., Kotelnikov A.V., Tishchenko D.E.</i>	9
COMPUTER CALCULATION OF COMBINED MACHINES' CHASSIS <i>Anutov R.M., Kotelnikov V.Y., Kozyavin A.A., Kotelnikov A.V., Tishchenko D.E.</i>	11
SEPARATE WORKING TOOLS CONSTRUCTIONS <i>Anutov R.M., Kotelnikov V.Y., Kozyavin A.A., Kotelnikov A.V., Tishchenko D.E.</i>	14
SYSTEM «OF PROPELLERS IN TUNNELS» FOR UNMANNED AIRCRAFT <i>Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.</i>	19
TO BUILD THE MATHEMATICAL A CONTROLLED PERSON MODEL OF TECHNICAL OBJECT IN TERMS OF THE ENERGY SPACE OF THE STATE <i>Igonin V.I.</i>	25
TECHNIQUE OF DEFINITION OF COORDINATE FUNCTIONS OF ENERGY SAVING POTENTIAL FOR THE OBJECT THROUGH THE NOTIONS OF ENERGY SPACE STATUS <i>Igonin V.I.</i>	29
INTEGRATED ENERGY INDICATORS AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF SIMULATION AND RECONSTRUCTION OF THE ENTERPRISES OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY <i>Igonin V.I., Stawskih V.M.</i>	33
METHOD OF MEASUREMENT OF THE CLEARANCE NONCONTACT BEARINGS <i>Kopytov S.M., Kosmynin A.V., Ulyanov A.V.</i>	40
METHOD OF DEFINITION OF RESISTANCE TO THE DELAYED FRACTURE OF STEEL DETAILS WITH CONCENTRATORS OF PRESSURE <i>Shikhovtsov A.A., Mishin V.M.</i>	43

### **Physical and mathematical sciences**

DETERMINATION OF THE DISCRETE SPECTRUM OF THE STATIONARY PROBLEM OF THE DATA NON-STATIONARY PROBLEMS <i>Ilyasheva G.I., Sayabaeva A.R.</i>	49
--	----

### **Geological-mineralogical sciences**

COMPARATIVE ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF IMPURITY ATOMS IN STRUCTURE PYRRHOTITE GOLD ORE CONTAINING <i>Onufrienok V.V.</i>	51
---	----

### **Pedagogical sciences**

MATHEMATICAL EDUCATION HISTORIZATION TECHNOLOGY <i>Nur G.K.</i>	58
--	----

УДК 631.316.6 +631.319.2

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАМ И РАБОЧИХ ОРГАНОВ КУЛЬТИВАТОРА

<sup>1</sup>Анутов Р.М., <sup>2</sup>Котельников В.Я., <sup>3</sup>Козявин А.А., <sup>2</sup>Котельников А.В., <sup>1</sup>Тищенко Д.Е.

<sup>1</sup>Грязинский культиваторный завод, Грязи;

<sup>2</sup>Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;

<sup>3</sup>ККГСХА, Курск

Даны исследования динамико-технологических параметров сепарирующих рабочих органов культиватора. Агрегат во время работы подвергается действию внешних сил. Все силы, за исключением собственного веса, не являются постоянными, а изменяются, принимая различные значения, в зависимости от положения культиватора и физико-механических свойств почвы.

**Ключевые слова:** культиваторы, динамическое нагружение конструкций, силовой расчет

## DYNAMIC RESEARCH OF CHASSES AND WORKING TOOLS OF CULTIVATOR

<sup>1</sup>Anutov R.M., <sup>2</sup>Kotelnikov V.Y., <sup>3</sup>Kozyavin A.A., <sup>2</sup>Kotelnikov A.V., <sup>1</sup>Tishchenko D.E.

<sup>1</sup>Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;

<sup>2</sup>Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;

<sup>3</sup>KKGSKHA, Kursk

In the article the research of dynamic-technological parameters of separate working tools of cultivator is given. The unit during operation is subjected to external forces. All of force except its own weight, are not constant, but change, taking different values, depending on the position of the cultivator and the physical and mechanical properties of the soil.

**Keywords:** cultivators, dynamic structural loading

Агрегат во время работы подвергается действию внешних сил. Так, на прицепной агрегат действуют силы: тяги  $P$ ; сопротивления почвы рабочим органам  $R_r$ ; сопротивления перекачиванию  $R_n$ ; реакций почвы, действующих на колеса и в точке прицепа  $N_1, N_2, N_3$ , а также собственного веса культиватора  $G$ . На навесной агрегат оказывают действие силы, передающиеся через тяги гидроподъемника  $P_1, P_2$  и  $P_3$ , силы сопротивления почвы рабочим органам  $R_r$ , реакции опорным каткам  $N_1, N_2, N_i$  и собственный вес агрегата  $G$ .

Кроме этих сил, агрегат нагружается боковыми силами. Силы инерции возникают при изменении направления движения агрегата или действуют на уклонах от составляющей силы веса машины. Рама также нагружается в процессе автоматического подъема рабочих органов гидроцилиндрами.

Все силы, за исключением собственного веса, не являются постоянными, а изменяются, принимая различные значения, в зависимости от положения культиватора и физико-механических свойств почвы.

Наибольшее значения действующие на раму агрегата силы достигают в момент полного заглубления рабочих органов в почву. Это значение действующих сил и следует принять за исходное при расчетах.

Сила сопротивления рабочим органам будет равна

$$R = ir,$$

где  $I$  – количество рабочих органов;  $r$  – сопротивление почвы одному рабочему органу.

Величина  $r$  зависит от типа и размера рабочего органа, а также от физико-механических свойств почвы. Силу сопротивления почвы рабочим органам находим из уравнения:

$$R = pB_k - R_n,$$

где  $p$  – удельное сопротивление почвы рабочему органу;  $B_k$  – ширина захвата агрегата;  $R_n$  – сопротивление перекачиванию.

Величина силы сопротивления перекачиванию определяется из выражения:

$$R_n = fG,$$

где  $f$  – коэффициент перекачивания;  $G$  – собственный вес агрегата.

Коэффициент перекачивания обычно составляет  $f = 0,25 \dots 0,3$ .

Удельное сопротивление почвы рабочим органам в зависимости от глубины обработки почвы приведено в справочнике.

Величина сил  $N_1/N_2$  достигает максимального значения в момент начала выглубления рабочих органов. При расчете комбинированного агрегата принимают, что  $N_1 = N_2$ .

Тогда

$$N_1 = N_2 = \frac{G + G_n + R'}{2},$$

где  $G$  – вес агрегата;  $G_n$  – вес почвы, поднимаемой вместе с рабочими органами в момент начала их подъема;  $R'$  – сопротив-

ление почвы разрушению в начальный момент выглубления рабочих органов.

Вес почвы равен

$$G_n = iF_p h g_p,$$

где  $i$  – количество рабочих органов;  $F_p$  – площадь проекции лапы культиватора на горизонтальную плоскость;  $h$  – глубина культивации;  $g_p$  – удельный вес почвы ( $g_p = 0,0024 + 0,0028 \text{ кг/см}^3$ ).

Сопротивление почвы при выглублении лап может быть найдено из выражения:

$$R_1 = s_{\text{сд}} F_{\text{сд}},$$

где  $s_{\text{сд}}$  – напряжение сдвига почвы ( $s_{\text{сд}} = 95 + 125 \text{ г/см}^2$ );  $F_{\text{сд}}$  – площадь сдвига.

Причем

$$F_{\text{сд}} = \frac{b}{\sin \gamma} h,$$

где  $b$  – ширина захвата лапы;  $g$  – половина угла раствора лапы;  $h$  – глубина хода лапы в почве. Значение  $h$  принимается максимальным.

Общее сопротивление почвы при выглублении лап равно

$$R^2 = iR'_1 = i s_{\text{сд}} F_{\text{сд}}.$$

Значение силы  $N_3$  принимается равным 15–20 кг, которое достигается расположением рабочих органов. Определив величину действующих сил, приступают к расчету деталей агрегата на прочность.

Элементарные силы сопротивления почвы, действующие во время обработки почвы на рабочие органы, сводятся к результирующей силе и паре. Эту пространственную силовую характеристику рабочих органов можно заменить тремя эквивалентными составляющими суммарного сопротивления почвы  $R_x$ ,  $R_y$  и  $R_z$ , действующими во взаимно-перпендикулярных плоскостях и не проходящими через одну точку.

Продольная горизонтальная сила  $R_x$  равна

$$R_x = Kab,$$

где  $K$  – удельное сопротивление почвы,  $\text{кг/см}^2$ ;  $a$  и  $b$  – размеры пласта.

Сила  $R_x$  проходит через центр давления каждого рабочего органа.

При обработке почвы тяговое сопротивление затупленных рабочих органов возрастает и может увеличиться на 5–20%. Силы сопротивления почвы, действующие на основные рабочие органы, передаются через стойки на раму плуга в виде изгибающих и крутящих моментов, продольных и поперечных сил. Момент в вертикальной плоскости от продольной составляющей силы  $R_x$  в общем случае равен

$$M_y = R_x H,$$

где  $H$  – плечо этой силы относительно поперечной оси, совпадающей с плоскостью рамы. Поэтому несущие конструкции рассчитывают на более высокие внешние эксплуатационные нагрузки.

УДК 631.316.6 +631.319.2

## РАСЧЕТ РАМ КОМБИНИРОВАННЫХ МАШИН НА ЭВМ

<sup>1</sup>Анатов Р.М., <sup>2</sup>Котельников В.Я., <sup>3</sup>Козявин А.А., <sup>2</sup>Котельников А.В., <sup>1</sup>Тищенко Д.Е.

<sup>1</sup>Грязинский культиваторный завод, Грязи;

<sup>2</sup>Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;

<sup>3</sup>ККГСХА, Курск

Дан методический синтез рамы и рабочих органов культиватора. Расчет рамы выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. В основу расчета положен метод конечных элементов, с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы.

**Ключевые слова:** культиваторы, методика и синтез конструирования

## COMPUTER CALCULATION OF COMBINED MACHINES' CHASSIS

<sup>1</sup>Anutov R.M., <sup>2</sup>Kotelnikov V.Y., <sup>3</sup>Kozyavin A.A., <sup>2</sup>Kotelnikov A.V., <sup>1</sup>Tishchenko D.E.

<sup>1</sup>Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;

<sup>2</sup>Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;

<sup>3</sup>KKGSKHA, Kursk

The article is about chassis' synthesis and working tools of cultivator. The calculation was performed with a frame design and computing complex SCAD. The calculation based on the method of finite elements, using as the main unknown displacement and rotation components design scheme.

**Keywords:** cultivators, method and synthesis of design

Расчет рамы нами выполнен с помощью проектно-вычислительного комплекса SCAD. Комплекс реализует конечно-элементное моделирование статических и динамических расчетных схем, проверку устойчивости, выбор невыгодных сочетаний усилий, подбор арматуры железобетонных конструкций, проверку несущей способности стальных конструкций. В представленной ниже пояснительной записке описаны лишь фактически использованные при расчетах названного объекта возможности комплекса SCAD.

В основу расчета положен метод конечных элементов, с использованием в качестве основных неизвестных перемещений и поворотов узлов расчетной схемы. В связи с этим, идеализация конструкции выполнена в форме, приспособленной к использованию этого метода, а именно: система представлена в виде набора тел стандартного типа (стержней, пластин, оболочек и т.д.), называемых конечными элементами и присоединенных к узлам.

Тип конечного элемента определяется его геометрической формой, правилами, определяющими зависимость между перемещениями узлов конечного элемента и узлов системы, физическим законом, определяющим зависимость между внутренними усилиями и внутренними перемещениями, и набором параметров (жесткостей), входящих в описание этого закона и др.

Узел в расчетной схеме метода перемещений представляется в виде абсолютно жесткого тела, бесконечно малых размеров. Положение узла в пространстве при дефор-

мациях системы определяется координатами центра и углами поворота трех осей, жестко связанных с узлом. Узел представлен как объект, обладающий шестью степенями свободы – тремя линейными смещениями и тремя углами поворота.

Все узлы и элементы расчетной схемы нумеруются. Номера, присвоенные им, следует трактовать только как имена, которые позволяют делать необходимые ссылки.

Основная система метода перемещений выбирается путем наложения в каждом узле всех связей, запрещающих любые узловые перемещения. Условия равенства нулю усилий в этих связях представляют собой разрешающие уравнения равновесия, а смещения указанных связей – основные неизвестные метода перемещений.

В общем случае в пространственных конструкциях в узле могут присутствовать все шесть перемещений:

- 1 – линейное перемещение вдоль оси  $X$ ;
- 2 – линейное перемещение вдоль оси  $Y$ ;
- 3 – линейное перемещение вдоль оси  $Z$ ;
- 4 – угол поворота с вектором вдоль оси  $X$  (поворот вокруг оси  $X$ );
- 5 – угол поворота с вектором вдоль оси  $Y$  (поворот вокруг оси  $Y$ );
- 6 – угол поворота с вектором вдоль оси  $Z$  (поворот вокруг оси  $Z$ ).

Нумерация перемещений в узле (степеней свободы), представленная выше, используется далее всюду без специальных оговорок, а также используются соответственно обозначения  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $UX$ ,  $UY$  и  $UZ$  для обозначения величин соответствующих линейных перемещений и углов поворота.

В соответствии с идеологией метода конечных элементов, истинная форма поля перемещений внутри элемента (за исключением элементов стержневого типа) приближенно представлена различными упрощенными зависимостями. При этом погрешность в определении напряжений и деформаций имеет порядок  $(h/L)^k$ , где  $h$  – максимальный шаг сетки;  $L$  – характерный размер области. Скорость уменьшения ошибки приближенного результата (скорость сходимости) определяется показателем степени  $k$ , который имеет разное значение для перемещений и различных компонент внутренних усилий (напряжений).

### Расчетная схема

Системы координат. Для задания данных о расчетной схеме могут быть использованы различные системы координат, которые в дальнейшем преобразуются в декартовы. В дальнейшем для описания расчетной схемы используются следующие декартовы системы координат:

- глобальная правосторонняя система координат  $XYZ$ , связанная с расчетной схемой;
- локальные правосторонние системы координат, связанные с каждым конечным элементом.

Тип схемы. Расчетная схема определена как система с признаком 5. Это означает, что рассматривается система общего вида, деформации которой и ее основные неизвестные представлены линейными перемещениями узловых точек вдоль осей  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  и поворотами вокруг этих осей.

### Количественные характеристики расчетной схемы

Расчетная схема характеризуется следующими параметрами:

- Количество узлов – 76.
- Количество конечных элементов – 86.
- Общее количество неизвестных перемещений и поворотов – 456.
- Количество загрузок – 1.
- Количество комбинаций загрузок – 14.

Выбранный режим кинето-статического расчета. Статический расчет системы выполнен в линейной постановке.

Набор исходных данных. Детальное описание расчетной схемы содержится в документе «Исходные данные», где в табличной форме представлены сведения о расчетной схеме, содержащие координаты всех узлов, характеристики всех конечных элементов, условия примыкания конечных элементов к узлам и др.

Граничные условия. Возможные перемещения узлов конечно-элементной расчет-

ной схемы ограничены внешними связями, запрещающими некоторые из этих перемещений. Наличие таких связей помечено в таблице «Координаты и связи» описания исходных данных символом #.

Условия примыкания элементов к узлам. Точки примыкания конечного элемента к узлам (концевые сечения элементов) имеют одинаковые перемещения с указанными узлами.

Исключение составляют стержневые элементы, для которых предусмотрено наличие шарниров и/или ползунов, разрешающих угловые и/или линейные перемещения узлов и концевых сечений элементов относительно узлов расчетной схемы. Описание шарниров и ползунов приведено в таблице «Условия примыкания».

Характеристики использованных типов конечных элементов

В расчетную схему включены конечные элементы следующих типов. Стержневые конечные элементы, для которых предусмотрена работа по обычным правилам сопротивления материалов. Описание их напряженного состояния связано с местной системой координат, у которой ось  $X1$  ориентирована вдоль стержня, а оси  $Y1$  и  $Z1$  – вдоль главных осей инерции поперечного сечения.

Некоторые стержни присоединены к узлам через абсолютно жесткие вставки, с помощью которых учитываются эксцентриситеты узловых примыканий. Тогда ось  $X1$  ориентирована вдоль упругой части стержня, а оси  $Y1$  и  $Z1$  – вдоль главных осей инерции поперечного сечения упругой части стержня.

К стержневым конечным элементам рассматриваемой расчетной схемы относятся следующие типы элементов: элемент типа 5, который работает по пространственной схеме и воспринимает продольную силу  $N$ , изгибающие моменты  $M_y$  и  $M_z$ , поперечные силы  $Q_z$  и  $Q_y$ , а также крутящий момент  $M_k$ .

### Результаты расчета

В настоящем отчете результаты расчета представлены выборочно. Вся полученная в результате расчета информация хранится в электронном виде.

Перемещения. Вычисленные значения линейных перемещений и поворотов узлов от загрузок представлены в таблице результатов расчета «Перемещения узлов».

Правило знаков для перемещений принято таким, что линейные перемещения положительны, если они направлены в сторону возрастания соответствующей координаты, а углы поворота положительны, если

они соответствуют правилу правого винта (при взгляде от конца соответствующей оси к ее началу движение происходит против часовой стрелки).

**Усилия и напряжения.** Вычисленные значения усилий и напряжений в элементах от нагружений представлены в таблице результатов расчета «Усилия/напряжения элементов».

Для стержневых элементов усилия по умолчанию выводятся в концевых сечениях упругой части (начальном и конечном) и в центре упругой части, а при наличии запроса пользователя и в промежуточных сечениях по длине упругой части стержня. Для пластинчатых, объемных, осесимметричных и оболочечных элементов напряжения выводятся в центре тяжести элемента и при наличии запроса пользователя в узлах элемента.

Правило знаков для усилий (напряжений). Правила знаков для усилий (напряжений) приняты следующими:

1) для стержневых элементов возможно наличие следующих усилий:

- $N$  – продольная сила;
- $M_{KP}$  – крутящий момент;

$M_Y$  – изгибающий момент с вектором вдоль оси  $Y1$ ;

$Q_Z$  – перерезывающая сила в направлении оси  $Z1$ , соответствующая моменту  $M_Y$ ;

$M_Z$  – изгибающий момент относительно оси  $Z1$ ;

$Q_Y$  – перерезывающая сила в направлении оси  $Y1$ , соответствующая моменту  $M_Z$ ;

$R_Z$  – отпор упругого основания;

2) положительные направления усилий в стержнях приняты следующими:

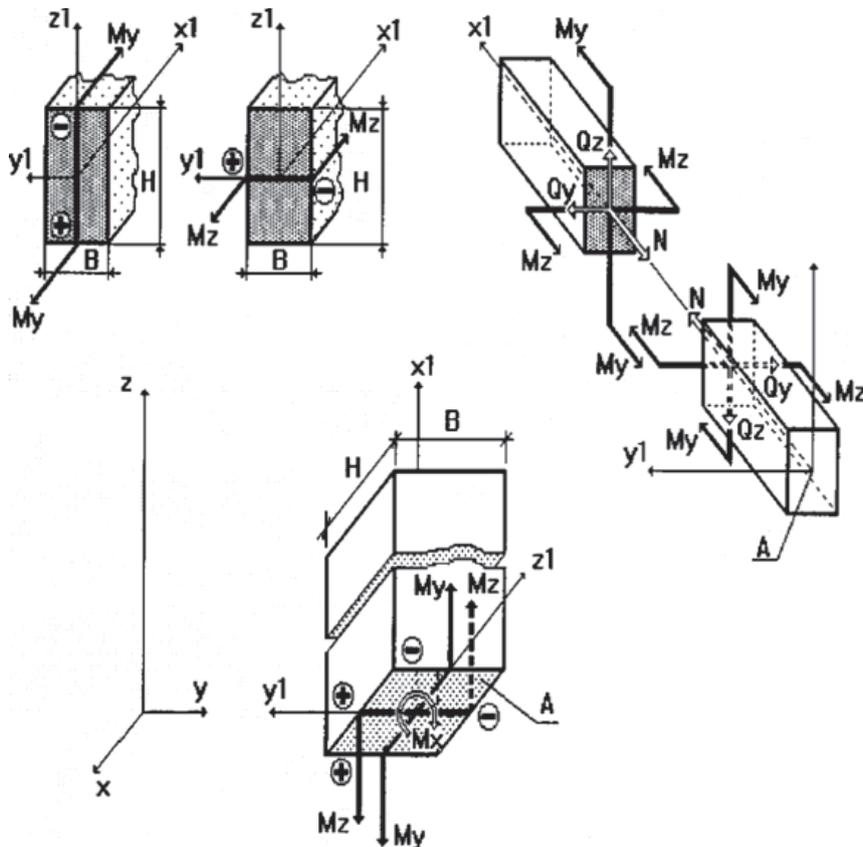
– для перерезывающих сил  $Q_Z$  и  $Q_Y$  – по направлениям соответствующих осей  $Z1$  и  $Y1$ ;

– для моментов  $M_X$ ,  $M_Y$ ,  $M_Z$  – против часовой стрелки, если смотреть с конца соответствующей оси  $X1$ ,  $Y1$ ,  $Z1$ ;

– положительная продольная сила  $N$  всегда растягивает стержень.

На рисунке показаны положительные направления внутренних усилий и моментов в сечении горизонтальных и наклонных (а), а также вертикальных (б) стержней.

Знаком «+» помечены растянутые, а знаком «-» – сжатые волокна поперечного сечения от воздействия положительных моментов  $M_y$  и  $M_z$ .



Суммарные значения приложенных нагрузок по нагружениям.

В протоколе решения задачи и эпорах для каждого из нагружений даны значения суммарной узловой нагрузки, действующей на систему.

УДК 631.316.6+631.319.2

**КОНСТРУКЦИИ СЕПАРИРУЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ****<sup>1</sup>Анutow Р.М., <sup>2</sup>Котельников В.Я., <sup>3</sup>Козьявин А.А., <sup>2</sup>Котельников А.В., <sup>1</sup>Тищенко Д.Е.**<sup>1</sup>*Грязинский культиваторный завод, Грязи;*<sup>2</sup>*Юго-Западный госуниверситет, Курск, e-mail: rotor9090@mail.ru;*<sup>3</sup>*ККГСХА, Курск*

Дано описание конструкций сепарирующих рабочих органов. Динамика машин и рабочих органов существенно влияет на качественные показатели технологии обработки почвы и посева основных культур. Важное значение для износостойкости машин имеет термообработка и упрочнение рабочих поверхностей. Применяемая электролизная полировка гарантирует высокое качество отделки, сводит до минимума снятие металла позволяет избежать вредного перегрева, свойственного механической полировке и обеспечивает большой срок службы машин.

**Ключевые слова:** культиваторы, сепарирующие рабочие органы**SEPARATE WORKING TOOLS CONSTRUCTIONS****<sup>1</sup>Anutow R.M., <sup>2</sup>Kotelnikov V.Y., <sup>3</sup>Kozyavin A.A., <sup>2</sup>Kotelnikov A.V., <sup>1</sup>Tishchenko D.E.**<sup>1</sup>*Gryazinsky cultivator plant, Gryazi;*<sup>2</sup>*Southwestern State University, Kursk, e-mail: rotor9090@mail.ru;*<sup>3</sup>*KKGSKHA, Kursk*

The article is about separate working tools. Dynamics of machines and working bodies affects the quality indicators of tillage and planting of major crops. Important for the durability of the machines has a hardening heat treatment and working surfaces. Used electrolytic polishing guarantees high quality finish, minimizes the removal of metal to avoid damaging overheating inherent mechanical polishing and provides a long service life.

**Keywords:** cultivators, separate working tools

Динамика машин и рабочих органов существенно влияет на качественные показатели технологии обработки почвы и посева основных культур. Важное значение для износостойкости машин имеет термообработка и упрочнение рабочих поверхностей. Применяемая электролизная полировка гарантирует высокое качество отделки, сводит до минимума снятие металла позволяет избежать вредного перегрева, свойственного механической полировке и обеспечивает большой срок службы машин. При применении «Конита» обеспечивается твердость по всему контуру, в то время как применение «Триплекса» фланги рабочих поверхностей не защищены.

Фирма «Кюн» и «Грегуар Бессон» применяет диски увеличенного диаметра 660–710 мм, а также ротационные рабочие органы с принудительным приводом от ВОМ с диаметром ротора 680–740 мм. Для сохранения влаги и стерни при возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых условиях разработаны и выпускаются новые противозерозионные машины. В последние годы в ряде зон США и Канады и некоторых европейских стран для уменьшения эрозии и сохранения влаги стремятся максимально сократить интенсивность обработки почвы. Большое внимание уделяется уменьшению общего количества операций по сравнению с традиционными технологиями. Фирма «Жан де Брю» выпускает каток – культиватор

шириной захвата 12 м. Ширина этого самоходного катка в транспортном положении, после складывания с помощью гидравлики, не превышает 2,5 м. Фирма «Агрисельф» выпускает культиваторы «Raz-Mott» специальные приспособления для выравнивания и легкого уплотнения почвы перед трактором. Нож нивелировщика не заглубляется благодаря пружинным амортизаторам и опрокидывается перед препятствием. Стальной валок диаметром 50 см, наполняемый водой, дополняет работу ножа нивелировщика комбинированный машины. Фирма «Эликат» выпускает комбинированные машины марок «Актитзол» для широкорядных посевов кукурузы, сои, подсолнечника. Они снабжены дисками с большими выемками расположенные под углом к линии тяги. Французская фирма «Релижю» выпускает комбинированную машину для предпосевной обработки почвы оборудованную сзади навесной системой для агрегатирования с сеялкой. Система полунавесного культиватора «Komdog» позволяет за один проход проводить обработку почвы и посев. Для предпосевной обработки почвы «Хэвард» выпускает комбинированный агрегат «Роталабур» с пятью сменными роторами с вертикальной осью вращения, обеспечивающими обработку различных легких, средних и тяжелых почв. Широкозахватная борона (8 м) с ротационными рабочими органами этой же фирмы пользуется широким

спросом у фермеров. Заметно расширился выпуск комбинированных машин позволяющих проводить весь комплекс работ предпосевной подготовки почвы. Для этого фирма «Рау» выпускает многочисленный набор машин различного назначения.

#### **Оценка гербицидных технологий в свекловодстве и их недостатки**

По данным В.В. Гамуева и В.В. Матвейчука (ВНИИСС) применение гербицидов требует высокой культуры земледелия. При этом технология выращивания свеклы с применением гербицидов зависит от целого ряда факторов, таких как:

- ▶ кадрового обеспечения;
- ▶ уровня профессиональной подготовки исполнителей и технологов;
- ▶ технического оснащения, прежде всего аппликационной техникой;
- ▶ опыта работы агронома и механизаторов с гербицидами;
- ▶ уровня организации работ;
- ▶ погодных условий;
- ▶ ботанический состав сорняков и степень засоренности полей.

Следует отметить, что на уничтожение широкого спектра разнообразных сорных растений отводится ограниченный промежуток времени. Это требует высокой технической оснащенности и продуманного выбора способа и наиболее приемлемой технологии защиты растений от сорняков. В практике используются два гербицидных способа защиты свеклы от сорной растительности: послевсходовый, с применением комплекса гербицидов различного спектра действия в период вегетации культуры, и комбинированный, который включает использование почвенных препаратов. Каждый из подходов имеет свои недостатки преимущества и нишу применения в зависимости от условий произрастания культуры. В большинстве стран западной Европы с высокой культурой земледелия применяют послевсходовую систему защиты посевов свеклы, что вполне объяснимо. В Германии запас семян сорных растений в пахотном слое находится в пределах 100 млн/га, а на отдельных полях не превышает 10 млн/га. При такой невысокой засоренности защита сахарной свеклы производится с помощью послевсходовых гербицидов. Однако нередки случаи, когда сахарная свекла размещается на плохо подготовленных слабо окультуренных полях с высокой засоренностью. В этом случае применение послевсходовых гербицидов недостаточно, и для снижения засоренности необходима и экономически оправдана обработка почвенными гербицидами. Вызывает озабоченность и то об-

стоятельство, что в последние годы просматривается четко выраженная тенденция увеличения засоренности полей малолетними и особенно многолетними сорняками. В пахотном слое почвы свеклосеющих регионов России накоплено около 3 млрд. шт./га зачатков сорных растений и это далеко не самый высокий показатель. Наряду с увеличением количества сорных растений, серьезные изменения происходят и в структуре ботанического состава засоренности полей. Появляются новые, устойчивые к гербицидному действию используемых препаратов виды сорняков. Не в лучшую сторону изменяется чувствительность не только проблемных, но и достаточно восприимчивых сорных растений. В частности, ранее эталонная по чувствительности к гербицидам бетанального ряда марь белая иногда создает проблему, проявляя устойчивость к малым дозам препаратов в наиболее уязвимую фазу развития (семядоли два листа). Поэтому необходим и ведется поиск усиления гербицидного действия препаратов бетанальной группы посредством увеличения компонентности, содержания действующих веществ и других способов, так как без этих гербицидов система послевсходовой защиты свеклы затруднена. В условиях засоренности следует применять комбинированный способ борьбы с сорняками с использованием почвенного препарата Дуал Голд, 96% КЭ С-металохлора. Он применяется как до посева – под культивацию, так и до всходов культуры.

Его применение обеспечивает гибель 67,5–71,2% проростков щирицы, 48,2–53,6% подмаренника цепкого и 38,2–41,3% мари белой. Применение препарата Дуал Голд позволяет уничтожить более 91,2% злаковых сорняков и 53,2–58,7% двудольных. Гибель широколистных сорных растений составляет 43,4–48%. Таким образом общее снижение засоренности посевов свеклы в 2–2,2 раза не обеспечивает полного уничтожения сорняков.

#### **Классификация машин и рабочих органов для сепарации почвы и сорняков**

Технология сепарации почвы и сорняков выполняется различными по конструкции и назначению машинами и рабочими органами. Отдельные ее направления сформулированы в работах Г.М. Рудакова, М.Р. Алшинбаева, П.У. Бахтина, А.И. Бараева, А.Х. Хаджиева, М.С. Хоменко, С.С. Сдобникова и других ученых в нашей стране и за рубежом.

Сепарирующей способностью обладают почвообрабатывающее орудие Д.З. Ста-

родинского. Его конструкцию составляет нож с решеткой, над которой установлена фреза. Нож подрезает пласт и направляет его на решетку. Мелкие частицы просеива-

ются между прутьями, а крупные фракции и сорняки разрушаются фрезой и образуют верхний сепарированный слой из более крупных фракций и органических остатков.

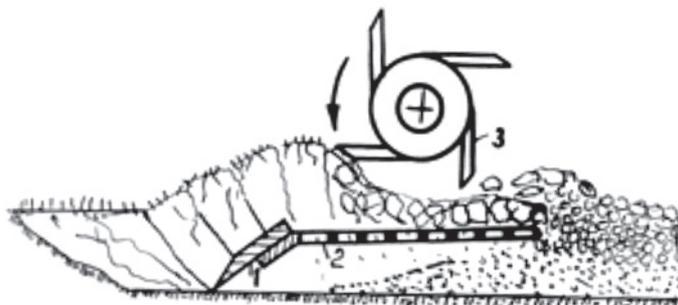


Рис. 1. Схема почвообрабатывающего орудия Д.З. Стародинского для сепарации почвы и сорняков:  
1 – лемех; 2 – решетка; 3 – фреза

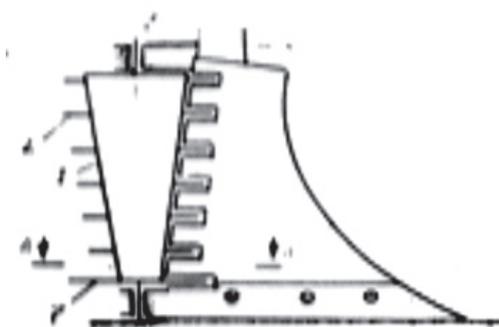


Рис. 2. Корпус плуга Х.С. Гайнанова, Х.С. Зарипова с сепарирующим ротором:  
1 – ротор; 2 – пальцы ротора; 3 – вырезной корпус; 4 – режущая часть отвала;  
5 – лемех; 6 – упорный подшипник; 7 – диск; 8 – отверстия для сепарации почвы

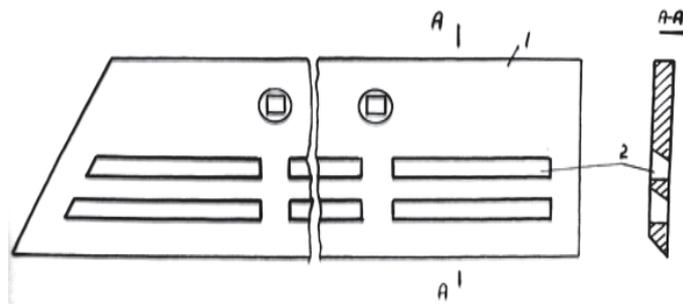


Рис. 3. Почвообрабатывающий рабочий орган Н.П. Заватскоо, И.Г. Шульгина (ОКБ ЦелинНИИМЭСХ)

Плуг конструкции Х.С. Гайнанова снабжен вертвальным валом с сепарирующей решеткой совмещенные с отвальной поверхностью (рис. 2). Лемех подрезает пласт, ротор дробит комья, отбрасывает их с укладкой мелких частиц на дно борозды, а крупные фракции составляют верхний слой.

Известна конструкция отвального плуга Н.П. Заватского с вырезными отверстиями

в лемехе для сепарации почвенных фракций (рис. 3).

В дагестанском сельхозинституте разработан Н.Г. Березкиным безотвальный плуг снабженный ротационным дробителем, установленным на горизонтальном валу (рис. 4).

Технологический процесс этого плуга предусматривает подрезание почвы, дробление глыб и сепарацию рыхлых частиц по всей глубине обрабатываемого пласта.

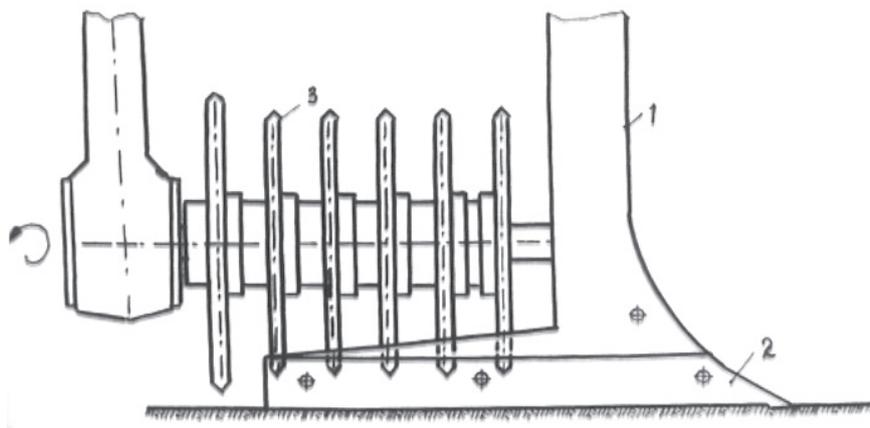


Рис. 4. Плуг с активным ротором Н.Г. Березкина:  
1 – стойка; 2 – лемех; 3 – ротор

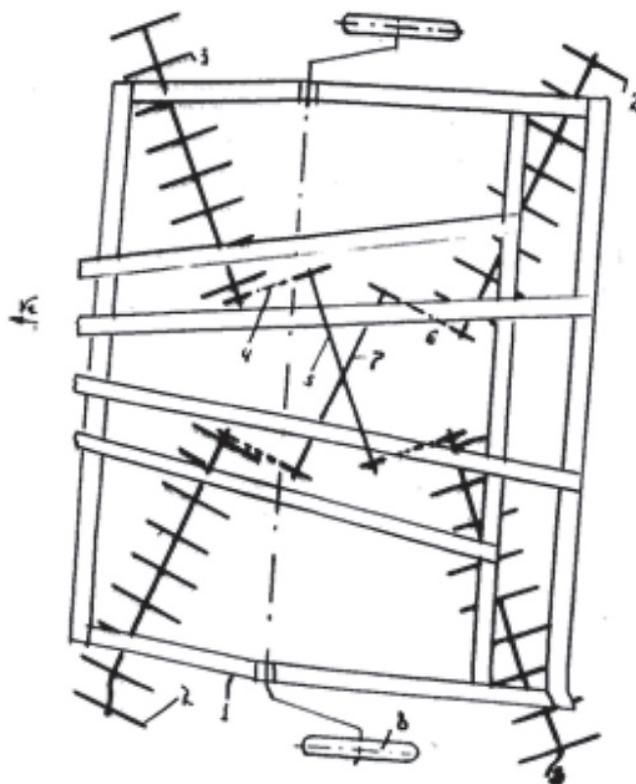


Рис. 5. Игольчатая борона конструкции В.Д. Костина с синхронизатором привода:  
1 – рама; 2,3 – игольчатые диски; 4, 6 – цепная передача; 5, 7 – передаточные валы;  
8 – опорно-транспортные колеса

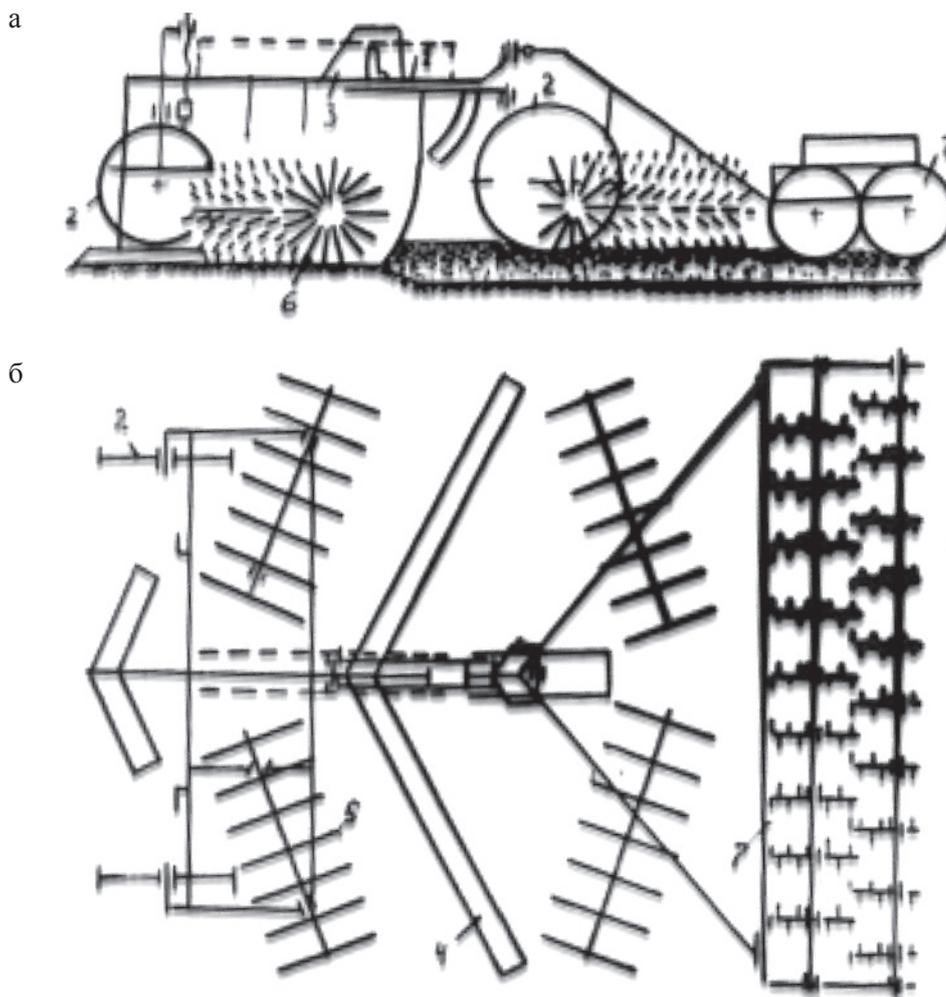


Рис. 6. Комбинированный агрегат ВНИИПТИМЭСХ:  
 1 – стойка; 2 – колеса; 3 – рама; 4 – лемех; 5 – диски; 6 – пальцы дисков

В Целиноградском сельхозинституте В.Д. Костиным предложено орудие для поверхностной обработки почвы, снабженное

синхронизирующей цепной передачей, соединяющей валы.

УДК 631

## СИСТЕМА «ВОЗДУШНЫЕ ВИНТЫ В ТУННЕЛЕ» ДЛЯ БЕСПИЛОТНОЙ АВИАЦИИ

**Воронков Ю.С., Воронков О.Ю.**

*Координационный Совет ОНТТЭ «Ювенал», Таганрог, e-mail: yuven@mail.ru*

Одной из особенностей конструкции МЛАВВП-02Э является использование двух соосных воздушных винтов противоположного вращения с индивидуальными приводами, что уменьшает вероятность потери аппарата при отказе работы одного из них.

**Ключевые слова:** малоразмерные летательные аппараты вертикального взлета и посадки, конструкция, эксперименты

## SYSTEM «OF PROPELLERS IN TUNNELS» FOR UNMANNED AIRCRAFT

**Voronkov Y.S., Voronkov O.Y.**

*Coordinating Council ONTTE «Juvenal», Taganrog, e-mail: yuven@mail.ru*

One of the design features MLAVVP-02E is the use of two coaxial counter-rotating propellers with individual drives, which reduces the chance of losing the device in case of failure of one of them.

**Keywords:** small-size aircraft vertical takeoff and landing, design, experiments

Как известно, малогабаритные переносные комплексы воздушного мониторинга (ПКВМ), формируемые на основе беспилотных малоразмерных летательных аппаратов массой до 5 кг, способны решать задачи воздушного наблюдения, картографирования, исследования состояния зданий и сооружений, осуществлять контроль движения на автомагистралях и многое другое. Создание ПКВМ стало возможным благодаря современным достижениям в области аэродинамики малых чисел Рейнольдса, многокритериальных высокоточных малогабаритных систем навигации и управления, принципов организации систем связи с высокой скоростью передачи данных, а также новых способов съема и передачи информации с борта потребителю. Результатом использования подобных достижений является относительно низкая стоимость комплекса, которая сравнима со стоимостью легкового автомобиля, при возможностях, приближающихся к возможностям военных БЛА. Легальное применение таких комплексов возможно в рамках нормативно-правовой базы, созданной для радиоуправляемых летающих моделей. Все это открывает перспективы создания совершенно нового и достаточно емкого рынка сбыта авиационной техники.

### Крыло или несущий винт

Входящие в состав комплексов ПКВМ малоразмерные летательные аппараты (МЛА), выполненные по самолетной схеме, получили широкое распространение в противоположность летательным аппаратам «вертолетного» типа, что объясняется целым рядом причин.

Во-первых, конструкция, изготовление и функционирование беспилотных крылатых летательных аппаратов (ЛА) являются экстраполяцией авиационной технологии пилотируемых аппаратов и, следовательно, могут выполняться относительно просто и экономично. В частности, аэродинамические характеристики таких аппаратов хорошо документированы, а их пилотаж, будь то с помощью дистанционных команд, передаваемых по каналам передачи данных на борт, или посредством реализации программ, заложенных в бортовой компьютер, осуществляется относительно просто и понятно.

Во-вторых, радиус действия и скорость таких ЛА обычно больше, чем у аппаратов вертолетного типа, а их более высокая грузоподъемность позволяет крылатым аппаратам нести большую целевую нагрузку и больший запас топлива, благодаря чему увеличивается их боевая эффективность. Эти качества делают крылатые ЛА более пригодными, чем ЛА вертолетного типа, для решения задач определенного характера, в рамках которых критичными являются рабочий ресурс, дальность действия и грузоподъемность.

Однако крылатые ЛА имеют существенный недостаток, который ограничивает их применение. Так, для оптимального выполнения многих типовых задач необходимо, чтобы они имели возможность сохранять пространственную систему отсчета координат неподвижной относительно статических точек на земле в течение продолжительного времени, например, при захвате цели. Известно, что летные свойства крылатых ЛА не позволяют им зависать, сохраняя пространственную систему отсчета коор-

динат неподвижной относительно статических точек на земле.

В противоположность этому, ЛА вертолетного типа подходят для решения задач, требующих зависания, но их эксплуатация достаточно сложна и требует специального обеспечения.

#### **Изолированный воздушный винт или «винт в кольце, туннеле»**

В случае повреждения беспилотного вертолета в полете его спасение практически невозможно. Парашютные системы спасения вертолетов хоть и существуют, но ими на практике не пользуются. В совокупности с низкой безопасностью из-за вращающегося несущего винта большого диаметра, беспилотные вертолеты остаются средством спецприменения, где решаемые ими задачи окупают затраты на эксплуатацию и их содержание. Таким образом, сложности эксплуатации вертолетов оставляют незаполненным сектор задач, требующих видеонаблюдения с близкого расстояния при зависании или точной посадки в ограниченный район. Все эти задачи могут быть решены посредством малоразмерных летательных аппаратов, построенных по схеме «Воздушные винты в кольце» или «Воздушные винты в туннеле». Поскольку несущие винты таких аппаратов находятся в специальном профилированном туннеле, то их применение может быть довольно широким, в том числе в условиях городских застроек, в лесных массивах, без опасения соударения винтов с деревьями, строениями и т.д.

При взлете и посадке такие аппараты неприхотливы и безопасны для обслуживающего персонала. Основными недостатками по сравнению с вертолетами является их сравнительно низкий КПД. Однако современные технологии и конструктивные решения позволяют успешно бороться и с этим явлением.

В настоящее время разработкой таких аппаратов занимаются в США (Honeywell, Allied Aerospace, Aurora Flight Sciences, Lutronics), Великобритании (BAE Systems), Италии (UTRI), Сингапуре (Singapore Technologies Aerospace) России (НТЦ «Рисса»), Франции (Orion) и ряде других стран.

#### **«Воздушные винты в туннеле» для стендовой отработки**

Так, в 2005 году по инициативе Городской общественной организации Благотворительного общества научно-технического творчества и экологии «Ювенал» города Таганрога был создан относительно дешевый экспериментальный образец малоразмерного летательного аппарата вертикального

взлета и посадки МЛАВВП-02Э и проведены его испытания на базе одного из предприятий города. Он являлся прототипом разрабатываемого аппарата МЛАВВП, который входил в состав переносного комплекса воздушного мониторинга (ПКВМ) «Вертикаль», предназначенного для телевизионного наблюдения в реальном масштабе времени местности и объектов на ней с условиями высокоточного определения координат наблюдаемых объектов.

Аппаратная и контрольно-измерительная части разработанной установки для испытаний МЛАВВП-02Э в привязном варианте предполагали её оснащение приборами контроля и замера следующих параметров и их величин: скорости полета  $V_x, V_y, V_z$ ; угловых ускорений  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ ; угловых отклонений  $\vartheta, \gamma, \chi$ ; линейных положений аппарата в пространстве  $X, Z$ ; тяги силовой установки и её изменения  $T, \Delta T$ ; оборотов электродвигателей  $n_1, n_2$  и их разницы  $\Delta n$ ; индуктивной скорости вертикального полета  $v$ ; углов отклонения рулевых поверхностей  $\delta_{p.n}$ ; времени проведения эксперимента и отдельных процессов  $t$ .

Сам объект испытаний – летательный аппарат МЛАВВП-02Э (рис. 1, 2) – был выполнен по схеме «Воздушные винты в туннеле» с двумя соосными несущими воздушными винтами 1, 2 противоположного вращения размещенными в туннеле 3.

Аппарат содержал верхнюю и нижнюю цилиндрические секции фюзеляжа 4, 5, установленные соосно по оси туннеля 3, направленные противоположно от плоскостей вращения воздушных винтов 1, 2. Каждый из несущих винтов 1, 2 вращался внутри туннеля 3 между секциями фюзеляжа 4, 5 отдельным электроприводом 6, 7, выполненным на основе бесколлекторного электродвигателя постоянного тока МЕГА 22/30/2. Каждый из двух электроприводов 6, 7 был размещен в своей секции фюзеляжа 4, 5, выполняющей одновременно и функцию мотогондолы.

В верхней секции фюзеляжа 4, кроме электропривода 6, размещались компоненты целевой нагрузки 8, которые были выполнены в виде отдельных, легко заменяемых модулей.

Размещение оборудования в верхней секции фюзеляжа 4 обеспечивалось по принципу «наименьшего разноса масс», оказывающего заметное влияние на устойчивость аппарата в полете.

Нижняя секция фюзеляжа 5 была снабжена отклоняемыми во взаимно перпендикулярных плоскостях рулевыми поверхностями 9, которые находились в воздушном потоке от винтов 1, 2. Действие рулевых

поверхностей 9 проявлялось в отклонении на некоторый угол части отбрасываемого воздушными винтами 1, 2 потока во взаим-

но перпендикулярном направлении и создании, таким образом, управляющих моментов относительно осей X и Z.

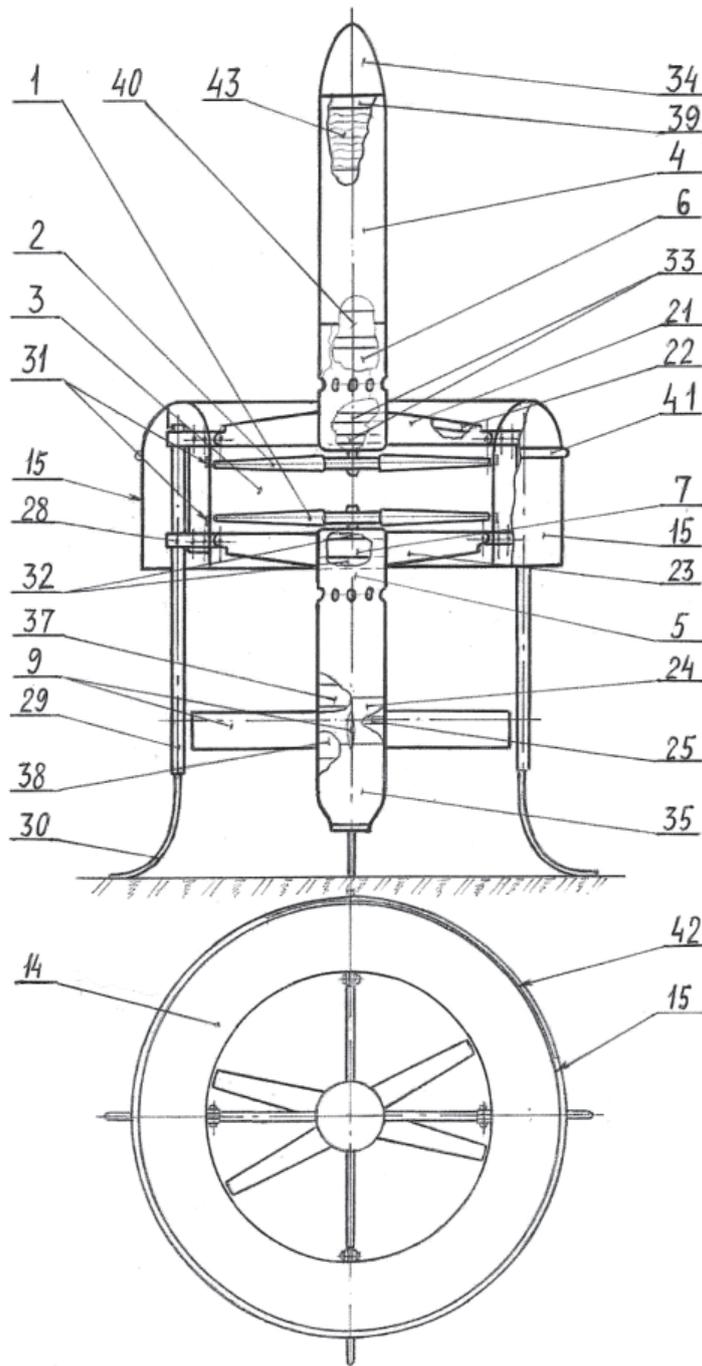


Рис. 1

Управляющий момент относительно оси Y создавался изменением оборотов одного из электроприводов 6, 7 при поступлении сигнала от датчика или по команде пилота-оператора с выносного пульта системы дистанционного управления.

Режим работы каждого из электроприводов обеспечивался отдельным регулятором

оборотов 10, 11 (JES 70-3P) и был запитан от индивидуального наземного блока питания.

С целью устранения вредного влияния длинномерных связей регуляторов оборотов 10, 11 (JES 70-3P) с наземными блоками питания в цепь каждого из них были включены компенсационные аккумуляторы 12, 13 (Li-Pol 2000 mAh).

В автономном варианте полет аппарата обеспечивала батарея бортовых аккумуляторов через те же два регулятора оборотов 10, 11 (JES 70-3P), каждый из которых мог задавать необходимый режим работы своему электроприводу 6, 7 (MEGA 22/30/2) с полной нейтрализацией реактивных моментов, действующих на аппарат.

Туннель 3 с воздушными винтами 1, 2 в своей верхней части имел плавно сформированную к периферии отбортовку 14, выполненную в ее поперечном сечении по кривой – лемнискате, что позволяло иметь необходимое распределение давления воздушной среды по профилю туннеля при работе воздушных винтов 1, 2 и обеспечивало возникновение дополнительной подъемной силы, характерной для системы «воздушные винты в туннеле».

Плавно сформированная отбортовка туннеля 14 на периферии переходила по направлению к оси аппарата в цилиндрическую поверхность 15, образуя объем кольцевого обтекателя между внешней поверхностью 15 туннеля и его внутренней цилиндрической поверхностью 3. Этот внутренний объем кольцевого обтекателя позволял размещать в его внутреннем пространстве бортовое оборудование и энергоисточники:

1. 2 регулятора оборотов 10, 11 (JES 70-3P).
  2. 3 пьезогироскопа 17, 18, 19; (GY240).
  3. Приемник системы дистанционного управления 20 (REX-7).
  4. Компенсационные аккумуляторы 12, 13 (Li-Pol 2000 mAh).
  5. Аккумуляторы системы автономного энергоснабжения.
  6. Бортовую систему автоматизированного управления (БСАУ).
- (Аккумуляторы и БСАУ на чертежах не показаны).

Верхняя и нижняя секции фюзеляжа 4, 5 были установлены соосно по оси туннеля 3 (оси кольцевого обтекателя). Каждая из секций фюзеляжа 4, 5 посредством четырех профилированных пилонов 21, 23, выполненных из металла, крепилась к туннелю (кольцевому обтекателю) посредством резьбового крепежа. В каждом пилоне 21, 23 были предусмотрены каналы 22 для монтажа жгутов энергопитания. Наличие таких каналов 22 позволяло обходить воздушные винты 1, 2 электрожгутами и обеспечивать их надежную защиту от внешних воздействий.

В нижней секции фюзеляжа 5, оснащенной управляющими поверхностями 9, был сформирован исполнительный модуль 24, который имел возможность расстыковки с секцией 4. В модуле 24 были установлены с возможностью их поворота два взаимно перпендикулярных валика 25 во

втулках с рычагами. К концам валиков 25 неподвижно были прикреплены рулевые поверхности 9. Во внутренней полости модуля были размещены сервоприводы 26, 27 (NARO ACE), которые, могли воздействовать через тяги и рычаги на рулевые поверхности 9 и отклонять их на заданные углы в соответствии с сигналами от бортового приемника 20 (REX-7) и пьезогироскопов 17, 18, 19 (GY2400).

Основой всей конструкции аппарата МЛАВВП являлся пространственный металлический каркас, полученный в результате неразъемного соединения восьми металлических пилонов 21, 23 с верхней 4 и нижней 5 металлическими секциями фюзеляжа (с каждой по четыре пилон), расположенными по оси аппарата. Противоположные концы пилонов 21, 23 были соединены с пластинчатыми металлическими узлами 28, установленными во внутреннем объеме 16 туннеля 3 (кольцевого обтекателя). Узлы 28 содержали трубчатые опоры 29, в которых в свою очередь были закреплены пружинящие лапки 30, что обеспечивало амортизацию аппарата при посадке. Туннель 3 (кольцевой обтекатель) с профилированной отбортовкой 14 являлся единой деталью, выполненной из композитов.

В средней наружной части туннеля 3 имелись кольцевые шпангоуты 31, предназначенные, во-первых, для ужесточения конструкции туннеля 3 в зоне работы воздушных винтов 1, 2, во-вторых, для закрепления внутри кольцевого обтекателя различного оборудования, компонентов и элементов питания. Наружная поверхность кольцевого обтекателя 15 (внешний кожух), так же как и его донная часть, были выполнены из пластика. Внешний кожух 15 был выполнен в съемном варианте, обеспечивающем свободный доступ к оборудованию, оснащению, элементам питания систем и приводов аппарата.

Верхняя секция фюзеляжа 4 МЛАВВП была выполнена из тонколистового металла и имела поперечный набор в виде гнутых кольцевых шпангоутов 33, 39, 40 из специально обработанной древесины. Два кольцевых шпангоута 33 нижней части верхней секции фюзеляжа 4 являлись силовыми, обеспечивали крепление четырех пилонов 21, воспринимая и передавая усилия и моменты от электроприводов 6, 7 на каркас кольцевого обтекателя.

Головной обтекатель 34 верхней секции фюзеляжа 4 был выполнен из композитов в формообразующей матрице. Он был установлен в верхней секции фюзеляжа 4 с возможностью отстрела по команде системы аварийного спасения 43 (САС)

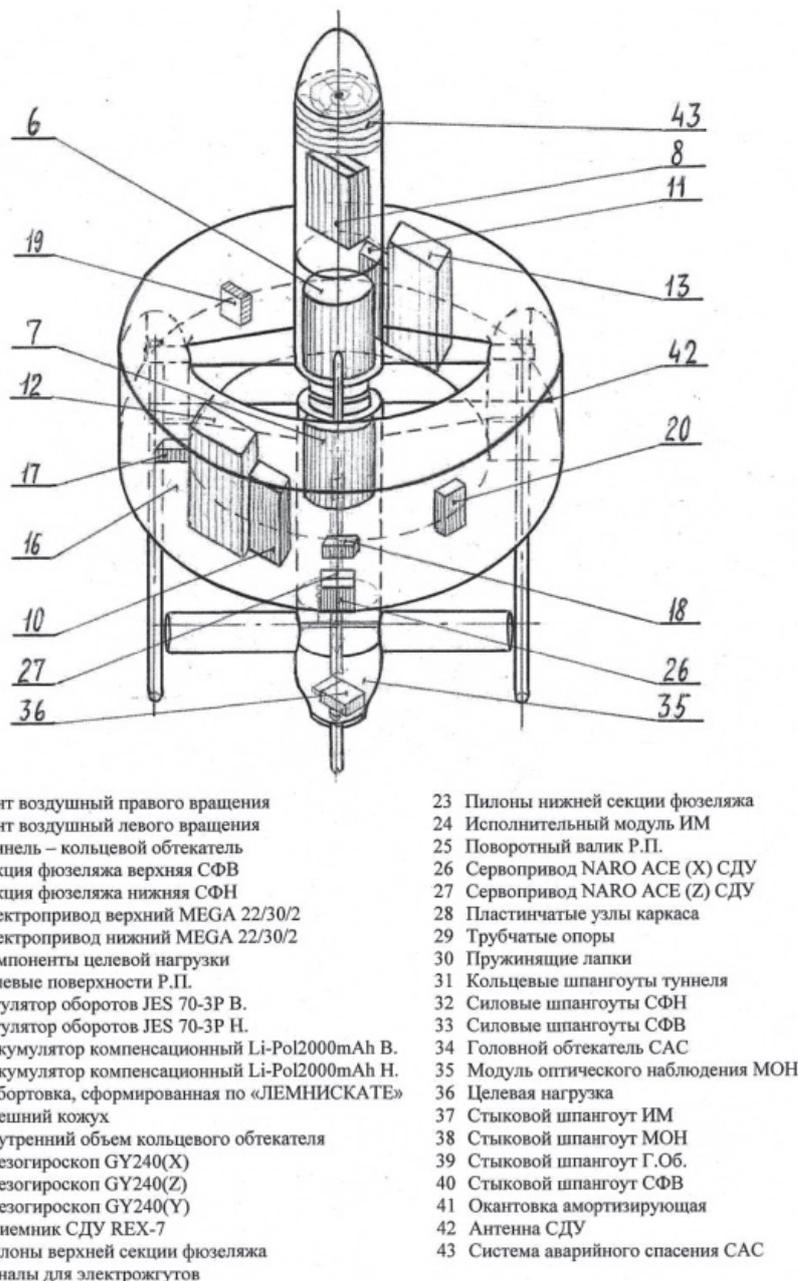


Рис. 2

Нижняя секция фюзеляжа 5 была выполнена из тонколистового металла, имела поперечный набор кольцевых гнутых шпангоутов 32, 37, 38 из древесины. Среди них были стыковые шпангоуты 37, 38, обеспечивающие возможность стыковки секции с исполнительным модулем 24, а также с модулем оптического наблюдения 35.

Два кольцевых шпангоута 32 верхней части нижней секции фюзеляжа являлись силовыми, обеспечивали крепление четырех пилонов 23, воспринимали и передавали усилия и моменты от электропривода 7

на пространственный металлический каркас аппарата.

Характерной особенностью данной схемы аппарата являлось сосредоточение двигательного-двигательного комплекса на его продольной оси, достаточно удаленной от периферии кольцевого обтекателя, что должно было позволять аппарату иметь возможность во время полета довольно близко подходить к исследуемым объектам без риска удара винтами об их поверхности. Кроме того, внешний кожух 15 кольцевого обтекателя аппарата был оснащен по его пе-

риметру амортизирующей окантовкой 41, смягчающей возможные соударения аппарата с исследуемыми объектами. Во внутренней полости амортизирующей окантовки 41 была размещена антенна системы дистанционного управления 42 аппаратом, которая надежно защищена от внешних воздействий.

Предварительные результаты проведенных экспериментов

Полеты аппарата МЛАВВП-02Э на привязи с многократным взлетом, зависанием, маневрами и посадкой в управляемом режиме выявили следующее:

1. При подаче электропитания от наземных импульсных блоков питания выявлена нестабильность оборотов электроприводов и их потребляемых токов.

2. Отрыв аппарата взлетной массой 1600 г. фиксировался при потребляемом токе питания 12 А и подаваемом напряжении 12 В.

3. Возникла потребность разработки и изготовления «бортового модуля синхронизации оборотов взаимно противоположного вращения воздушных винтов», выполненного на основе микроконтроллера и адаптированного к условиям работы

с бортовой аппаратурой дистанционного управления и бортовой САУ.

4. Возникла необходимость шарнирного закрепления аппарата в жестком трехступенном подвесе, разработанном в ОНТТЭ «Ювенал», в уравновешенном состоянии с возможностью свободного ухода точки подвеса по оси  $Y$  по мере подъема аппарата за счет силы тяги.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курочкин Ф.П. Основы проектирования самолетов с вертикальным взлетом и посадкой. – М.: Машиностроение, 1970.
2. Шайдаков В.И. Аэродинамические исследования системы «винт в кольце» на режиме висения // Труды МАИ. – М.: МАИ, 1959. – Вып. 111.
3. Шайдаков В.И. Аэродинамика винта в кольце: учебное пособие. – М.: МАИ, 1996.
4. Шмитц Н.В. Аэродинамика малых скоростей: пер с немецкого. – М.: ДОСААФ, 1963.
5. Болонкин А.А. Теория полета летающих моделей. – М.: ДОСААФ, 1962.
6. Макаров Ю.В. Летательные аппараты МАИ. – М.: Изд. МАИ, 1994.
7. Патентные материалы авторов СССР, России и стран мира.
8. Патент № 6.502.787 В1 2003г. США.
9. Мировая компьютерная сеть Интернет, информация 1995–2005 гг.

УДК 62-1

**К ПОСТРОЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЧЕЛОВЕКОМЕРНОЙ МОДЕЛИ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В ТЕРМИНАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЯ**

**Игонин В.И.**

*ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный технический университет»,  
Вологда, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Работа посвящена проблемам построения единой или интегральной модели служащей для оценки работы энергетической системы. Применение. Описание эффективности работы энергетических систем.

**Ключевые слова:** обобщенный алгоритм, энергетическое пространство состояния, математическое моделирование

**TO BUILD THE MATHEMATICAL A CONTROLLED PERSON MODEL  
OF TECHNICAL OBJECT IN TERMS OF THE ENERGY SPACE OF THE STATE**

**Igonin V.I.**

*FGBOU VPO «Vologda State Technical University», Vologda, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

The work is devoted to the problems of constructing a unified or integrated models used for assessing the work of the energy system. Description of the effectiveness of operation of energy systems

**Keywords:** the generalized algorithm, the energy space of the state, mathematical modeling

В [1, 7] описан алгоритм построения модели человекомерной технической энергосистемы на базе предварительно сформулированных положений и постулатов. На этой основе показана примерная схема наполнения пространства состояния двух реальностей, объекта – в технической и субъекта в социальной [2].

Законы системности окружающего мира предполагают существование обобщенных показателей для открытых человекомерных систем [1].

Понятие обобщенности требует составлять модели различного типа и назначения по единому алгоритму.

Субъект создает разные по своему составу энергосистемы. Все они предназначены для одной цели: осуществлять выработку, передачу, распределение и потребление электрической, тепловой, механической др. форм энергии.

Поэтому нужен единый алгоритм, который связывает комплекс специально созданных для этой цели моделей и позволяющий определять эффективность функционирования всей энергетической системы с пониманием ее человекомерности. Осознание субъектом человекомерности ЭС усложняет моделирование из-за наличия множества подсистем технического и социального назначения, из-за разнообразия и несовместимости процессов, которыми они наполняются. Поскольку ЭС связана с окружающей средой, то даже в постановочном варианте создание такого алгоритма является практически нерешаемой напрямую задачей.

В настоящее время существующему множеству энергетических систем соответствует множество моделей их описания. Однако набор элементов энергетической системы поддается определенной классификации. Система объединяет в общем случае источники, транспорт и потребителей энергии.

Чаще всего субъекту необходимо создать модель анализируемого объекта, сравнить ее с реально существующим объектом и сделать выводы о степени адекватности модели и объекта [1].

Рассмотрим пример построения субъектом обобщенной модели ЭС предназначенной для получения нужного для него полезного эффекта. Концептуальные основы моделирования изложены в [1]. Используем для моделирования алгоритм построения человекомерной системы по схеме: субъект один, субъект два или  $S_1 \rightarrow S_2 \rightarrow S_3 \rightarrow \dots$  и т.д. в структурируемых пространствах состояния Субъект – Объект. Для достижения поставленной цели удобно применить понятия энергетического пространства состояния [3].

Построение обобщенной модели начинается с формирования начальных условий определяющих состояния объекта в момент времени  $\tau = 0$ . Последующие состояния организуются субъектом одно за другим в моменты времени, например  $\tau = 1, \tau = 2 \dots \tau = n, \dots$  (рис. 1).

Пусть множества из группы параметров характеризует функционирование энергетической системы (ЭС) от начального состоя-

ния ( $\tau = 0$ ) до  $\tau_n$ . [3, 4, 5, 6]. Субъект выбирает шаг  $\Delta\tau$  квантования или дискретности при ограничениях, связанных с особенностями поведения предполагаемой функции. Это необходимо для более полного представления энергетического состояния системы (1).

$$\frac{\tau_n - \tau_0}{n} = \Delta\tau \quad (1)$$

Энергосостояние системы от  $\mathcal{E}_0$  меняется под воздействием условий принуждения  $\Delta\mathcal{E}_{пр}$ . Каждый блок в структурной схеме реагирует на условия принуждения и меняет

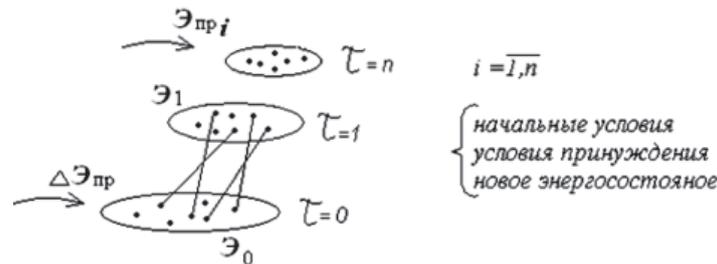


Рис. 1. К построению энергетического пространства состояния

Чтобы приобрести свойство общности модели для моделирования множества разнообразных систем удобна следующая классификация параметров функциональной модели.

Субъект выделяет среди параметров ЭС следующие вектора: это вектора входных, внутренних, внешних, выходных параметров соответственно (2).

$$\begin{aligned} \{x_i(t)\} &= \vec{x}(t); \quad \{h_i(t)\} = \vec{h}(t); \\ \{v_i(t)\} &= \vec{v}(t), \end{aligned} \quad (2)$$

где  $x_i \in X, \quad i = 1, \bar{n}_x; \quad h_i \in H, \quad i = 1, \bar{n}_h; \quad v_i \in V, \quad i = 1, \bar{n}_v; \quad y_i \in Y, \quad i = 1, \bar{n}_y.$

Тогда функциональные уравнения относительно выходных обобщенных энергетических параметров удобно представить в виде (3), (4)

$$\vec{y}(t) = F_{1S}[\vec{x}(t), \vec{v}(t), \vec{h}(t), t]; \quad (3)$$

$$\vec{y}(t) = F_{1S}[\vec{z}_0(t), \vec{z}(t), t], \quad (4)$$

где оператор  $F_{1S}$  указывает на закон, которому подчиняется модель исследуемой системы в момент  $\tau = t$ ,  $\vec{y}(t)$  выходная траектория изменения энергетического пространственного состояния под воздействием параметров  $x, v, h$  принадлежащих  $\vec{z}(t)$  и начальных условий  $\vec{z}_0$ .

Покажем удобство такой обобщенной записи для иллюстрации энергосостояния ЭО. После энергообследования ЭС и обра-

ботки его результатов апостериорная (действительная) полная модель имеет вид (5)

$$\vec{Y}_{\text{действ}} = \vec{F}_{\text{действ}}[\vec{z}(t)_{\text{действ}}, \vec{z}_0(t)_{\text{действ}}]. \quad (5)$$

Это пространство состояния отображает действительно существующее полное энергетическое пространство состояние объекта, модель которого назовем первичной реальностью.

Аналогично модель нормативной вторичной реальности имеет вид (6)

$$\vec{Y}_{\text{Сн}} = \vec{F}_{\text{Сн}}[\vec{z}(t)_{\text{н}}, \vec{z}_0(t)_{\text{н}}]. \quad (6)$$

Две функции выходных траекторий одной и той же (ЭС) записанные в одной и той же обобщенной форме допускают сравнение полученных энергетических состояний. Однако нормативная реальность на данный момент может устареть. Тогда за образец сравнения мы можем взять модель реальности наилучшего образца (7).

$$\vec{Y}_{\text{Сл,о}} = \vec{F}_{\text{Сл,о}}[\vec{z}(t)_{\text{л,о}}, \vec{z}_0(t)_{\text{л,о}}]. \quad (7)$$

В результате субъект выбирает ту модель, которая дает минимум энергетической невязки  $\Delta\vec{Y}_{\text{Сн,л,о}} \rightarrow 0$  по сравнению с состоянием лучшего образца. Например, имеем три формулы сравнения невязок (8), (9), (10)

$$\vec{Y}_{\text{Сн}} - \vec{Y}_{\text{Сл,о}} = \Delta\vec{Y}_{\text{Сн,л,о}}; \quad (8)$$

$$\vec{Y}_{\text{действ}} - \vec{Y}_{\text{Сн}} = \Delta\vec{Y}_{\text{действ,н}}; \quad (9)$$

$$\vec{Y}_{\text{действ}} - \vec{Y}_{\text{Сл,о}} = \Delta\vec{Y}_{\text{действ,л,о}}. \quad (10)$$

Проведя процедуру сравнения, субъект определяет лучшую модель в смысле экономии энергии. В задачах энергосбережения, например, таким образом, определяется потенциал энергосбережения (8), (9), (10) или коэффициент преобразования энергетического состояния  $H_{\text{пр.эн.сост}}$  (11).

$$H_{\text{пр.эн.сост}} = \frac{\bar{Y}_{S_{li},o}}{\bar{Y}_{S_{li+1},o}}, \quad (11)$$

где  $\bar{Y}_{S_{li},o}, \bar{Y}_{S_{li+1},o}$  дискретные значения функции предыдущего и последующего состояний энергосостояния объекта.

Этот коэффициент характеризует переход энергетического объекта от одного

энергетического состояния к другому под воздействием принуждающих параметров. Это может быть энергия, поступающая в ЭС после реализации энергосберегающего мероприятия или появления источника энергии внутри или на границах системы.

Динамику сравнения энергетического состояния моделей разных реальностей можно изобразить следующим образом рис. 2.

Здесь из условия минимума скорости отклонения невязки энергетических состояний ЭС выбирается режимы ее работы (12).

$$\frac{\Delta \bar{Y}_{\text{действ.л.о}}}{\tau} \rightarrow \min. \quad (12)$$

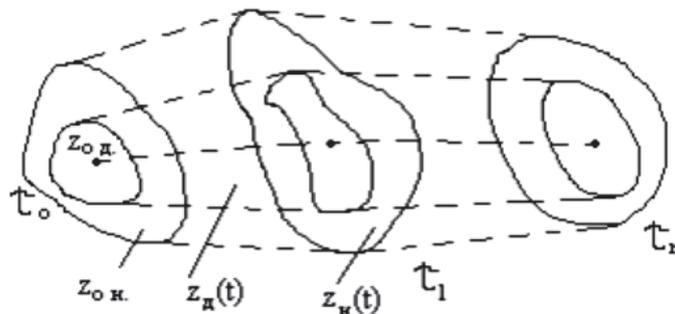


Рис. 2. Сравнение энергетических траекторий

Субъект может сравнивать энергетические состояния конструктивно разных систем и тем самым знать конкурентную их способность, деградирует система или развивается (5). Действительно, если за весь период анализа соблюдается условие (12), т.е. энергетическое пространство ЭС находится в заданном режимном состоянии, то можно говорить об отсутствии незапланированного изменения количества энергии.

Если условия (12) не соблюдаются, то субъект может судить о потерях или недостатке энергии и о том, что объект переходит на новый режим работы.

Если потери энергии увеличиваются, то нужно принять необходимые меры: предложить энергосберегающие или энергодополняющие мероприятия и запланировать соответствующие инвестиции для устранения обнаруженного состояния ЭС.

Следует отметить, что если существуют оценки энергосберегающих мероприятий

по количеству энергии, то видимо можно записать равенство между количеством уходящей и эквивалентной приходящей энергией соответствующего энергосберегающего мероприятия (13).

$$\Sigma \Delta Y_{\text{эн.сб.м}} \cong \Delta \bar{Y}_{\text{действ.л.о}}. \quad (13)$$

Проведя оценку потерь энергии субъект должен заменить теряемое количество, на эквивалентное, которое соответствует тому количеству энергии, которое предполагает то или иное энергосберегающее мероприятие.

Условие (12) субъект может выполнить планоно. В этом случае план инвестиций согласуется с темпом изменения энергии в системе. Тогда в запланированное время  $\tau_{\text{инв}}$  запланированная сумма вложений в нужное для ЭС время приведет к выполнению условия (12).

Таким образом, субъект может построить комплекс обобщенных моделей

в функциональном виде, которые будут связаны через обобщенные показатели, выведенные для множеств технических и социальных систем.

Реализация подобного содержания моделей позволит анализировать энергетическое состояние с помощью таких понятий, например, как обобщенный коэффициент энергетического состояния системы или энергопреобразования. Приведены пути решения и постановки задач из области энергосбережения. Программы энергосбережения социального характера и пишет их субъект. Привлекательно выглядит тот момент, что алгоритм построения модели для любой энергетической системы примерно одинаков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игонин В.И. Особенности системной идентификации человекомерной модели функционирования технической энергосистемы // Международный научно-исследовательский журнал. – 2012. – Ч. 1, №6(6). – Research Journal of International Studies, ISSN2303-9868./http://research-journal.org, технические науки. С. 55–58.
2. Игонин В.И. Проявления свойств интегральности при системном термодинамическом анализе энергетической установки // Международный научно-исследовательский журнал. – 2012. – Ч. 1, №5(5). – Research Journal of International Studies, ISSN 2303-9868/ http://research-journal.org, технические науки. – С. 93–94.
3. Игонин В.И. Пути повышения эффективности теплоэнергетических систем: монография. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 119 с.
4. Игонин, В.И. Особенности формирования компетенций в курсе «Энергообследование зданий, сооружений и инженерных сетей» // Вузовская наука – региону: материалы десятой всероссийской научно – технической конференции. В 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – Т. 1. – С. 207–211.
5. Игонин В.И. Технологические особенности энергообследования зданий, сооружений и инженерных сетей: курс лекций. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 104 с.
6. Игонин В.И., Реутов А.Н. Особенности определения энергетического пространства состояния водогрейной котельной // Вузовская наука – региону: материалы шестой всероссийской научно-технической конференции. – Вологда: ВоГТУ, 2008. – С. 206–209.
7. Игонин В.И. Особенности системной идентификации человекомерной модели функционирования технической энергосистемы // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 1. – С. 11–22.

УДК 62-1

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТНЫХ ФУНКЦИЙ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТА ЧЕРЕЗ ПОНЯТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЯ

**Игонин В.И.**

*ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный технический университет»,  
Вологда, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Методика моделирования включает в себя вопросы идентификации, структуризации, построения обобщенной выходной траектории моделирования энергетического объекта, сформулированы условия получения функции потенциала энергосбережения в координатном пространстве энергетической системы и условия повторного проведения энергетического обследования. Применение. Работа посвящена проблемам построения единой или интегральной модели служащей для оценки работы энергетической системы. Описанию эффективности работы энергетических систем.

**Ключевые слова:** модель, идентификация, потенциал энергосбережения, потенциалы теплоемкости, электроемкости, энергоемкости продукции предприятия, координатные функции потенциала энергосбережения

## TECHNIQUE OF DEFINITION OF COORDINATE FUNCTIONS OF ENERGY SAVING POTENTIAL FOR THE OBJECT THROUGH THE NOTIONS OF ENERGY SPACE STATUS

**Igonin V.I.**

*FGBOU VPO «Vologda State Technical University», Vologda, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Simulation methodology includes the issues of identification, structuring, construction of a generalized output trajectory modeling of energy object, formulated the conditions for obtaining the functions of energy saving potential in the coordinate space of the energy system and the conditions for re-conducting energy examination. The work is devoted to the problems of constructing a unified or integrated models used for assessing the work of the energy system. Description of the effectiveness of operation of energy systems.

**Keywords:** model identification, the energy saving potential, the potentials of heat capacity, электроемкости, energy intensity of production of the enterprise, co-ordinate the functions of energy saving potential

В [1] сформулированы концептуальные основы и алгоритм построения человеко-мерной модели технической энергосистемы. Для объекта моделирования построены схемы наполнения соответствующих энергетических состояний. В [2] намечены связи между технической и социальной частями модели. Показано, что субъект создает вокруг себя энергосистему для выработки, передачи, распределения и потребления разных форм энергии. Энергия используется для выпуска разного рода продукции. Процессы выпуска продукции управляются энергетическим субъектом человеком, через его понимание реакции окружающей среды. Все зависит от уровня формирования компетенций полученных в процессе получения знаний, о которых указано в социальном блоке [1, 5]. Принятый выше концептуальный подход, позволяет строить модель системы, последовательно настраивая один блок системы за другим путем подбора обобщенных интегральных [3] энергетических показателей позволяющих регулировать структуру технологического процесса, меняя параметры ЭС, среди которых качество и количество выпускаемой продукции. Рассмотрение подобных моделей не только облегчают условия создания новых блоков в энергосистеме (ЭС) при из-

менении условий принуждения [3], но и способствуют внедрению моделей в системы получения и передачи знания [4, 5].

Рассмотрим примеры построения модели технологического процесса, в структурируемых пространствах состояния Субъект–Объект привязанных к деятельности предприятия выпускающего продукцию. Поскольку объект является технической энергетической системой, то субъекта в первую очередь интересует функции потенциала энергосбережения каждого конструктивного блока участвующего в выпуске продукции [2, 3, 6, 7, 8]. В [7] решение задачи рассматривается в терминах пространства состояния записанного в макро и мета иерархических уровнях. Рассмотрим сначала метауровневый подход. Выходная траектория развития энергосистемы во времени в этом случае является зависимой от комплекса функций, описывающих энергетическое состояние каждого блока и всей ЭС предприятия. Это функции интегральных потенциалов электроемкости, теплоемкости, энергоемкости выпускаемой продукции, характеризующие уровень энергетического состояния предприятия [6].

Идентификация энергоэффективных режимов работы ЭС требует от субъекта как минимум сопоставления двух моделей

априорного и апостериорного содержания [3, 4].

Запишем функциональное обобщенное уравнение, показывающее траекторию развития или деградации ЭС(1)

$$\vec{Y} = F_s(X(t), H(t), I(t), t), \quad (1)$$

где  $F_s$  – оператор, указывающий на функцию энергетического состояния организованной диссипативной технической ЭС;  $\vec{Y}$  – вектор параметров выходной траектории системы, описываемый с помощью оператора  $F_s$  множества входных  $X$ , выходных  $Y$ , внутренних  $H$ , внешних  $I$  параметров, [2, 3].

Начальные и граничные условия, заложенные в формулы (2), (3), позволяют субъекту сравнивать между собой образы ЭС последовательно применяя процедуры синтеза и анализа для моделей объектов существующих и вновь создаваемых, записанных до, и после внедрения энергосберегающих мероприятий, как в координатном, так и во временном энергетических состояниях.

Например, для нормативных данных, используемых в проектировании имеем зависимость (2)

$$Y_{S_{\text{нор}}} = F_{S_{\text{н}}} (z_{0\text{н}}; z_{\text{н}}(t)), \quad (2)$$

для данных, полученных после энергетического экспериментального обследования (3)

$$Y_{S_{\text{дэо}}} = F_{S_{\text{дэо}}} (z_0; z_{\text{дэо}}(t)). \quad (3)$$

Разность выходных траекторий изменения энергетических состояний даст (4)

$$Y_{S_{\text{нор}}} - Y_{S_{\text{дэо}}} = \Delta Y_{\text{пэ}}. \quad (4)$$

В (2) и (3)  $(z_{0\text{н}}; z_{\text{н}}(t))$ ,  $(z_0; z_{\text{дэо}}(t))$  – множества начальных условий  $z_0$  и функции  $z(t)$  выраженные через параметры уравнения (1). Множество (4) указывает на энергетический потенциал энергосбережения для фактически существующей энергообследуемой ЭС, на сверхнормативный перерасход энергии, т.е. на энергию диссипативного плана. Она превращается в теплоту и уходит в окружающую среду не совершая полезного для субъекта эффекта. ЭС, которая имеет сверхнормативный избыток диссипационной энергии требует схемотехнической переструктуризации модели. Субъект выбирает из множества предлагаемых энергосберегающих мероприятий, те мероприятия, которые устраняют сверхнормативные потери.

Например, функциональный вектор ЭС выражен через три основные структуры, то запись в виде энергетического пространства состояния имеет вид (5)

$$S_0 = [F_1; F_2; F_3], \quad (5)$$

где  $F_1; F_2; F_3$  – структурные функциональные координаты вектора, под которыми понимаются операторы соответствующих пространственно временных функциональных уравнений. Каждый структурный блок имеет в соответствии с моделью свое эквивалентное схемотехническое описание.

Пусть модернизированному источнику теплоты  $F_1$  соответствует структурная модель

$$S_{\text{и}} = [F_{11}; F_{12}], \quad (6)$$

где  $F_{12}$  это оператор модели энергосберегающего мероприятия. Он имеет свое схемотехническое решение, вписанное в систему (6). Задача, решаемая субъектом состоит в том, чтобы в структурный элемент имеющий свое энергетическое пространство состояния вставить пространство состояния другого структурного элемента энергетическое состояние, которого эквивалентно эффекту от внедрения энергосберегающего мероприятия.

Искомая модель строится в результате последовательного применения процедур синтеза и анализа для двух подсистем. Получается новая ЭС, имеющая свое пространство состояния и новые параметрические свойства. Итерационная процедура анализа для элементов вектора  $S_{\text{и}}$  должна подтвердить уравнение (6) и подразумевает проверку условия  $\Delta Y \rightarrow 0$ . Если величина  $\Delta Y \rightarrow 0$  достаточно мала и отвечает заданным граничным и начальным условиям, то можно говорить о правильном выборе энергосберегающего мероприятия и о том, что величина приближения диссипационной составляющей реальной системы  $\Delta Y \rightarrow \min$ . Это условие сохранятся за все время работы ЭС. Отклонение энергетического состояния от этого условия указывает на необходимость проведения повторного энергетического обследования.

Рассмотрим пример вычисления потенциала энергосбережения для блока  $F_1$ .

Структурное координатное энергетическое состояние соответствующее схемотехническому решению для стандартного источника теплоты в виде котельной подразумевает функциональную модель вида (7) с координатными функциями, рис. 1,

$$Y = F_{\text{сист}} [f_1; f_2; f_3; f_4; f_5; f_6; f_7; f_8; f_9]. \quad (7)$$

**Элементы координатной матрицы представляют собой энергетическое состояние основных блоков ЭС:**  $f_1$  – группа котлоагрегатов;  $f_2$  – подогреватель сетевой воды;  $f_3$  – деаэрактор;  $f_4$  – сепаратор непрерывной продувки котлов;  $f_5$  – химводочистка;  $f_6$  – подогреватель подпиточной воды;  $f_7$  – подогреватель химически очищенной воды;  $f_8$  – газо-мазутные горелки;  $f_9$  – мазутное

хозяйство.  $Y_{\text{кот}}$  – группа параметров описывающих выходную траекторию состояния схемы.  $F_{\text{сист1}}$  – оператор указывающий на функциональное состояние ЭС. Каждый элемент матрицы является узлом координатной сетки ЭС и служит для выработки продукции в формах тепловой и механической энергии.

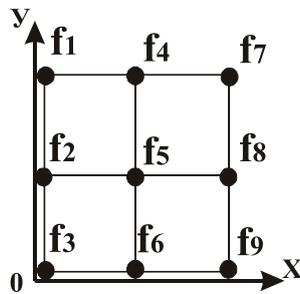


Рис. 1. Координатные функции и организация энергетического пространства состояния

Условия нужной глубины анализа требуют перехода на другой потоковый иерархический уровень построения модели. Для этого составляются функциональные уравнения для  $i$ -го количества основных структур. Выявляются типичные  $j$ -е потоковые связи между блоками (8)

$$(f_{i3}, f_{i2}) = F_{\text{ин}}(f_{i1}, f_{i4}, f_{i5}, f_{i6}), \quad (8)$$

которые обеспечивают функционирование каждого блока. Здесь главные интересующие субъекта из  $f_{ij}$  потоки вещества и энергии:  $f_{i2}$  – поток теплоты,  $f_{i3}$  – поток электрической энергии.  $(f_{i1}, f_{i4}, f_{i5}, f_{i6})$  – группа вспомогательных потоков, обеспечивающих тепловые и электрические составляющие. Пусть  $f_{i7}$  – поток основной продукции котельной, а энергетический потенциал каждого блока определяется через сумму удельных энергетических потенциалов, таких как теплоемкость, электроемкость, энергоемкость единицы выпускаемой продукции. Тогда потенциалы для каждого  $i$ -го элемента блока равны (9), (10), (11):

- теплоемкости

$$T_{\text{ни}} = f_{i2}/f_{i5}, \quad (9)$$

- электроемкости

$$\varepsilon_{\text{ни}} = f_{i3}/f_{i5}, \quad (10)$$

- энергоемкости продукции

$$\varepsilon_{\text{пот}i} = T_{\text{ни}} + \varepsilon_{\text{ни}} = (f_{i2} + f_{i3})/f_{i5}. \quad (11)$$

• знание потенциалов энергоемкости для каждого блока позволяет найти сумму из  $n$  потенциалов. Она определяет энергетический потенциал всей системы (13)

$$\sum_i^n \varepsilon_{\text{пот}i} = \varepsilon_{\text{пот.с}}. \quad (13)$$

Разность экспериментально полученных  $\varepsilon_{\text{пот.с}}^{\text{эксп}}$  и проектных энергетических потенциалов  $\varepsilon_{\text{пот.с}}^{\text{пр}}$  системы (14)

$$\Delta_{\text{пот.с}} = \varepsilon_{\text{пот.с}}^{\text{эксп}} - \varepsilon_{\text{пот.с}}^{\text{пр}}, \quad (14)$$

дает потенциал энергосбережения ЭС. Аналогичным образом вычисляются потенциалы энергосбережения для каждой из подсистем котельной. Если  $\Delta_{\text{пот.с}} > 0$ , то нужно искать способы уменьшения энергетического потенциала, если  $\Delta_{\text{пот.с}} < 0$ , то требуется обосновать причины отрицательного его значения.

Матрицы потенциалов в координатном пространстве объекта для экспериментальной модели имеют вид  $M_3$  (15) для проектной  $M_{\text{п}}$  (16).

$$M_3 = \begin{Bmatrix} 490 & 56,4 & 20 \\ 10 & 0,0 & 15 \\ 7,6 & 2,15 & 4,6 \end{Bmatrix}; \quad (15)$$

$$M_{\text{п}} = \begin{Bmatrix} 180 & 25,7 & 20 \\ 13,6 & 11,4 & 15 \\ 3,1 & 2,1 & 30,7 \end{Bmatrix}; \quad (16)$$

$$M_{\text{п.э}} = \begin{Bmatrix} 310 & 30,7 & 0,0 \\ -3,61 & -1,4 & 0,0 \\ 4,5 & 0,0 & 23,9 \end{Bmatrix}. \quad (17)$$

Вычитая из (15) (16) получим численные значения координатной функции потенциала энергосбережения для каждого энергетического узла ЭС котельной (17) (рис. 2). Потенциал энергосбережения в координатном пространстве ЭС самый высокий для функции  $f1 = 310$  т.у.т. в год.

Выводы по работе. Работа является продолжением работ [1, 2, 3] в рамках темы – «Поиск обобщенного интегрального энергетического показателя в условиях интеграции и трансформации наук существующего знания».

Проведен анализ процессов энергосбережения на примере реального источника тепломеханической энергии с помощью модели построенной с использованием понятий энергетического пространства состояния ЭС [2, 3].

На основе положений указанных в энергетической стратегии России до 2020 г. выбран для анализа обобщенный интегральный показатель в виде потенциала энергоемкости выпускаемой продукции [6].

Показан вывод этого показателя через потенциалы теплоемкости, электроемкости выпускаемой продукции энергетического объекта и применение удельного по-

тенциала энергоемкости к определению потенциала энергосбережения. Получены обобщенные аналитические выражения для построенных функций.

С помощью аналитических выражений определены особенности выбора энергос-

берегающих мероприятий из условия минимума диссипативной составляющей исследуемой энергетической системы.

Введено понятие координатных функций в пространстве энергетического состояния энергетического объекта (рис. 2).

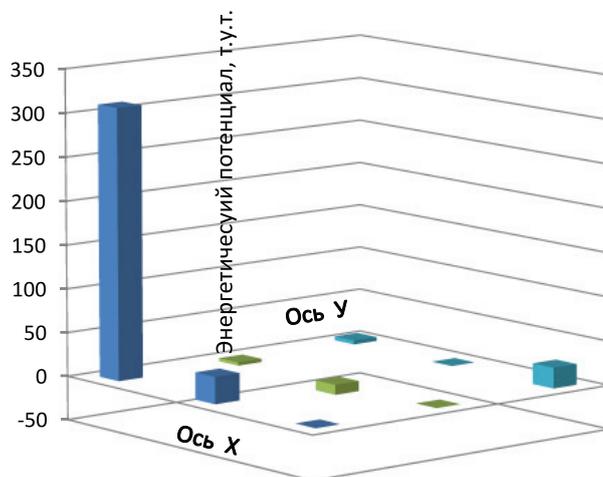


Рис. 2. Координатные функции потенциала энергосбережения

На основе разработанной методики моделирования проведена структуризация реального энергетического объекта в виде источника тепломеханической энергии. Определены параметры состояния идентифицированных структур.

Обоснованы практические рекомендации для моделирования потенциалов энергосбережения и условия выбора энергосберегающих мероприятий.

Сформулированы в терминах неравновесной термодинамики условия повторного проведения энергетического обследования (энергоаудита).

Определены для источника теплоты структуры, для которых в первую очередь надо вести выбор энергосберегающих мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игонин В.И. Особенности системной идентификации человекомерной модели функционирования технической энергосистемы // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 1. Технические науки. – С. 22–26.

2. Игонин В.И. Пути повышения эффективности теплоэнергетических систем: монография. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 119 с.

3. Игонин В.И. К построению математической человекомерной модели технического объекта в терминах энергетического пространства состояния // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 3. Технические науки.

4. Игонин В.И. Технологические особенности энергообследования зданий, сооружений и инженерных сетей: курс лекций. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 104 с.

5. Игонин В.И. Особенности формирования компетенций в курсе «Энергообследование зданий, сооружений и инженерных сетей» // Вузовская наука – региону: материалы десятой всероссийской научно-технической конференции. В 2-х т. – Вологда: ВоГТУ, 2012– Т. 1. – С. 207–211.

6. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. – М.: 2003. – 103 с.

7. Игонин В.И. Оценка теплоэнергетической эффективности работы предприятия // Вестник Череповецкого государственного университета – 2007. – № 3. Технические науки. – С. 46–54.

8. Метод определения эффективности применения энергосберегающих мероприятий в установках преобразования энергии / В.С. Агабабов, Е.С. Соловьева Н.В. Маляфеева // Энергосбережение и водоподготовка. – 2005. – № 5. – С. 21–23.

УДК 62-1

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И РЕКОНСТРУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Игонин В.И., Ставских В.М.

*ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный технический университет»,  
Вологда, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Методика моделирования включает в себя вопросы идентификации, структуризации, построения выходной траектории моделирования, алгоритма функционирования, блочное многоуровневое представление получаемых схемных решений от внедрения, требуемых для производства энергосберегающих мероприятий. Найдены потенциалы энергосбережения, как для каждого блока, так и для всей системы. Показаны пути их реализации в виде схемных решений и управления предприятием. Применение. Работа посвящена проблемам построения единой или интегральной модели служащей для оценки работы энергетической системы. Описание эффективности работы энергетических систем.

**Ключевые слова:** модель, идентификация, потенциал энергосбережения, потенциалы теплоемкости, электроемкости, энергоемкости продукции предприятия, координатные функции потенциала энергосбережения

## INTEGRATED ENERGY INDICATORS AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF SIMULATION AND RECONSTRUCTION OF THE ENTERPRISES OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY

Igonin V.I., Stawskih V.M.

*FGBOU VPO «Vologda State Technical University», Vologda, e-mail: igonvlad@yandex.ru*

Simulation methodology includes the issues of identification, structuring, construction output trajectory modeling, operation algorithm, block multi-level representation received by the circuit design from implementation, required for the manufacture of energy-saving activities. Found the potentials of energy saving as for each unit, and for the whole system. Shows the ways of their realization in the form of circuit design and management of the enterprise. The work is devoted to the problems of constructing a unified or integrated models used for assessing the work of the energy system. Description of the effectiveness of operation of energy systems.

**Keywords:** model identification, the energy saving potential, the potentials of heat capacity, электроемкости, energy intensity of production of the enterprise, co-ordinate the functions of energy saving potential

Работа является продолжением работ [1, 3, 4 6] в рамках темы – «Поиск обобщенного интегрального энергетического показателя в условиях интеграции и трансформации наук существующего знания» В [1] обоснована назревшая необходимость в решении проблемы. На основе положений и в соответствии с рекомендациями указанными в книге «Энергетическая стратегия России до 2020 г.» выбран для анализа энергетической системы предприятия обобщенный интегральный показатель в виде потенциала энергоемкости выпускаемой продукции [2, 5]. В [3, 4] с помощью понятий энергетического пространства состояния энергетической системы (ЭС) проведен анализ процессов энергосбережения для реального источника тепломеханической энергии. Показан вывод этого показателя через удельные потенциалы теплоемкости, электроемкости выпускаемой продукции. Обосновано применение удельного потенциала энергоемкости к определению потенциала энергосбережения энергетического объекта. Получены обобщенные аналитические выражения для координатных функций описывающих энергетическое состояние объекта исследования. Определены

особенности выбора энергосберегающих мероприятий из условия минимума диссипативной, составляющей исследуемой энергетической системы. Проведена структуризация реального энергетического объекта и определены параметры состояния идентифицированных структур. Даны практические рекомендации для построения модели ЭС на основе понятий потенциалов энергосбережения и определены условия выбора энергосберегающих мероприятий. Сформулированы в терминах неравновесной термодинамики условия повторного проведения энергетического обследования (энергоаудита). Определены для источника теплоты структуры, для которых в первую очередь надо вести выбор энергосберегающих мероприятий.

Однако, содержание последних статей не дает представления о методике моделирования пространственно временного состояния ЭС предприятия [6, 7] выпускающего товарную продукцию. Дело в том, что для технологического процесса связанного с серийным выпуском продукции характерен большой поток неоднородной параметрической информации. Возникают трудности с ее представлением в законченном

аналитическом виде. Сложившуюся ситуацию по изучению и изложению свойств и закономерностей рассматриваемой сложной системы в какой-то мере дополняет возможность применения методик созданных с помощью теории функционального моделирования.

Рассмотрим особенности применения этой теории в рамках процедуры идентификации модели «субъект-объект» [3], к построению модели описывающей энергетическое состояние завода выпускающего продукцию в виде керамического кирпича.

На основе анализа литературных данных и учитывая положения дел на базовом и других предприятиях строительной отрасли субъект делает вывод, о том, что требуется разработать методику по определению потенциала энергоресурсосбережения промышленной энергетической системы своего предприятия и найти эффективные методы его понижения с целью обеспечения условий максимальной экономии энергетических ресурсов.

Чтобы построить модель модернизации «объекта» исследования проведено энергетическое обследование энергетической схемы одного из заводов по производству керамических изделий. По результатам энергоаудита установлена действительная балансовая картина потребления, выработки, утилизации основных энергоресурсов.

В технологическом цикле производства наиболее энергоемкими являются энергосистемы сушки и обжига выпускаемых изделий [7]. Печи обжига, как правило, имеют самостоятельный топливный энергоресурс при наличии на заводе котельной. Тепловые схемы печи и котельной не связаны между собой. Котельная обеспечивает теплом промышленные и жилые здания поселка, где живет обслуживающий предприятие персонал. Получается так, что два теплотехнически организованных цикла практически связаны между собой только на уровне поддержания комфортных энергетических условий персонала, обеспечивающего технологический процесс производства.

Таким образом, предприятие покупает для изготовления кирпича сырье, электрическую и топливную энергии для воспроизводства кирпича, тепловой энергии и рабочей силы.

Термодинамический анализ условий воспроизводства показал, что энергетический потенциал теплоносителя выходящего из котлов в виде пара явно превышает требуемый для потребителя уровень. После печи обжига температура уходящих газов завышена. Поэтому излишки теплоты сбрасываются в окружающую среду.

Конструктивные недостатки в конструкции горелочных устройств ведут к излишней аккумуляции теплоты в ограждающих поверхностях печи и как следствие потерям через их поверхности. Тепловые сети изношены и разрегулированы.

Для такой типичной схемы и схемы организации энергопроизводства по нормативным параметрам построены математические модели. Определены энергетические потенциалы, характеризующие их энергетические состояния. Разность полученных потенциалов состояния определила потенциал энергосбережения. На основе найденной функции потенциала энергоресурсосбережения предложен оригинальный комплекс технических решений, приводящих к устойчивому функционированию предприятия с одновременным накоплением инвестиций на реконструкцию.

Субъектом приняты следующие технические решения: установить газо-водяной теплообменник на пути уходящих газов печи обжига, что даст возможность использовать вторичные энергоресурсы для получения горячей воды; провести оптимизацию работы тепловых сетей предприятия и жилой зоны; осуществить перевод работы котельной на водогрейный режим; ввести в энергетическую схему газо-поршневую электрогенераторную станцию; сделать реконструкцию горелочных устройств печей обжига с целью сокращения потерь теплоты от избыточного нагрева ограждающих поверхностей; провести наладку режимов горения.

Приведенные выше научные и практические результаты получены путем одновременного проведения численного и натурного промышленного экспериментов. Эффективность полученных решений подтверждена их промышленным внедрением со значительным экономическим эффектом.

Ниже рассматриваются основные принципы и этапы моделирования энергетического состояния предприятия по выпуску керамических изделий. Под энергетической системой (ЭС) субъект понимает совокупность ее подсистем, которая рассматривается, как единое целое и организована для решения определенных функциональных задач по выпуску продукции так, что две любые ее подсистемы взаимосвязаны некоторым системно-образующим соотношением. Эти относительно самостоятельные части системы, функционально связаны между собой через потоки энергии и вещества. Деление системы на компоненты условно и зависит от знаний субъекта о данном объекте оригинале.

Последовательность энергетических состояний системы характеризуется изменением текущих переменных или обобщен-

ных координат. При выборе энергосберегающих мероприятий выполняется процедура идентификации нужной энергетической области существования объекта. Выбор осуществляется с применением вложенных процедур анализа и синтеза.

Субъектом выбран следующий алгоритм моделирования процесса модернизации реальной ЭС.

В терминах пространства энергетического состояния алгоритм преобразования выглядит следующим образом –  $A_S$  [ $\langle$ входные параметры  $\vec{x}(t)$ ;  $z_0$  – начальные условия; временные параметры  $\rangle \Rightarrow \langle$ параметры состояния  $z(t) \rangle \Rightarrow \langle$ выходные характеристики системы –  $Y(t)$ ], где  $0 \leq t \leq T$ ,  $T = m\Delta t$ ,  $m = \overline{1, n}$  – интервалы квантования процесса по времени. Для данного производственного процесса математическое описание модели реконструкции предприятия имеет вид (1)

$$Y(t) = F_{\text{алг. преобр.}}(Z_0, t) = F_{1s}(Z_0; Z_{i=1..5}; t), \quad (1)$$

где  $Z_0 = Y1$ ,  $Z_{i=1..5} = (Y_{1r}; Y_{2r}; Y_{3r}; Y_{4r}; Y_{5r}; Y_{\text{норм}})$ . Период преобразования системы  $0 < t < 5$ , шаг квантования  $\Delta t = 1$  год. Энергетическое пространство состояния получено с помощью параметров системы эндогенного и экзогенного характера, сформированных из начальных и граничных условий функционирования реального производственного процесса получения керамического кирпича.

За период реконструкции предприятия построена последовательность из энергетического состояния шести функциональных моделей представленных в виде балансовых схем. Комплекс  $F1; F2; F3; F4; F5; F6$  – координатных и временных функций описывает энергетическое состояние каждого блока (подсистемы), которые через потоковые связи функционально определяют энергетическое состояние всей ЭС. Из шести балансовых схем описанных в (1) одна схема построена по нормативным данным, что позволяет разработать соответствующую нормативную балансовую схему потребления энергоресурсов для стандартной технологии пластического формирования кирпича при выпуске продукции в 30 млн. шт. в год.

Субъектом сделан вывод о том, что в основном существующие технологии изготовления кирпича однотипны. Одну из типичных схем энергетического цикла производства керамических изделий принять за базовую. Энергетическое состояние схемы определяют начальные условия моделирования следующего вида (2)

$$Y_{\text{норм1}} = F_{\text{норм1}}(F_1; F_2; F_3; F_6), \quad (2)$$

где представлены четыре основных узла:  $F_1$  – подготовки кирпича сырца;  $F_2$  – суш-

ки;  $F_3$  – обжига;  $F_6$  – котельной. В узле один готовится исходный материала, из которого формируется масса кирпича сырца. Во втором начинается и заканчивается процесс сушки продуктами сгорания печи обжига. В три осуществляется обжиг заготовки за счет энергии топлива преобразующейся в теплоту в горелочных устройствах. В узле шесть (котельной) производится теплота в виде пара и воды для отопления, горячего водоснабжения, вентиляции цехов предприятия и жилой зоны.

В соответствии с алгоритмом (1) сформировано несколько моделей. Система функциональных уравнений с учетом (2) имеет вид (3–6)

$$Y_2 = F_2(F_1; F_2; F_3; F_5; F_6). \quad (3)$$

$$Y_3 = F_3(F_1; F_{22}; F_{32}; F_{523}; F_{62}). \quad (4)$$

$$Y_4 = F_4(F_1; F_{22}; F_{32}; F_4; F_{52}; F_{62}). \quad (5)$$

$$Y_5 = F_5(F_1; F_{22}; F_{32}; F_{45}; F_{52}; F_{62}). \quad (6)$$

На основе (2)–(6) разработаны последовательности структурных схем с подробным описанием каждой структуры и потоковых связей. Положим, что субъект провел первоначальный анализ апостериорных данных и принимает решение о структуризации системы с помощью оператора преобразования обобщенной энергосистемы системы  $f_{ijk}$ . Структуризация дает  $n_i$ -е количество блоков, каждый блок при этом имеет  $n_j$  число типовых потоковых связей.  $n_k$  – указывает на назначение блока в необходимом схмотехническом решении, предназначенном для производства продукции.

Функциональные блоки и принадлежащие им производственные разнородные потоковые связи показаны на рис. 1. Здесь иллюстрируется алгоритм построения обобщенной (неоднородной) функциональной потоковой модели с помощью понятия – «блок-преобразователь» обобщенной энергии [3]. Блок, может быть, развернут в ту или иную структурную схему с описанием всех происходящих в нем процессов.

Функциональная модель для конечного этапа преобразования ЭС требуемой конфигурации и с учетом особенностей технологического процесса изготовления кирпича показана рис. 1,в. Она представлена шестью узлами, из которых 4 и 5 узлы газодляного теплообменника и газопоршневой электростанции.

На рис. 1,а показан исходный «блок-преобразователь» энергии с входным и выходным потоками «энергии и вещества». После  $k$ -го преобразования получается типовой блок рис. 1,б или узел будущей функциональной схемы 1,в. Типовой блок

характерен своими потоковыми связями присущими данному технологическому процессу, который организован на предпри-

ятии. Ниже приведены конкретные потоковые описания для каждого энергетического блока.

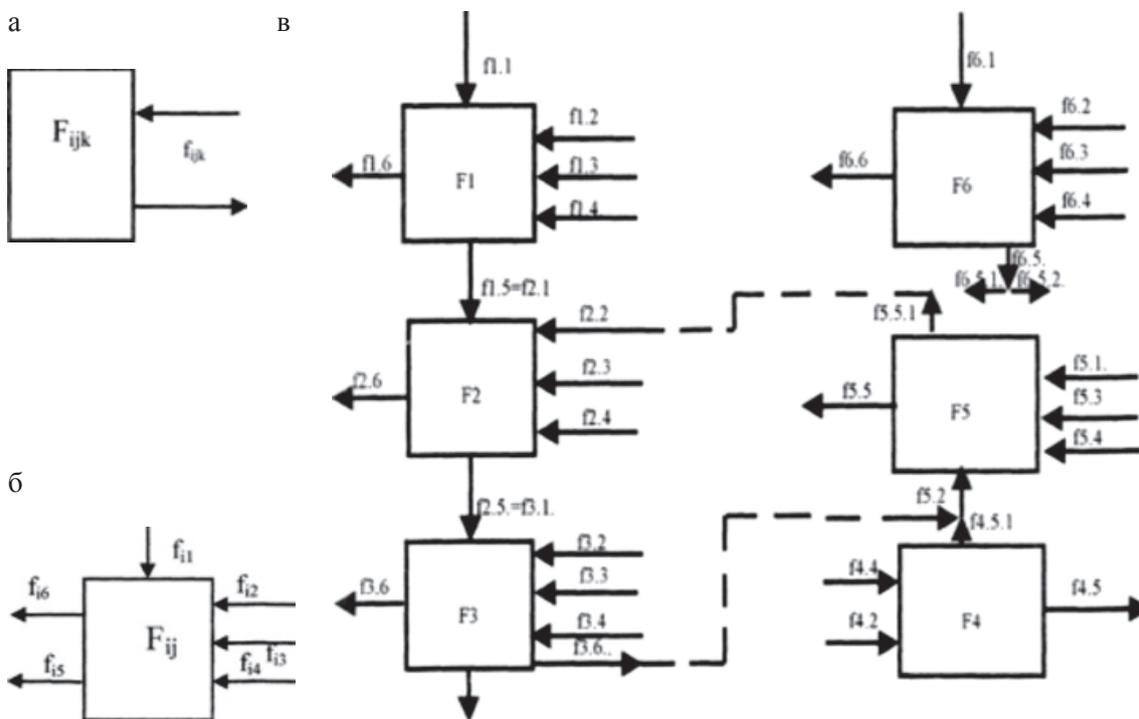


Рис 1. Функциональная потоковая модель энергетической системы после модернизации

F1 – блок массоподготовки и формовки кирпича-сырца: основные потоки энергии и вещества:  $f_{1.1}$  – исходного продукта (сырьё);  $f_{1.2}$  – рабочего тела – теплоносителя (пар, вода);  $f_{1.3}$  – электроэнергии;  $f_{1.4}$  – рабочей силы;  $f_{1.5}$  – выходного продукта – кирпич-сырец;  $f_{1.6}$  – отходов производства;  $f_{1.3}$  – электроэнергии.

F2 – блок сушки кирпича-сырца: потоки ( $f_{2.1}$ – $f_{2.5}$ ) – исходного продукта – кирпича-сырца;  $f_{2.2}$  – рабочего тела (вторичные энергетические ресурсы) –  $f_{5.2.1}$ ;  $f_{2.3}$  – электроэнергии;  $f_{2.4}$  – рабочей силы;  $f_{2.5}$  – выходного продукта (сухой кирпич);  $f_{2.6}$  – отходов производства (теплота в атмосферу).

F3 – блок обжига кирпича-сырца: потоки ( $f_{3.1}$ – $f_{3.5}$ ) – исходного продукта сухого кирпича;  $f_{3.2}$  – рабочего тела-топлива (природный газ);  $f_{3.3}$  – электроэнергии;  $f_{3.4}$  – рабочей силы;  $f_{3.5}$  – выходного продукта (готовая продукция);  $f_{3.6}$  – отходов производства (теплота в атмосферу);  $f_{3.6.1}$  – теплоты (дымовые газы).

F4 – газо-поршневая электростанция: потоки  $f_{4.1}$  – исходного продукта (расходные материалы);  $f_{4.2}$  – рабочего тела – топлива (природный газ);  $f_{4.4}$  – рабочей силы;  $f_{4.5}$  – выходного продукта (электроэнергия);  $f_{4.5.1}$  – теплоты – (дымовые газы).

F5 – котел теплоутилизатор: потоки  $f_{5.5}$  – выходного продукта (нагретая вода);  $f_{5.5.1}$  – вторичного теплового ресурса.

F6 – котельная:  $f_{3.2}$  – потоки рабочего тела – топлива (природный газ);  $f_{3.3}$  – электроэнергии;  $f_{3.4}$  – рабочей силы;  $f_{3.5}$  – выходного продукта (готовая продукция) в сети жилого массива;  $f_{3.6}$  – отходов производства (собственные нужды);  $f_{3.6.1}$  – теплоты (дымовые газы).

Эквивалентные уравнениям (4) и (6) блочные балансовые модельные представления для второго-третьего и четвертого годов организации процесса реконструкции показаны на рис. 2 и 3.

Субъект в первый год под воздействием принятых в обществе законов об энергосбережении энергоресурсов проводит энергоаудит и принимает решение о преобразовании энергетической схемы предприятия.

Если посмотреть на уравнения (2–6), то узел шесть стоит особняком и на первый взгляд не связан с заводской схемой распределения энергии.

Как правило, на предприятии такого типа установлены мощные паро-генерирующие установки промышленно-отопительного типа. Однако мощности котельной практически не задействованы в основном производстве, поскольку теплогенериру-

ющие установки обеспечивают тепловой энергией только промышленные, административные здания и жилой микрорайон, в котором живут рабочие завода. С другой стороны, тепломеханическое оборудование котельной потребляет значительное количество электроэнергии и топлива. Предприятие вынуждено платить за заявленную электрическую мощность. С целью поддержания комфортных условий для воспроизводства и существования рабочей силы проведена регулировка тепловых сетей для жилой и промышленной зон предприятия, что позволяет снизить потребление электрической энергии. Чтобы уменьшить расход топлива часть котлов котельной пе-

реведено на водогрейный режим работы. Поскольку тепловые сети изношены, то снижены параметры водного теплоносителя на выходе из котельной. Все перечисленные мероприятия проведены за первый и второй год перестройки энергетического режима работы ЭС. Они практически не повлияли на схмотехнические параметры определяющие режимы работы завода. Однако, поскольку котельная принадлежит субъекту, то изменились финансовые условия за счет сокращения расхода топлива, электроэнергии, потерь теплоты в сетях, снижения аварийности. Появились средства на модернизацию тепловой схемы обеспечивающей технологический процесс.

Балансовая схема энергоресурсов в технологии процесса выпуска кирпича

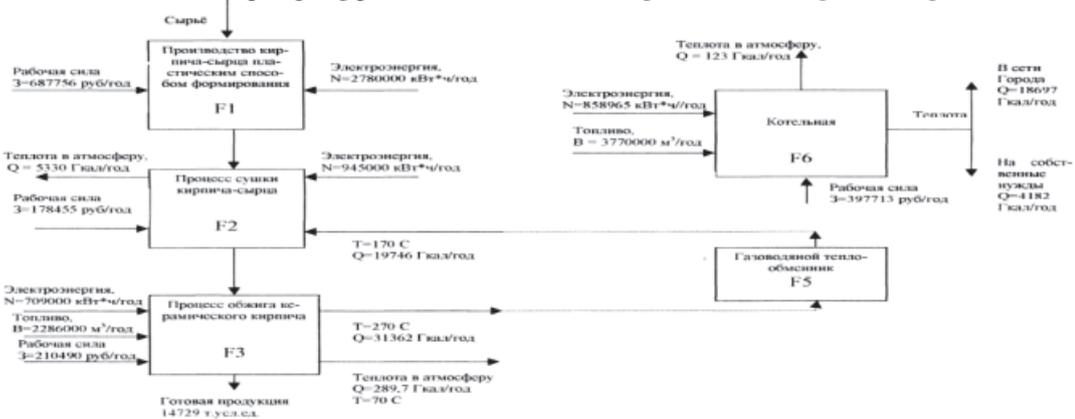


Рис. 2 Модель второго и третьего годов модернизации

Балансовая схема энергоресурсов в технологии процесса выпуска кирпича

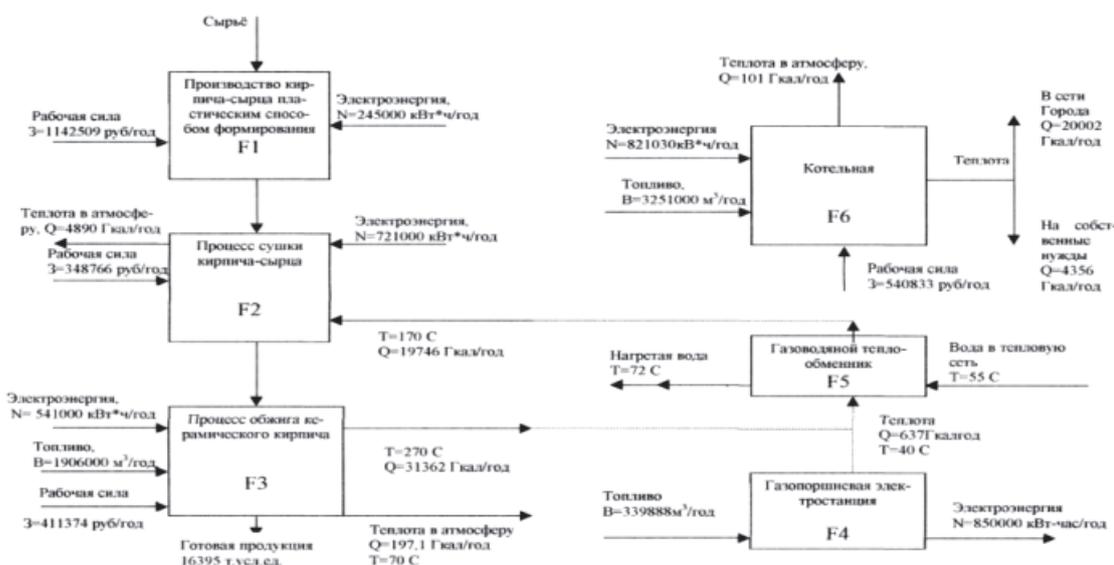


Рис. 3. Модель четвертого и пятого годов модернизации технологического процесса

Таким образом, в уравнении (3) и на рис. 2 появился пятый узел, изменяющий схмотехническое решение тепловой схемы

второго года перестройки за счет установки газо-водяного теплообменника. Результаты от преобразования схемы отображены на

балансовой схеме энергоресурсов второго и третьего годов модернизации. Параллельно начаты работы по реконструкции печей обжига, и внедрению газо-поршневой электростанции. Так появляется пятый узел в составе уравнений (4) и (5). В четвертом и пятом годах проведены работы по преобразованию печей обжига и запуска оборудования электростанции (рис. 3).

Для определения потенциалов энергосбережения найдены производственные функции удельных потенциалов теплоемкости, электроемкости, энергоемкости. Например, траектория изменения потенциалов электроемкости для каждого узла системы имеет вид (7):

$$Y_{эл} = f_{эл}[\text{Эл}_{F1}; \text{Эл}_{F2}; \text{Эл}_{F3}; \text{Эл}_{F4}; \text{Эл}_{F5}; \text{Эл}_{F6}; t], \quad (7)$$

матрица электроемкостей блоков после первого года работ (8)

$$M_{1эл} (\text{кВт} \cdot \text{ч/шт.}) = \begin{Bmatrix} 0,02 & 0,118 \\ 0,044 & 0,0 \\ 0,036 & 0,0 \end{Bmatrix}. \quad (8)$$

Для прогнозирования параметров схемы изначально заданы линейные функции изменения потенциалов. По ходу внедрения измерены ежегодные фактические экспериментальные значения основных потенциалов ЭС. Например, функция  $F1_{эл}(t)$  описана полиномом четвертой степени (рис. 4).

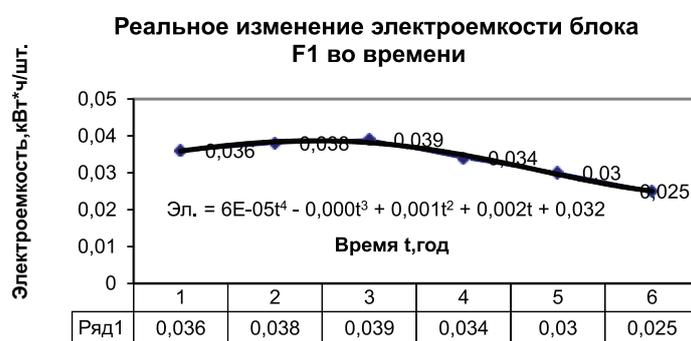


Рис. 4. Действительное изменение потенциала электроемкости во времени

На рис. 5 приведены результаты аппроксимации среднеинтегрального координатного потенциала теплоемкости для завода полиномом пятой степени.

Аналогичные представления получены и для потенциала энергосбережения.

Координатная функция потенциала энергосбережения для каждого узла схемы приведена на рис. 6.

Функция (1) энергетического состояния завода за период реконструкции в пять лет имеет вид (9)

$$Z_{i=1...5} = (Y_{1г}; Y_{2г}; Y_{3г}; Y_{4г}; Y_{5г}) = (8137204; 7996669; 7904322; 7894560; 7170670) \quad (9).$$

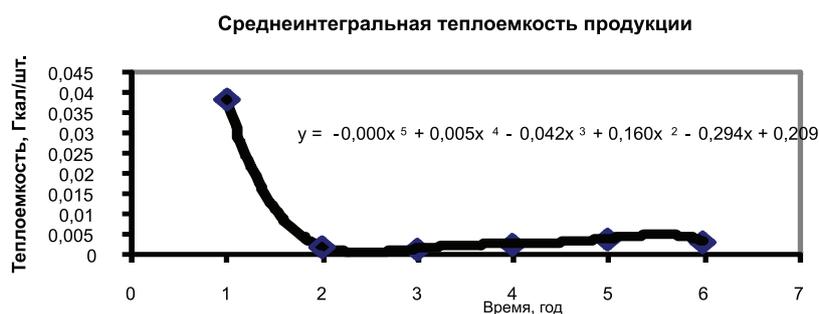


Рис. 5. Экспериментальное изменение координатной функции

Как видно из (9) субъекту удалось достичь значительной экономии энергоресурсов. Экономия составила в т.у.т. с первого по пятый год

$$\Delta = 8137204 - 7170670 = 966534 \text{ т.у.т./год.}$$

Таким образом, применение субъектом методики функционального моделирова-

ния и параметра обобщенного энергетического потенциала для анализа и синтеза нового технологического процесса выработки кирпича позволяет за выбранный период модернизации упорядочить процессы внедрения энергосберегающих мероприятий. Получить возможность осознанного управления энерготехнологической

составляющей производства из условия минимума потерь обобщенной энергии. Планово по мере получения информации о нарушении условий минимума потерь принимать меры по устранению перерасхода энергии.

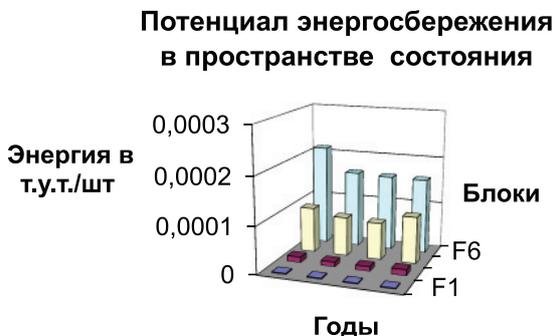


Рис. 6. Координатно-временное изменение потенциала энергосбережения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игонин, В.И.. О принципах интегральности и системности живевоспроизводства // Экология и безопасность. – 2009. – № 7.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года. – М.: 2003. – 103 с.
3. Игонин В.И. Особенности системной идентификации человекомерной модели функционирования технической энергосистемы // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 1. Технические науки. – С. 22–26.
4. Игонин В.И. К построению математической человекомерной модели технического объекта в терминах энергетического пространства состояния // Современные наукоёмкие технологии. – 2013. – № 3. Технические науки.
5. ГОСТ Р 51750-2001.Методика определения энергоёмкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003.
6. Игонин В.И. Пути повышения эффективности теплоэнергетических систем: монография. – Вологда: ВоГТУ, 2007. – 119 с.
7. Попов С.К., Стогов П.А. Теоретический минимум энергопотребления в теплотехнологии производства строительного кирпича // МЭИ, Промышленная теплоэнергетика. – 2007. – № 9. – С. 31–34.

УДК 621.822.574

## СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ РАБОЧЕГО ЗАЗОРА БЕСКОНТАКТНЫХ ПОДШИПНИКОВ

Копытов С.М., Космынин А.В., Ульянов А.В.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: kpe@knastu.ru

При экспериментальном исследовании газомангнитной опоры установлено, что одной из основных причин неоднозначности измерения зазора в бесконтактных опорах является неидеальная округлость вращающегося вала. Для устранения влияния неидеальности окружности вала на измерение зазора предложено использовать в качестве результата среднеарифметическое значение зазора, измеренного индуктивным датчиком перемещения за определенное число целых периодов вращения вала. Разработанная на языке LabVIEW программа позволила в реальном времени определять смещение опоры относительно вала с точностью 1 мкм. Приведены временная диаграмма сигнала индуктивного датчика и диаграммы перемещения опоры относительно вала в отсутствии и при наличии нагрузки на исследуемую опору.

**Ключевые слова:** газомангнитная опора, неидеальная округлость вала, рабочий зазор, LabVIEW, индуктивный датчик перемещения

## METHOD OF MEASUREMENT OF THE CLEARANCE NONCONTACT BEARINGS

Kopytov S.M., Kosmyinin A.V., Ulyanov A.V.

State educational institutional of higher professional educational «Komsomolsk-na-Amure state technical university», Komsomolsk-on-Amur, e-mail: kpe@knastu.ru

In the experimental study of gas-magnetic bearing is established that one of the main reasons for the ambiguity in the non-contact measurement of the gap supports an imperfect roundness of a rotating shaft. To eliminate the effects of non-ideal circumference of the shaft to measure the separation suggested as the result of an arithmetic mean value of the gap, measured by an inductive position transducer for a certain number of whole periods of rotation of the shaft. Developed in the language of LabVIEW program has real-time to determine the bearing displacement of the shaft to within 1 micron. Shows a timing diagram inductive sensor signal and chart movements of the shaft bearing in the absence and in the presence of the analyzed load bearing.

**Keywords:** gas-magnetic bearing, imperfect roundness of the shaft, working air gap, LabVIEW, inductive displacement sensor

Достоверное измерение толщины зазора в бесконтактных опорах необходимо для исследования характеристик таких опор, а также для управления работой активных опор с обратными связями. Ранее был предложен бесконтактный измеритель малых зазоров, выполненный на основе емкостных датчиков перемещения [1]. Особенностью данного устройства является применение интегрирующих конденсаторов, что увеличивает время измерения. Альтернативным методом измерения малых зазоров является использование индуктивных датчиков перемещения со встроенной схемой формирования аналогового выходного сигнала, например, серии BAW компании Balluff GmbH.

Измерение зазора индуктивными датчиками проводилось при исследовании оригинальной газомангнитной опоры [2–6]. Рабочий зазор в опорах такого типа не должен превышать 100 мкм, что предъявляет жесткие требования к средствам измерений зазора. В результате исследований выявлено, что на толщину воздушного зазора в опоре существенно влияет неидеальная округлость вала, что приводит к ошибкам измерения перемещения исследуемой опоры относительно вала.

Структурная схема измерения зазора приведена на рис. 1.

Механическая часть экспериментальной установки содержит упорные газовые подшипники для позиционирования вала в осевом направлении и исследуемую газомангнитную опору, расположенную в средней части вала. Во вращение вал приводится воздушным турбинным приводом. Электронные регистрирующие приборы представлены расположенным на исследуемой опоре индуктивным датчиком перемещения Balluff BAW-M08EI-UA с рабочим диапазоном измерений 0,5...1,5 мм, оптическим датчиком вращения вала на базе отражательной оптики, измерительным DAQ-устройством NI6259 компании National Instruments, персональным компьютером с программным обеспечением LabVIEW и цифровым осциллографом. Осциллограмма сигнала с выхода индуктивного датчика при вращении вала приведена на рис. 2.

По полученной осциллограмме можно судить о существенном отличии формы поверхности вала от идеальной окружности, что приводит к неоднозначности определения зазора в опоре и нахождения перемещения опоры относительно вала.

Для устранения влияния формы вала на измерение его перемещения было предложено использовать в качестве результата

среднеарифметическое значение измеренного зазора за определенное число целых периодов вращения вала. При этом в тече-

ние каждого периода вращения снимается множество равноотстоящих мгновенных отсчетов зазора.

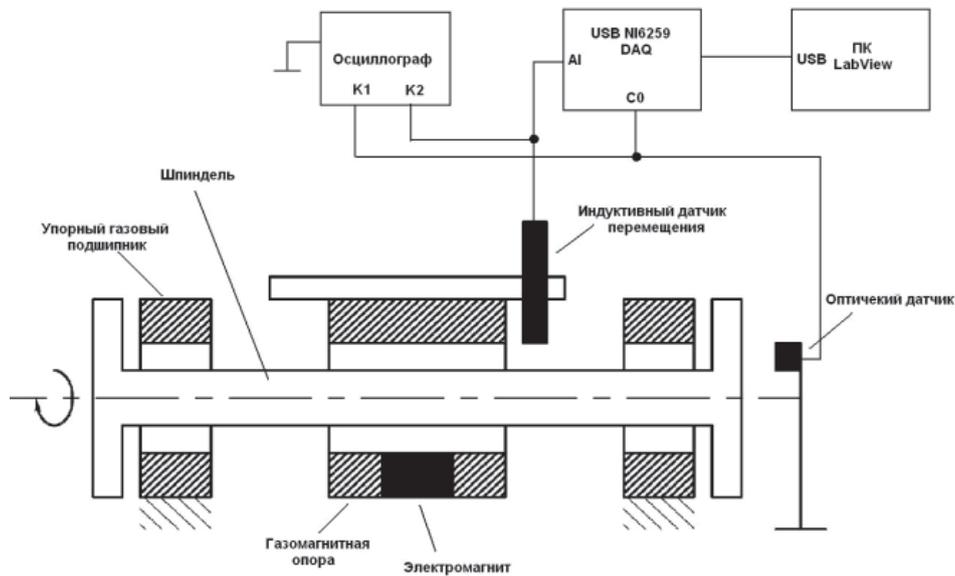


Рис. 1. Структурная схема измерения зазора в газомагнитной опоре

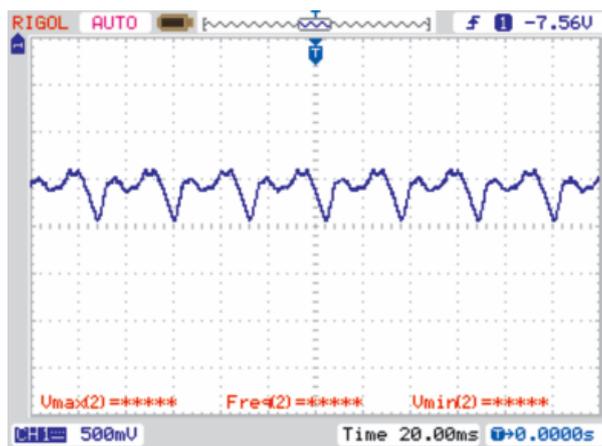


Рис. 2. Осциллограмма сигнала индуктивного датчика

С помощью оптического датчика вращения вала производится синхронизация начала и конца интервала измерений с определенным положением вала. Для срабатывания отражательной оптопары на блестящую поверхность торца вала нанесена поглощающая свет метка. Сигнал с оптического датчика поступает на вход счетчика устройства NI6259. Осциллограмма сигнала оптического датчика приведена на рис. 3.

Обработывает информацию и управляет DAQ-устройством программа, составленная на языке графического программирования LabVIEW [7]. Усреднение значений зазора происходит в течение десяти оборотов вала, в каждом обороте выполняются сто равноотстоящих измерений зазора. Программа

определяет период и частоту вращения вала, находит среднее значение зазора за десять оборотов, рассчитывает эксцентриситет вала.

Лицевая панель программы с временной диаграммой сигнала индуктивного датчика и диаграммами перемещения опоры относительно вала в отсутствии и при наличии нагрузки на исследуемую опору приведена на рис. 4.

В верхнем левом окне показана осциллограмма напряжения с индуктивного датчика зазора. В окне под ним приведен график усредненного значения расстояния от индуктивного датчика до вала за длительное время. Небольшие изменения уровня обусловлены подачей внешних нагрузок на газомагнитную опору. В верхнем пра-

вом окне приведен график усредненного напряжения датчика зазора. В окне под ним – пересчитанный в величину зазора в опоре усредненный сигнал датчика.

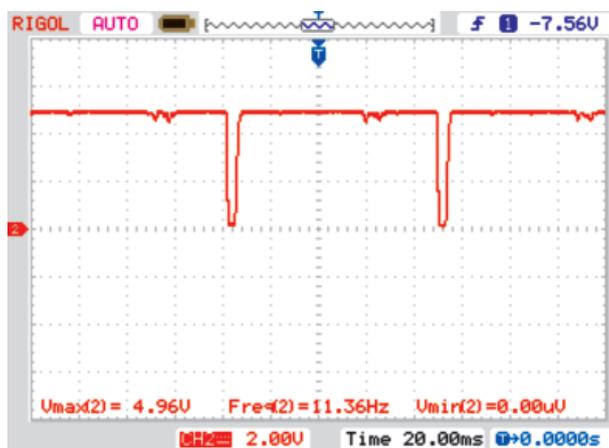


Рис. 3. Осциллограмма сигнала оптического датчика

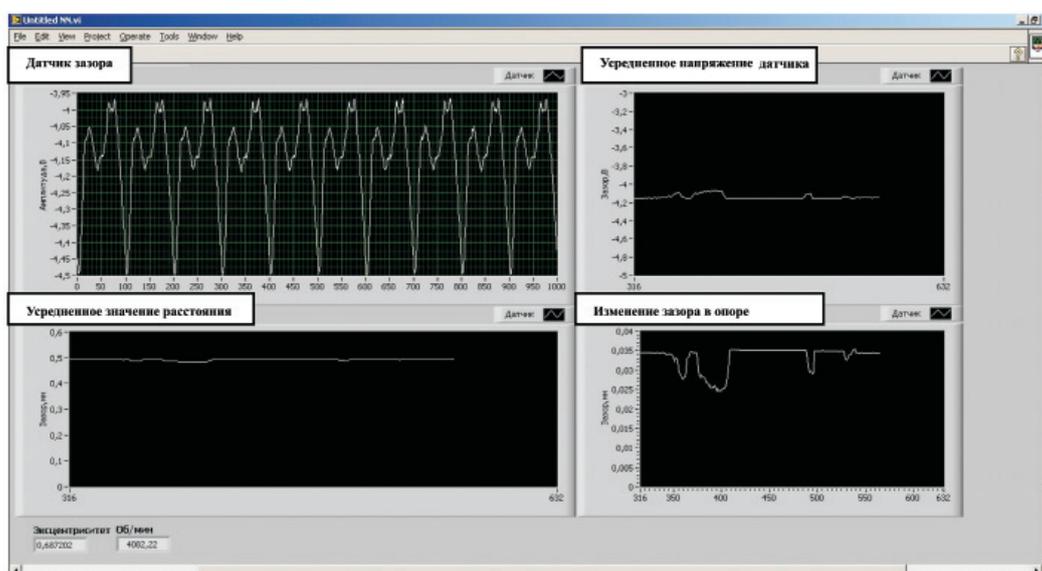


Рис. 4. Лицевая панель программы измерения зазора в газомангнитной опоре

Максимальное изменение текущего сигнала датчика перемещения при отсутствии нагрузки соответствует изменению зазора на 68 мкм, после усреднения сигнала положение опоры относительно вала в отсутствии нагрузки стабильно, а при наличии нагрузки фиксируется минимальное перемещение опоры на 1 мкм.

Предложенные структура установки и обработка сигналов датчиков позволили избавиться от неоднозначности измерения зазора в газомангнитной опоре, получить графики напряжения с индуктивного датчика зазора, определить средний радиальный зазор в опоре и эксцентриситет вала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Космынин А.В., Копытов С.М., Шаломов В.И. Бесконтактный измеритель малых зазоров // Со-

временные наукоемкие технологии. – 2007. – № 1. – С. 43–44.

2. Космынин А.В., Щетинин В.С., Иванова Н.А. Шпиндельные узлы на газомангнитных опорах // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 10. – С. 76.

3. Космынин А.В., Щетинин В.С. Определение полезной нагрузки газомангнитного подшипника высокоскоростного шпиндельного узла // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2010. – Т. 1. – № 1. – С. 55–57.

4. Космынин А.В., Щетинин В.С. Эксплуатационные показатели высокоскоростных шпиндельных узлов металлообрабатывающего оборудования с газомангнитными опорами // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 11. – С. 69–70.

5. Космынин А.В., Щетинин В.С., Виноградов С.В. Комбинированная опора шпиндельного узла // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12–1. – С. 83–84.

6. Космынин А.В., Щетинин В.С. Влияние магнитной силы в газомангнитных подшипниках на эксплуатационные показатели высокоскоростных шпиндельных узлов металлообрабатывающего оборудования // Вестник машиностроения. – 2010. – № 5. – С. 24–25.

7. Тревис Дж. LabVIEW для всех / Дж. Тревис, Дж. Кринг – М.: Изд-во ДМК Пресс, 2011. – 879 с.

УДК 539.4.014:11:620.163.32

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗАМЕДЛЕННОМУ РАЗРУШЕНИЮ СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ

**Шиховцов А.А., Мишин В.М.**

*Северо-Кавказский федеральный университет, филиал, Пятигорск,  
e-mail: alexey.shikhovtsov@mail.ru, mishinvm@yandex.ru.*

Проведен анализ результатов исследований по установлению критерия замедленного разрушения сталей. Установлена новая характеристика прочности стали – сопротивление замедленному разрушению. Предложена методика определения пороговых нагрузок при замедленном разрушении стальных деталей различных форм.

**Ключевые слова:** замедленное разрушение, стали, прочность

## METHOD OF DEFINITION OF RESISTANCE TO THE DELAYED FRACTURE OF STEEL DETAILS WITH CONCENTRATORS OF PRESSURE

**Shikhovtsov A.A., Mishin V.M.**

*North-Caucasian federal university, branch, Pyatigorsk,  
e-mail: alexey.shikhovtsov@mail.ru, mishinvm@yandex.ru.*

The analysis of results of researches on an establishment of criterion delayed fracture of steels. The new characteristic of strength of steel – resistance to the delayed fracture is established. The procedure of definition of threshold loads is offered at the delayed fracture of steel details of various forms.

**Keywords:** the delayed fracture, steel, strength

Замедленное хрупкое разрушение (ЗХР) высокопрочных стальных изделий с концентраторами напряжений является одним из наиболее опасных видов хрупкого разрушения, поскольку проявляется в результате длительного действия статических нагрузок и происходит, как правило внезапно при номинальных напряжениях ниже предела текучести [1]. Ранее было установлено, что этот вид разрушения преимущественно реализуется в высокопрочных сталях содержащих мартенсит: мартенситных, мартенситостареющих и метастабильных аустенитных сталях [2].

В связи с этим в ЦНИИЧермет (г. Москва) и в СКФУ (г. Пятигорск) в течение ряда лет проводились исследования этого опасного вида хрупкого разрушения. В данной публикации приведены результаты исследований по проблеме замедленного хрупкого разрушения (далее ЗХР).

Целью работы являлась разработка методики оценки системы допустимых (пороговых) нагрузок на стальные детали различных форм с концентраторами напряжений при замедленном разрушении на основе ранее установленных автором [2] критериев замедленного разрушения.

### 1. Материалы и методика испытания образцов на замедленное хрупкое разрушение

Испытания на ЗХР заключаются в нагружении образцов с надрезом чистым или сосредоточенным изгибом и последующей выдержке при фиксированной нагрузке до разрушения.

Испытания на замедленное разрушение нерентабельно проводить на универсальных испытательных машинах, ввиду большой длительности, поэтому была разработана и изготовлена установка для длительных испытаний на замедленное разрушение в присутствии водорода [3]. Испытательная установка позволяет одновременно проводить испытания сосредоточенным изгибом шести образцов при одновременном их наводороживании (или без него). Момент зарождения трещины регистрировали с помощью акустической эмиссии.

По результатам испытаний строятся зависимости времени до зарождения трещины от уровня напряжений (рис. 4 а,б, кривые 1–3). Каждая точка на кривой ЗХР соответствует разрушению одного образца.

Использовали стандартные образцы тип IV (Шарпи) из различных сталей, содержащих мартенсит (18Х2Н4ВА, 20С2Г3Н2ХФ и др.), а также из метастабильной аустенитной стали 50Н20. Особенностью этой метастабильной стали (50Н20) является то, что в процессе пластической деформации аустенита мартенситное превращение развивалось при комнатной температуре. ЗХР метастабильных аустенитных сталей связывают с образованием мартенсита, имеющего высокий уровень остаточных внутренних микронапряжений в результате  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращения при пластической деформации аустенита [4].

### 2. Методика расчета локальных напряжений в зоне зарождения трещины

Для хрупкого разрушения ключевым вопросом является вопрос о критерии пре-

дельного состояния материала. В отличие от критериев классической механики разрушения, рассматривающих критическое состояние образца или детали с уже имеющейся трещиной, предлагаемый автором критерий рассматривает критическое состояние материала перед концентратором напряжений без исходной трещины [5]. Зона локального разрушения (зарождения микротрещины) в этом случае совпадает с положением локального пика растягивающих напряжений перед концентратором напряжений [1]. Рассчитать в ней локальные напряжения возможно с помощью компьютерного математического моделирование напряженно-деформированного состояния методом конечных элементов (МКЭ).

Суть метода конечных элементов заключается в том, что тело представляется в виде некоторого каркаса, состоящего из элементов прямоугольной или треугольной формы. Совокупность элементов образует законченную решетку, внешняя форма которой соответствует форме тела. Распределение напряжений в теле рассчитывают, рас-

сматривая равновесие сил в общих точках или узлах решетки, а распределение деформаций – принимая во внимание перемещение обоих узлов.

Схема создания математической модели образца с надрезом или детали следующая: исследуемый объект – идеализированная расчетная схема – система линейных алгебраических уравнений. Непосредственный переход к расчетной схеме из соображений механики дает возможность естественно формулировать граничные условия, произвольно располагать узлы сетки элементов, сгущая ее в местах ожидаемого большого градиента напряжений и деформаций. Используемая модель позволяла рассчитывать напряжения, в том числе и в пластической зоне перед надрезом, с учетом эффекта упрочнения. Строили дискретную модель из квадратичных элементов для симметричной части образца с надрезом. Сетку элементов строили посредством стыковки семи фрагментов. Схема разбиения модели образца на фрагменты (1–7) приведена на рис. 1.

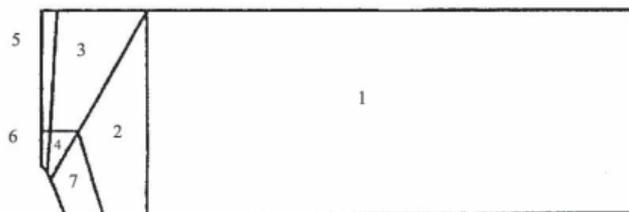


Рис. 1. Схема разбиения модели образца на фрагменты

На рисунке показана симметричная половина образца с надрезом тип IV (Шарпи). Графический образ сетки конечных элементов вблизи концентратора напряжений представлен на рис. 2.

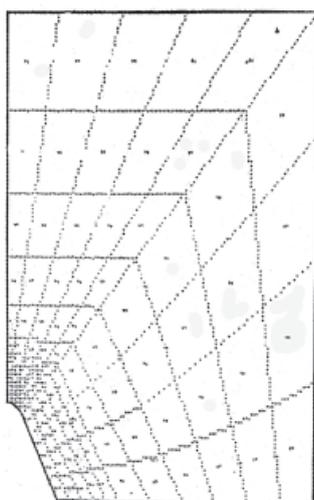


Рис. 2. Графический образ сетки конечных элементов вблизи концентратора напряжений

Входные характеристики программы: предел текучести, модуль Юнга, показатель и коэффициент упрочнения определяли из испытаний на растяжение гладких образцов МРГ-3. Моделировали образец  $10 \times 10 \times 40$  с надрезом глубиной 2,00 мм, углом раскрытия надреза  $45^\circ$  радиусом закругления 0,25 мм, нагруженный сосредоточенным изгибом (рис. 1). В результате расчетов с помощью МКЭ определяли напряженно-деформированное состояние во всех узлах сетки квадратичных элементов перед концентратором напряжений для дискретных нагрузок (шаг 200 кг) до и после появления пластической зоны перед надрезом вплоть до состояния общей текучести образца. По этим данным строили зависимость растягивающего напряжения  $\sigma_{11}$  от расстояния до поверхности надреза вдоль оси симметрии образца.

На рис. 3 представлены зависимости растягивающего напряжения от расстояния до поверхности надреза для шагового изменения приложенной нагрузки.

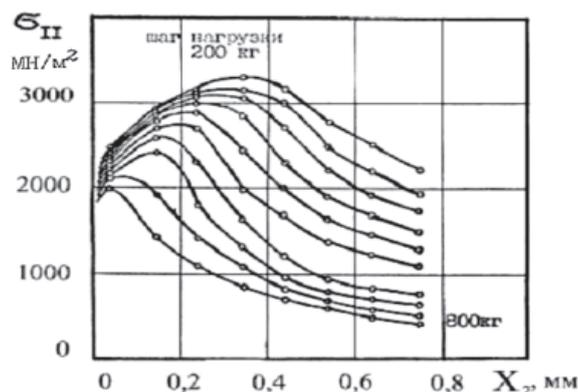


Рис. 3. Зависимости растягивающего напряжения  $\sigma_{II}$  от расстояния до вершины надреза стандартного образца тип IV (Шарпи) при шаговом увеличении нагрузки (шаг 200 кг). Сталь 18Х2Н4ВА

Таким образом, для любой заданной нагрузки можно определить максимальное локальное напряжение ( $\sigma_{11max}$ ) до и после образования пластически деформированной зоны перед концентратором напряжений.

### 3. Критерий замедленного хрупкого разрушения сталей, вызванного остаточными внутренними микронапряжениями

Важное значение имело установление характеристики сопротивления стали замедленному разрушению, независящей от геометрии концентраторов напряжений, геометрии деталей и применимой в расчетах на прочность. Такая характеристика должна характеризовать сопротивление непосредственно стали в данном структурном состоянии замедленному разрушению и, соответственно, может быть использована при расчете системы допустимых (пороговых) нагрузок на исследуемую деталь с концентраторами напряжений [2].

Использование методики определения напряженного состояния методом конечных элементов в зоне локального разрушения дало возможность определить максимальные локальные растягивающие напряжения ( $\sigma_{11max}$ ), вызванные приложением нагрузки извне и действием концентратора напряжений, и построить зависимости: время до зарождения трещины ( $t$ ) – максимальные локальные растягивающие напряжения ( $\sigma_{11max}$ ) (верхние кривые на рис. 4).

Анализ экспериментальных кривых замедленного разрушения в координатах: номинальное напряжение ( $\sigma_n$ ) – время до зарождения трещины ( $t$ ) образцов из мартенситной стали 18Х2Н4ВА и метастабильной аустенитной стали 50Н20 (рис. 4, в, г) с различными концентраторами напряжений (кривые 1–3) указывает на то, что склонность стали к ЗХР, оцениваемая по

уровню порогового номинального напряжения ( $\sigma_{n\text{ порог}}$ ) в значительной степени зависит от геометрии надрезов.

Был установлен факт совпадения кривых зависимостей времени до зарождения трещины ( $t$ ) от локальных напряжений ( $\sigma_{11max}$ ), соответствующие испытаниям образцов с различными концентраторами напряжений (рис. 4 в, г). Совпадение пороговых локальных напряжений для кривых, соответствующих образцам с различными концентраторами напряжений указывает на то, что пороговое локальное напряжение характеризует сопротивление непосредственно стали замедленному разрушению и не зависит от геометрии концентратора напряжений.

В частности, несмотря на относительно высокую пластичность метастабильных аустенитных сталей, процесс замедленного разрушения в них также контролируется силовым критерием – максимальным локальным растягивающим напряжением ( $\sigma_{11max}$ ), которое достигается перед концентратором напряжений в образовавшейся зоне с мартенситной структурой в результате  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращения [1].

Таким образом, была установлена характеристика сопротивления стали замедленному хрупкому разрушению, вызванному остаточными внутренними микронапряжениями – пороговое локальное растягивающее напряжение, ниже уровня которого замедленное разрушение не происходит.

### 4. Критерий замедленного хрупкого разрушения, вызванного воздействием водорода из внешней среды

Испытания на замедленное разрушение заключались в нагружении образцов с различными концентраторами напряжений (надрезами) до заданного уровня нагрузки при одновременном насыщении их водородом

дом и определении времени до зарождения трещины [3]. Строили кривые замедленно-го разрушения в координатах: время до за-

рождения трещины ( $t$ ) – номинальное напряжение ( $\sigma_n$ ), положение которых зависело от остроты надреза (рис. 5).

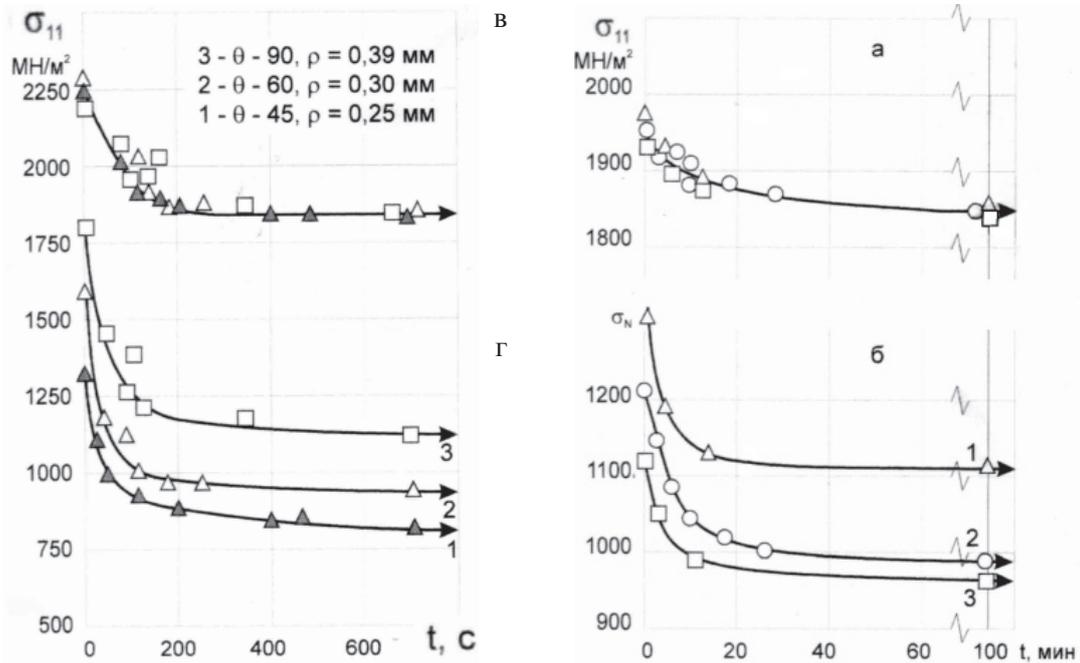


Рис. 4. Зависимости времени до зарождения трещины от величины номинального напряжения и максимального локального растягивающего напряжения образцов  $10 \times 10 \times 55$  мм с различными концентраторами напряжений:

$\sigma$  – мартенситная сталь 18Х2Н4ВА (закалка с  $950^\circ\text{C}$ , выдержка 24 ч, надрезы: 1 –  $45^\circ$ ,  $r = 0,25$  мм; 2 –  $60^\circ$ ,  $r = 0,30$  мм; 3 –  $90^\circ$ ,  $r = 0,39$  мм);  $\sigma$  – метастабильная аустенитная сталь 50Н20 (охлаждение от  $1100^\circ\text{C}$  в масле, надрезы: 1 –  $45^\circ$ ,  $r = 0,25$  мм; 2 –  $45^\circ$ ,  $r = 0,15$  мм; 3 –  $90^\circ$ ,  $r = 0,25$  мм)

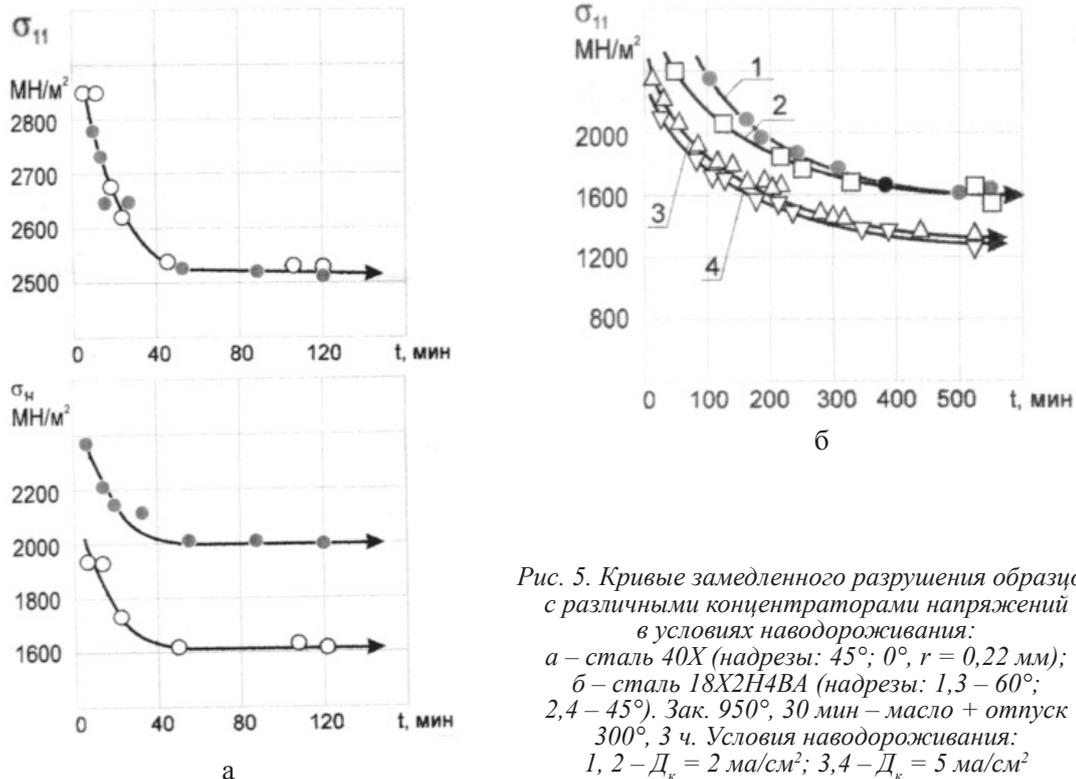


Рис. 5. Кривые замедленного разрушения образцов с различными концентраторами напряжений в условиях наводороживания:

а – сталь 40Х (надрезы:  $45^\circ$ ;  $0^\circ$ ,  $r = 0,22$  мм); б – сталь 18Х2Н4ВА (надрезы: 1,3 –  $60^\circ$ ; 2,4 –  $45^\circ$ ). Зак.  $950^\circ$ , 30 мин – масло + отпуск  $300^\circ$ , 3 ч. Условия наводороживания: 1, 2 –  $D_k = 2$  ма/см<sup>2</sup>; 3,4 –  $D_k = 5$  ма/см<sup>2</sup>

Расчет  $\sigma_{11max}$  методом конечных элементов и построение кривых замедленного разрушения в координатах:  $t - \sigma_{11max}$  позволило установить, что пороговые  $\sigma_{11max}$  для кривых, соответствующих различным концентраторам напряжений, совпадают (рис. 5 а,б). Повышение концентрации водорода в зоне зарождения трещины приводит к снижению уровня порогового  $\sigma_{11max}$  (рис. 5 б, кривые 3, 4 по сравнению с 1, 2).

Изучение условий локального разрушения стальных образцов с надрезом (40Х, 18Х2Н4ВА), охрупченных водородом (рис. 5 а,б) и испытывающих действие статической нагрузки, показало, что в условиях плоской деформации, равновесия и постоянства внешних условий (температуры испытаний и активности водорода) возможность реализации хрупкого разрушения определяется только действующим максимальным локальным растягивающим напряжением ( $\sigma_{11max}$ ).

Необходимым условием протекания замедленного разрушения по механизму водородного охрупчивания является комбинация критических концентраций водорода и напряжений в зоне локального разрушения. Время достижения критической комбинации соответствует времени до зарождения трещины. Вызванное водородом локальное разрушение происходит в первую очередь перед концентраторами напряжений, где растягивающие напряжения максимальны и наблюдается концентрация водорода в областях гидростатических растягивающих напряжений перпендикулярных плоскости разрушения [3].

Таким образом, установлено, что и в случае замедленного разрушения сталей при воздействии водорода из внешней среды, пороговое локальное растягивающее напряжение является характеристикой сопротивления стали замедленному разрушению и не зависит от геометрии концентратора напряжений.

### 5. Расчет пороговой системы нагрузок при замедленном разрушении детали

Установленная физико-механическая характеристика замедленного разрушения – пороговое локальное растягивающее напряжение – может быть использована для оценки пороговой прочности стальных деталей с концентраторами напряжений, в том числе, и в водородсодержащих средах.

На первом этапе с помощью выше изложенной методики по испытанию стандартных образцов на замедленное разрушение определяют характеристику сопротивления стали в данном структурном состоянии замедленному разрушению – пороговое локальное растягивающее напряжение.

На втором этапе с помощью метода конечных элементов проводится расчет напряженно-деформированного состояния детали при шаговом изменении системы приложенных нагрузок. Это дает возможность определить максимальные локальные напряжения в местах концентрации напряжений (и место, где они локализованы) для любой системы нагрузок приложенных к детали (рис. 6).

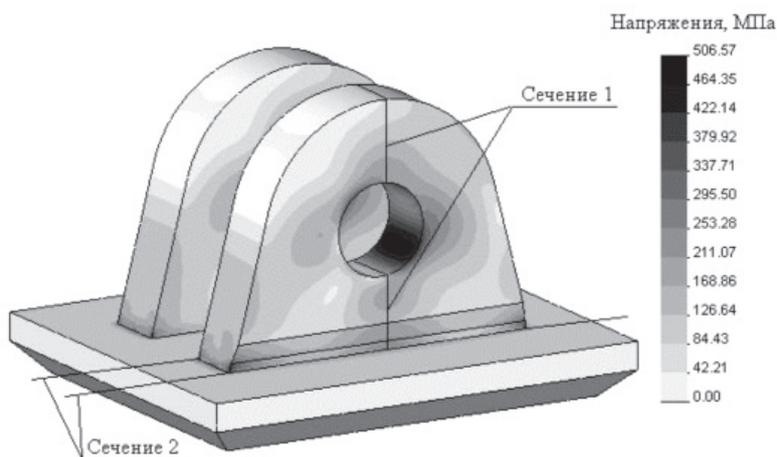


Рис. 6. Пример графического представления результатов расчета напряжений в детали «проушина» с помощью МКЭ

На третьем этапе для порогового максимального локального растягивающего напряжения, определенного из испытаний на ЗХР образцов и проведенного рас-

чета с помощью МКЭ, определяют соответствующую ему пороговую систему приложенных нагрузок для изучаемой детали.

### Заклучение

Таким образом, предлагается методика оценки склонности стальных деталей к замедленному разрушению, состоящая из следующих этапов.

1. Испытания на замедленное разрушение образцов с надрезом и определение с помощью МКЭ порогового локального напряжения – характеристики сопротивления стали ЗХР.

2. Расчет напряженно-деформированного состояния детали с помощью МКЭ при пошаговом изменении системы нагрузок.

3. Определение пороговой системы нагрузок для детали, соответствующей достижению в зоне зарождения трещины порогового локального напряжения.

Представленная методика позволяет определять пороговые системы нагрузок для деталей как для случая замедленного хрупкого разрушения, вызванного остаточными внутренними микронапряжениями, так и для замедленного разрушения, вызванного воздействием во-

дородоизокружающей среды при эксплуатации детали.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструкционных сталей: монография. – Пятигорск: Спецпечать, 2006. – 226 с.

2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 3. – С. 37–42.

3. Мишин В.М., Береснев А.Г., Саррак В.И. Способ определения склонности к замедленному разрушению стали при одновременном действии водорода и механических напряжений // Заводская лаборатория. – 1986. – № 8. – С. 69–71.

4. Сарак В.И., Артемова Е.Н., Суворова С.О., Мишин В.М. Силовой критерий замедленного разрушения метастабильной аустенитной стали // Проблемы прочности. – 1989. – № 11. – С. 69–72.

5. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Кинетическая модель замедленного разрушения закаленной стали // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2008. – № 3. – С. 28–33.

6. Шиховцов А.А., Мишин В.М. Разделение силовой и термоактивационной компонент разрушения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11. – С. 104–105.

УДК 517

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИСКРЕТНОГО СПЕКТРА СТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ИЗ ДАННЫХ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ**

**Ильяшева Г.И., Саябаева А.Р.**

*Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетау, e-mail: gulzhamal@inbox.ru*

Эта работа показывает соотношение между стационарной задачей Шредингера и нестационарной задачей для одномерного волнового уравнения с нелокальным потенциалом. Эта связь выражается в определении дискретного спектра стационарной задачи по данным нестационарной задачи.

**Ключевые слова:** дискретный спектр, стационарная задача, нестационарная задача

**DETERMINATION OF THE DISCRETE SPECTRUM OF THE STATIONARY PROBLEM OF THE DATA NON-STATIONARY PROBLEMS**

**Ilyasheva G.I., Sayabaeva A.R.**

*Kokshetau State University. Sh. Ualikhanov, Kokshetau, e-mail: gulzhamal@inbox.ru*

This work shows the relation between stationary problem of Shredinger and non-stationary problem for univariate wave equation with non-local potential. This relation is expressed in determining the discrete spectrum of stationary problem from the data of non-stationary problem.

**Keywords:** discrete spectrum, stationary problem, nonstationary problem

Большой практический интерес представляет определение собственных значений сложных дифференциальных операторов.

Рассмотрим в пространстве функций одной переменной уравнение Шредингера [4]

$$\frac{\partial}{\partial x^2} \phi(x, k) + k^2 \phi(x, k) = -q(x)N(k), \quad (1)$$

где  $x, y \in R, k > 0$  и

$$N(k) = \int_R q(y) \phi(y, k) dy.$$

Пусть  $q$  – вещественная локально-интегрируемая функция, удовлетворяющая условиям:

$$(1 + |x|)q(x) \in L_1(R) \cap L_2(R); \quad (2)$$

$$\frac{dq(x)}{dx} \in L_2(R). \quad (3)$$

Обозначим множество всех функций  $q$ , удовлетворяющих условиям (2) и (3) через  $M$ .

Среди множества решений уравнения (1) будут интересовать те решения, которые на бесконечности ( $|x| \rightarrow \infty$ ) удовлетворяют условиям излучения Зоммерфельда [1].

Рассмотрим оператор Шредингера

$$H = -\frac{\partial^2}{\partial x^2} - Q$$

где  $Q$  – оператор, действующий по правилу

$$Qf(x) = q(x) \int q(y) f(y) dy.$$

Основным результатом теории рассеяния [3] является утверждение о том, для

оператора  $H$  существует инвариантное относительно  $H$  разложение пространства  $L_2(R)$  в ортогональную сумму

$$L_2(R) = X_d + X_{a.c}$$

собственных подпространств, соответствующих дискретному и абсолютно-непрерывному спектру этого оператора.

Оператор  $H$  имеет конечное число собственных значений, причем эти значения действительные положительные. Обозначим их через  $E_j^2 (j = 1 \dots N)$ , а соответствующие им собственные функции – через  $\psi_j$ , через  $q_j$  – коэффициенты Фурье в разложении функции  $q$  по собственным функциям  $\psi_j$

$$q_j = \int_R q(x) \psi_j(x) dx.$$

В данной работе предлагается метод определения собственных значений оператора  $H$  из данных обратной нестационарной задачи. Дадим ее постановку.

Известно [2], что постановка обратной задачи неразрывно связана с постановкой прямой задачи, которая имеет следующий вид: в пространстве функций одной переменной для уравнения

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} u(x, t) - \frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, t) = q(x) \int_R q(y) u(y, t) dy, \quad (4)$$

в области  $G = \{(x, t): x \in R, t \geq 0\}$  найти функцию  $u_\varepsilon(x, t) \in C^2(R)^2$ , удовлетворяющую уравнению (4) и начальным условиям

$$u_\varepsilon|_{t=0} = 0; \quad (5)$$

$$\left. \frac{\partial u_\varepsilon}{\partial t} \right|_{t=0} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon^2 + x^2}, \quad (6)$$

где  $\varepsilon$  – некоторая константа,  $\varepsilon > 0$ .

Сразу оговорим, что функция  $q(x)$  должна удовлетворять условиям (2) и (3).

Введем обозначение

$$u(x, t) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} u_\varepsilon(x, t). \quad (7)$$

Положим, что при  $t < 0$  функция  $u(x, t)$  продолжается нулем.

$$\begin{aligned} ip\tilde{u}(0, p) + \left. \frac{\partial \tilde{u}(x, p)}{\partial x} \right|_{x=0} &= 4\pi [u_1^-(0, p) - u_1^+(0, p)] + \\ &+ \frac{1}{2} \left[ \tilde{q}(p) \sum_{j=1}^N C_{1j} q_j \delta(E_j - p) + \tilde{q}(p) \sum_{j=1}^N C_{2j} q_j \delta(-E_j - p) \right], \end{aligned} \quad (8)$$

где  $u_1^+$ ,  $u_1^-$  – собственные функции непрерывного оператора Шредингера;  $C_{1j}$ ,  $C_{2j}$  – некоторые коэффициенты.

Так как, согласно постановке обратной нестационарной задачи, функция

$$\begin{aligned} \tilde{f}(p) &= 4\pi [u_1^-(0, p) - u_1^+(0, p)] + \\ &+ \frac{1}{2} \left[ \tilde{q}(p) \sum_{j=1}^N C_{1j} q_j \delta(E_j - p) + \tilde{q}(p) \sum_{j=1}^N C_{2j} q_j \delta(-E_j - p) \right]. \end{aligned} \quad (9)$$

Равенство (9) выражает связь данных обратной нестационарной и стационарной задач.

Имеет место

**Утверждение.** Для собственных значений  $E_j^2$  оператора Шредингера справедливо равенство

$$\tilde{q}(E_j) = 0.$$

Тогда в силу утверждения 1 два члена во вторых квадратных скобках выражения (9) в обобщенном смысле равны нулю. Следовательно,

$$\tilde{f}(p) = 4\pi [u_1^-(0, p) - u_1^+(0, p)].$$

Поставим для уравнения (4) следующую обратную задачу: найти функцию  $q(x) \in C(R)$ , если задано дополнительное условие

$$ip\tilde{u}(0, p) + \left. \frac{\partial \tilde{u}(x, p)}{\partial x} \right|_{x=0} = \tilde{f}(p).$$

В процессе исследования прямой нестационарной задачи получено ее свойство, выраженное в следующей теореме.

**Теорема 1.** Для функции (7) имеет место соотношение

$$\tilde{f}(p) = ip\tilde{u}(0, p) + \left. \frac{\partial \tilde{u}(x, p)}{\partial x} \right|_{x=0}$$

считается известной, то из соотношения (8) следует, что для функции  $\tilde{f}(p)$  имеет место также следующее представление

Доказана

**Теорема 2.** При  $p = E_j$  функция  $\tilde{f}(p)$  равна нулю, т.е.

$$\tilde{f}(E_j) = 0.$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1971. – 512 с.
2. Романов В.Г. Некоторые обратные задачи для уравнений гиперболического типа. – Новосибирск: Наука, 1972. – 301 с.
3. Фаддеев Л.Д. Обратная задача квантовой теории рассеяния II // Современные проблемы математики. – М.: ВИНТИ, 1974. – С. 93–180.
4. Шадан К., Сабатъе П. Обратные задачи в квантовой теории рассеяния. – М.: Мир, 1980. – 408 с.

УДК 549.322.21

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ  
В СТРУКТУРЕ ПИРРОТИНА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД****Онуфриенок В.В.***Сибирский федеральный университет, Красноярск, e-mail address: VOnufriynok@yandex.ru*

Осуществлен сравнительный анализ кристаллической структуры, химического и фазового состава природных пирротинов золоторудных месторождений «Панимба» и «Благодатное» (Северо-Енисейск). Особенностью пирротинов месторождения «Панимба» является наличие атомов золота в их кристаллической структуре, в то время, как пирротины месторождения «Благодатное» примесных атомов золота не имели в структуре. На основе анализа кристаллической структуры природных пирротинов получено аналитическое выражение для расчета плотности точечных дефектов в нестехиометрических минералах типа пирротин. Представленные результаты расчета плотности точечных дефектов в кристаллической структуре пирротинов этих месторождений сопоставлены между собой и с содержанием золота в породе. Плотность примесных атомов рассчитывалась и сопоставлялась отдельно по каждому из атомов примеси Co, Ni, Cu, Au для пирротинов двух месторождений. Предложена формула представления химического состава нестехиометрических минералов типа пирротин, содержащих в кристаллической структуре атомы, отличные от атомов образующей матрицы.

**Ключевые слова:** вакансии, точечные дефекты, золото, кристаллическая структура, пирротин**COMPARATIVE ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF IMPURITY ATOMS IN STRUCTURE  
PYRRHOTITE GOLD ORE CONTAINING****Onufrienok V.V.***Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail addresses: VOnufriynok@yandex.ru*

Comprehensive comparative analysis of the crystal structure, chemical and phase composition of natural pyrrhotites «Panimba» and «Blagodatny» deposits (Severo-Yeniseisk). Pyrrhotite feature of «Panimba» deposit is gold content in the crystal structures, but pyrrhotites «Blagodatny» deposits is not gold content in structures. On the basis of the analysis of crystal structure natural pyrrhotites analytical expression for calculation of density of point defects in nonstoichiometric minerals is received. of impurity atoms. Calculation of concentration of point defects in crystal structure natural pyrrhotites a various chemical compound is made and compared to a gold content in ore and in crystal structure. The density of impurity atoms is calculated separately for the impurity atoms Co, Ni, Cu and Au and cation vacancies in the crystal structure. The chemical formula for concept of structure nonstoichiometric the minerals containing in crystal structure atoms, distinct from atoms of a forming matrix is offered.

**Keywords:** cation vacancies, gold, point defects, crystal structure, gold, pyrrhotites

В геологоразведочной практике на разных стадиях работ широко используются типоморфные признаки главных и примесных минералов руд для оценки уровня эрозийного среза месторождений, положения в рудном теле (фланг, центральное сечение, лежащий, висячий бок рудного тела или месторождения), степени промышленной рудоносности и других геометрических, технологических и экономических параметров по единичным наблюдениям. Известно, что практически все природные минералы содержат в кристаллической структуре точечные дефекты различной природы [1, 4, 6, 7–9]. Концентрация этих дефектов может достигать 10% и более. Относительно высокая концентрация точечных дефектов в структуре, несомненно, отражается в типоморфизме минералов. Типоморфные свойства минералов, их парагенетические ассоциации определяются РТХ – параметрами их образования, однако, природные вариации количественных значений этих параметров, зависят от многих факторов, изучены не в полной мере. Моделирование минералообразующих процессов на экс-

периментальном материале предполагает многочисленные ограничения в практическом использовании. Поэтому косвенная связь концентраций золота в горных породах и рудах и типоморфных свойств сопутствующих минералов, выражающаяся сложными математическими уравнениями, является объектом пристального внимания при количественном прогнозировании. Геологическими исследованиями многочисленных золоторудных месторождений установлены ассоциирующие с золотом минералы, на минералогическом признаке проведена типизация месторождений, однако, качественная и количественная корреляция содержания золота в рудах с типоморфными свойствами минералов исследована пока не достаточно. Эти вопросы в настоящее время приобретают особую актуальность в связи с расширением золотодобычи в стране, что требует переоценки известных месторождений, поиском и прогнозированием новых золотоносных объектов. Пирротин различного химического состава и с различной плотностью примесных атомов часто встречается в золотосодержащей руде. Интерес

представляет количественное сопоставление примесных атомов различной природы в пирротине различных месторождений, а также изучение закономерностей их распределения в структуре пирротина различного состава, с процентным содержанием золота как в кристаллической структуре пирротина, так и в золотоносной породе. Примесные элементы искажают кристаллическую структуру основной структурной матрицы. Их влияние на свойства минералов исследовано фрагментарно, хотя роль таких искажений, вызванных зачастую именно примесными атомами, может оказаться, в ряде случаев, доминирующей.

В настоящем сообщении рассматриваются типоморфные кристаллохимические свойства пирротина золоторудных месторождений «Панимба» и «Благодатное» в Енисейском кряже (Красноярский край). Отличительной особенностью пирротинов месторождения «Панимба» является содержание золота в кристаллической структуре, в то время, как пирротины месторождения «Благодатное», не имели в структуре атомов золота, но, при этом, часто его оказывается достаточно много в руде. Причины содержания золота в структуре пирротина одних месторождений и отсутствие его в структуре пирротина других месторождений не ясны до настоящего времени и, несомненно, вызывают интерес.

#### Цель исследования:

а) рассчитать на основе предложенного Онуфриенком [5, 7] алгоритма плотность примесных атомов в структуре пирротина;

б) сопоставить расчетную плотность для каждого сорта примесного атома в структуре пирротинов месторождения «Панимба» и «Благодатное» и выявить основные отличия в законах из распределения в структуре;

в) проанализировать содержание золота в породе и в структуре минерала сопоставив его с плотностью примесных атомов различной природы в структуре пирротинов месторождения «Панимба» и «Благодатное»;

г) установить роль различного рода дефектов в кристаллохимических превращениях в пирротинах.

#### Материал и методы исследования

Исследовался пирротин из месторождения «Панимба» и «Благодатное» в Енисейском кряже (Красноярский край, Россия). Химический состав изучаемых пирротинов определялся рентгеноспектральным методом (XRS) на установке «Сamebaх-Micro» в лаборатории микронного анализа СО РАН. Кристаллическая структура и фазовый состав образцов контролировались методами РФА на дифрактометре XRD-7000S фирмы Shimadzu с использованием

рентгеновского излучения Cu(K $\alpha$ ). Расчет плотности точечных дефектов в структуре пирротина осуществлялся по формулам, предложенным в работе [5, 7].

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа различного рода точечных дефектов в пирротине необходимо рассмотреть его кристаллическую структуру. Пирротин обладает кристаллической структурой типа NiAs (B-8). Базисная элементарная ячейка такой структуры содержит два катиона и два аниона (структура с базисной элементарной ячейкой 1С). Отличие от стехеометрического состава объясняется тем, что часть катионных позиций вакантна [1, 3, 5, 7]. Ранее была предпринята попытка выявить зависимость геохимических свойств и особенностей распределения золота в руде, проявляющиеся в химическом составе и кристаллической структуре пирротинов месторождения «Благодатное», кристаллическая структура которых не содержала атомов золота в виде точечных дефектов [4]. Также была предпринята попытка выявить зависимость геохимических свойств и особенностей распределения золота в кристаллической структуре пирротинов месторождения «Панимба», кристаллическая структура которых содержала атомы золота в виде точечных дефектов [6]. В представленной работе интересно сопоставить результаты этих отдельных исследований и выявить основные отличия в распределении примесных атомов в структуре пирротина.

Для нестехиометрических минералов со структурой типа NiAs, содержащих катионы с атомным весом  $M_{кн}$  анионы с атомным весом  $M_{ан}$ , максимальное содержание примесных атомов, при их полном заполнении всех вакантных позиций в структуре, можно рассчитать по формуле:

$$\varphi = \{(x-1)y100\} / \{y(x-1) + (M_a + M_k)\}, \quad (1)$$

где  $y$  – атомный вес катионов внедрения.

Для определенности, отношение  $x = A/K$  можно выбрать такое же, как и у пирротинов, т.е.  $1 < x < 1,2$ . Заметим, что для пирротинов  $A$  – это сера, а  $K$  – железо. Очевидно, что в общем случае  $A$  и  $K$  могут быть другие элементы и другое их соотношение в минерале.

На основе XRS анализа химического состава природных минералов следует, что атомы внедрения занимают обычно не все вакантные позиции, а только определенную их часть. Тогда для расчета концентрации атомов внедрения необходимо знать массовый процент внедренных элементов, определяемый для минералов обычно методами рентгеноспектрального анализа.

В этом случае концентрацию примесных атомов можно рассчитать по формуле:

$$\beta = \alpha_{\text{табл}} [(1 - 1/x)/\varphi(x)]. \quad (2)$$

Из представленной схемы расчета точечных дефектов следует, что любое нестехиометрическое соединение может быть записано в виде химической формулы:

$$K_{\gamma} B_{\beta} A, \quad (3)$$

где  $A$  и  $K$  соответственно анионы и катионы основной кристаллической матрицы, а  $B$  – катионы внедрения в вакантные позиции этой матрицы,  $\gamma = 1/x$ . Число вакантных позиций, нормированных на один узел кристаллической структуры, легко определить из уравнения:

$$v = 1 - \gamma - \beta. \quad (4),$$

Поскольку  $\gamma = 1/x$ , где  $x$  есть соотношение  $A/K$ , то на основе формулы (4) можно формулы (1), (2) представить как функции от концентрации вакансий  $v$ , т.о. возможно в данном случае представление функциональных зависимостей от концентрации катионных вакансий в структуре. Атомы основной матрицы (железа и сера)

выбраны для примера. В общем случае, атомы кристаллической матрицы могут быть хром и никель, никель и селен, сера и хром и т.д.

Атомы включения (Co, Ni, Cu и Au) занимают, как правило, вакантные катионные позиции. Очевидно, что в пирротине катионные позиции предпочтительно занимают те атомы, ионы которых имеют размеры близкие к радиусам ионов двухвалентного железа ( $\text{Fe}^{2+} - 0,82 \text{ \AA}$ ). Примером могут служить никель и кобальт, ионные радиусы которых имеют значение:  $\text{Co}^{2+} - 0,72 \text{ \AA}$ ;  $\text{Ni}^{2+} - 0,69 \text{ \AA}$ . Для катионных вакансий ионный радиус равен, очевидно, нулю, а для золота ( $\text{Au}^{2+}$ ) –  $1,26 \text{ \AA}$ . Это два крайних случая максимального локального искажения кристаллической структуры при их наличии в ней, поэтому представляет интерес рассмотреть закономерности при замещении вакантных позиций ионами кобальта и никеля в структурах, содержащих золота и при его отсутствии. На рис. 1, 2 графически представлены результаты расчетов примесных атомов кобальта и никеля соответственно в структуре пирротина месторождений «Панимба» и «Благодатное».

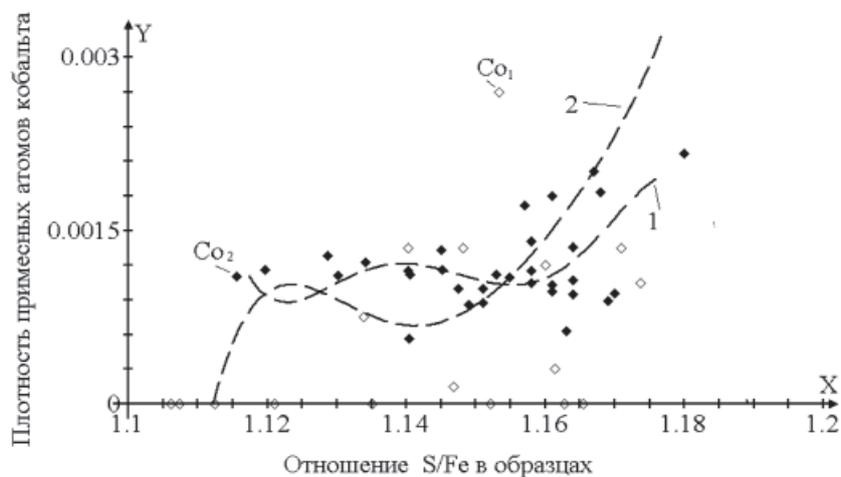


Рис. 1. Зависимость плотности кобальта от соотношения серы и железа в структурах пирротина двух различных месторождений. Кривая 1 – пирротины месторождения «Благодатное», кривая 2 – пирротины месторождения «Панимба»

Аналитически эти зависимости в указанных интервалах можно представить в виде формул:

$$2510,7x^9 - 8109,1x^8 + 6096,6x^7 - 723,3x^6 + 10962,2x^5 - 17197,4x^4 + 8458,7x^3 - 13210,1x^2 + 19035,9x - 7826,4$$

для кривой 1 при стандартном отклонение  $\delta_n = 0,01$ ;

$$-16439,1x^7 + 66873,4x^6 - 80206,7x^5 + 9342,2x^4 - 9930,7x^3 + 119910,6x^2 - 132681,7x + 43136,6$$

для кривой 2 при стандартном отклонение  $\delta_n = 0,003$ .

Таким образом, даже детальное теоретическое описание кривых 1 и 2 принципиальных отличий в поведении плотности примеси

кобальта не удалось обнаружить. Заметим, что ионный радиус кобальта имеет наилучшее совпадение с ионами материнской матрицы.

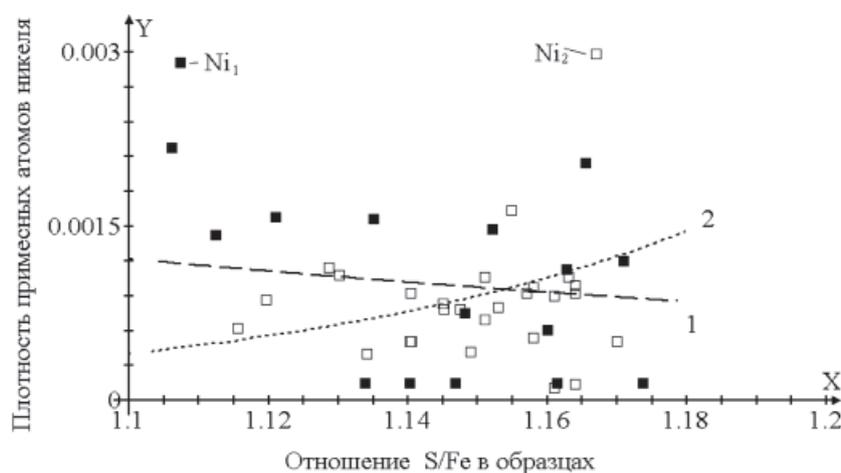


Рис. 2. Зависимость плотности никеля от соотношения серы и железа в структурах пирротина двух различных месторождений. Кривая 1 – пирротины месторождения «Благодатное», кривая 2 – пирротины месторождения «Панимба»

Аналитическое сравнение функциональных зависимостей в указанных интервалах в виде полиномиальных функций:  $0,1671262 \cdot 0,0113992^x$  для кривой 1 при стандартном отклонении  $\delta_n = 0,0016181$ ;  $R^2 = 0,0062$  показывает спад плотно-

сти никеля при увеличении отношения S/Fe в образцах, а для кривой 2 –  $(8,1011016 \cdot 10^{-12}) \cdot (9,9003519 \cdot 10^6)^x$  при стандартном отклонении  $\delta_n = 0,00114$ ;  $R^2 = 0,08$  показывает рост плотности никеля при увеличении отношения S/Fe в образцах.

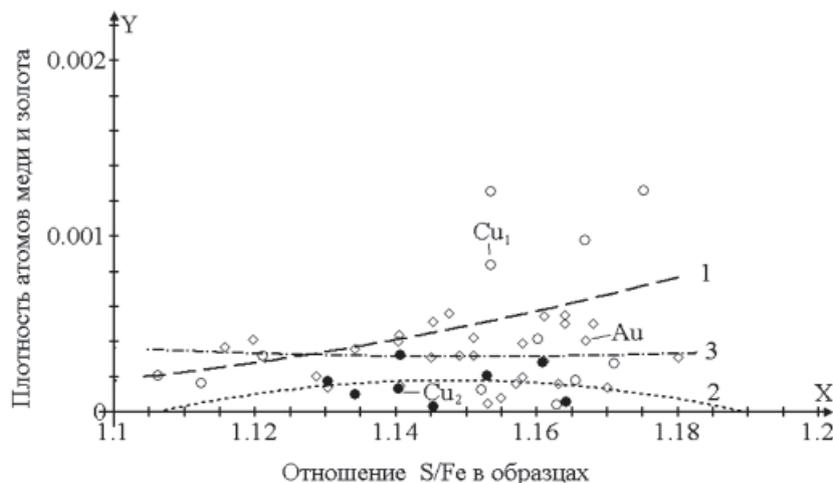


Рис. 3. Зависимость плотности меди от соотношения серы и железа в структурах пирротина двух различных месторождений. Кривая 1 – пирротины месторождения «Благодатное», кривая 2 – пирротины месторождения «Панимба». кривая 3 – плотность ионов золота в структуре пирротина месторождения «Панимба»

Аналитически эти зависимости в указанных интервалах можно представить в виде формул:

$0,039x^2 - 0,082x + 0,043$  для кривой 1 – показывает рост плотности меди при увеличении отношения S/Fe в образцах при

стандартном отклонении  $\delta_n = 0,000416$ ;  $R^2 = 0,1467$ :

$-0,1026x^2 + 0,235x - 0,135$  – кривая 2, она показывает спад плотности меди при увеличении отношения S/Fe в образцах при стандартном отклонении  $\delta_n = 0,000103$ ;  $R^2 = 0,0129$ :

кривая 3:  $0,0198x^2 - 0,0456x + 0,0265$  показывает зависимость плотности золота при увеличении отношения S/Fe в образцах при стандартном отклонение  $\delta_n = 0,000158$ ;  $R^2 = 0,00146$ .

На рис. 4 (кривая 1) представлена экспериментально полученная зависимость

$$I/I_0 = \frac{n_\alpha - n_\beta}{n_\alpha + n_\beta} = \sqrt{\frac{58,2}{10,13^2} + \frac{26,566}{n \cdot 10,13^2} - \frac{3,7}{(n \cdot 10,13)^2}}$$

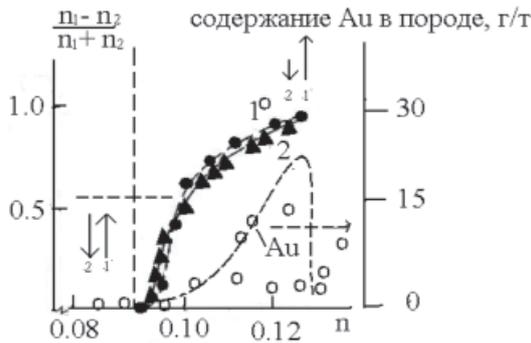


Рис. 4. Зависимость концентрации катионных вакансий от степени их упорядочения и содержания золота в породе

Здесь сопоставлены плотность вакансий в пирротине и их упорядочение в структуре с содержанием золота в породе – в графическом представлении доказана корреляция между этими процессами. Более подробно этот факт изложен в работе [7] и обсуждался на конференции прикладной минералогии ICAM (Норвегия).

Если при формировании пирротина вакантную катионную позицию занимает атом, размеры которого значительно превышают

$I/I_0$  для сульфидов железа с различной концентрацией вакансий в структуре [2]. Эта кривая может описываться с хорошей точностью аналитической формулой, выведенной в работе [2] на основе квантовых представлений взаимодействия вакансий:

размеры иона железа, то, очевидно, кристаллическая решетка в этом месте будет сильно деформироваться. Система, стремясь минимизировать потенциал Гиббса и занять состояние с минимумом свободной энергии, будет стремиться вытолкнуть из структуры такие атомы (например, золота). В кристаллической структуре пирротина при этом возрастает концентрация катионных вакансий.

Рост концентрации этих атомов в кристаллической структуре должен сопровождаться возрастанием числа вакантных позиций. Эта зависимость и наблюдается на практике [8–9]. Таким образом, рост числа вакансий сопровождается ростом числа суммарных точечных дефектов. Ясно, что чем больше атомов тяжелых металлов, в нашем примере, золота, вытолкнуто кристаллической структурой, тем больше катионных вакансий будет содержать пирротин и тем меньше концентрация золота в пирротине. Из данной модели следует предположить, что если в золотоносной породе пирротин содержит относительно большую концентрацию вакантных катионных позиций, то и атомов золота в кристаллической структуре пирротина должно быть меньше.

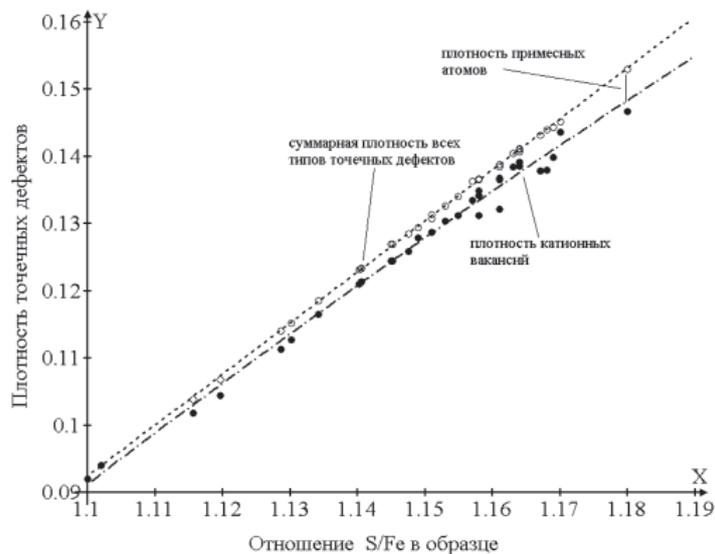


Рис. 5. Зависимость концентрации точечных дефектов и концентрации катионных вакансий от соотношения серы и железа в пирротине

На рис. 5 представлены зависимости концентрации всех точечных дефектов и концентрации катионных вакансий от соотношения S/Fe в пирротине. Концентрацию внедренных атомов для пирротина определенного состава можно определить в виде разности значений функций, представленных кривыми 1 и 2 на рис. 5 при фиксированном значении  $x$ . Следует отметить, что концентрация суммарных дефектов носит практически линейный характер, а зависимость концентрации катионных вакансий не линейна. Из характера кривых рис. 5 можно заключить, что концентрация катионных вакансий имеет насыщение, т.е. существует некоторое критическое значение концентрации катионных вакансий  $n_k$ , после которого (т.е. если  $n > n_k$ ) реализуется фазовый переход (например, в пирит). Отметим, что возможны метастабильные состояния кристаллической структуры пирротина с перенасыщенной концентрацией вакансий, когда  $n = n_k + \Delta n$ . Для того, чтобы исключить влияние атомов внедрения в кристаллическую структуру, были синтезированы пирротины в интервале соотношений S/Fe образцах. Гомогенные образцы получались до соотношения S/Fe, равное 1,18. Следовательно, в данном случае  $n = 0,153$ . После тридцатилетней выдержки образцов в лабораторных условиях повторный XRS и XRD анализ показал, что максимальное соотношение серы и железа в гомогенных образцах не превышает 1,14. Если предположить, что выдержанные образцы перешли в стабильное состояние, то значение  $n_k = 0,125$ , а  $\Delta n = 0,028$ . Расчет катионных вакансий произведен по методике. При сравнении критической концентрации катионных вакансий в кристаллической структуре пирротинов, содержащих атомы внедрения ( $n_k = 0,1467$ ), можно заключить, что атомы внедрения стабилизируют критическую концентрацию вакансий нестабильных пирротинов.

Все же заметим, что критическая концентрация вакансий нестабильных пирротинов превышает критическое значение концентрации катионных вакансий в структуре природных пирротинов, содержащих атомы внедрения. Отметим, что гомогенными природные пирротины остаются до соотношения S/Fe, равного 1,18. Линейный характер точечных дефектов можно объяснить тем, что, например, атомы никеля или кобальта замещают атомы материнской матрицы (т.е. железа), хотя, возможно, и в этом случае существует какая-то критическая концентрация внедренных атомов. Можно предположить, что критическая концентрация атомов внедрения существенно превышает

$n_k$ , этим и объясняется различный характер поведения данных функций (рис. 5).

Анализ синтетических пирротинов позволяет заключить, что существует определенная начальная концентрация ( $n_0$ ) катионных вакансий. Образцы в интервале составов FeS – FeS<sub>1,03</sub> не были гомогенными, а состояли из двух фаз FeS и FeS<sub>1,03</sub>. Следовательно, начальная концентрация катионных вакансий равна  $n_0 = 0,029$ . Меньше этого значения концентрация катионных вакансий невозможна как у синтетических, так и у природных пирротинов. Тем не менее, остается не ясным влияние на это значение атомов внедрения различной природы. Синтетические пирротины в интервале составов FeS<sub>1,03</sub>–FeS<sub>1,18</sub> были практически гомогенными, т.е. концентрация вакансий в структуре этих образцов изменялась достаточно плавно. Возможно, что и для концентрации атомов внедрения существует аналогичный параметр  $n_0$ . Таким образом, концентрация внедренных атомов может иметь некоторое предельное значение, меньше которого в структуре пирротинов не существуют внедренные атомы. Можно предположить, что эта величина зависит от рода атомов внедрения, от концентрации катионных вакансий и от соотношения серы и железа в образцах. Например, как следует из рис. 1–3, атомов внедрения нет при соотношении S/Fe менее 1,115. Концентрация катионных вакансий для этого образца равна 0,1018, это значение и будет определять в данном случае параметр  $n_0$  для пирротинов. Такая концентрация вакансий соответствует синтетическому пирротину состава FeS<sub>1,113</sub>, а природный пирротин с такой же концентрацией катионных вакансий имеет состав FeS<sub>1,115</sub>. Ясно, что природный пирротин отличается от синтетического, в данном случае, наличием в кристаллической структуре атомов внедрения. Очевидно, что все эти вопросы нуждаются в дальнейших детальных исследованиях. Предложенная методика расчета точечных дефектов является необходимым фактором для подобных работ.

### Выводы

На основании теоретических вычислений и экспериментальных данных установлено:

а) если ионные радиусы примесного атома (Co) и атома материнской кристаллической матрицы (Fe) близки по значению, то с увеличением соотношения S/Fe в образцах плотность примесных атомов в структуре пирротина возрастает;

б) концентрация внедренных атомов, концентрация катионных вакансий, а так-

же суммарная концентрация всех точечных дефектов возрастают с увеличением содержания серы в пирротине, причем, если концентрация суммарных дефектов носит практически линейный характер, то зависимость концентрации катионных вакансий нелинейна;

в) с увеличением соотношения S/Fe плотность атомов золота в структуре пирротина носит практически линейный характер, хотя и демонстрирует небольшой сдвиг;

г) если ионные радиусы примесного атома (Cu) и атома материнской кристаллической матрицы (Fe) достаточно отличны по значению, то с увеличением соотношения S/Fe в образцах, плотность примесных атомов в структуре пирротина выражается достаточно сложной зависимостью;

д) предложена химическая формула для нестехиометрических минералов со структурой типа NiAs, содержащих в кристаллической структуре атомы, отличные от атомов образующей матрицы.

е) примесные атомы стабилизируют критическую концентрацию катионных вакансий пирротинов;

ж) определены аналитические функциональные зависимости для пирротина месторождения «Панимба» и «Благодатное» – спад плотности никеля при увеличении отношения S/Fe в образцах, в структуре которых нет атомов золота, а для пирротинов, содержащих в структуре ионы золота, наблюдается рост плотности никеля при увеличении отношения S/Fe в образцах;

з) сопоставлены плотность вакансий в пирротине и их упорядочение в структуре с содержанием золота в породе – в графиче-

ском представлении доказана корреляция между этими процессами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Франк-Каменецкая О.В. Рождественская И.В. Атомарные дефекты и кристаллическая структура минералов: монография. – М.: Космосинформ, 2001. – 239 с.
2. Kuzmin E.V., Onufrienok V.V. Magnetization of nonstoichiometric compounds of pyrrhotite type with different concentrations of vacancies // Soviet Physics, Solid State. – 1983. – Vol. 25, Is. 8. – P. 1333–1339.
3. Nakazawa. H. and Morimoto. N. 1971. Phase relations and superstructures of pyrrhotite. Fel-xS // Mat. Res. Bull. – Vol. 6. – P. 345–358.
4. Onufriyenko V.V.; Sazonov A.M. Analysis of point defects in minerals from gold ores; pyrrhotite from the Blagodatnyy Mine as an example / Conference dedicated to the 80th anniversary of the Kola Science Center, Russian Academy of Sciences; Gold in the Kola Peninsula and neighboring regions // edited by Y.L. Voytekhovskiy. Apatity, Russian Federation. – 2010. – Sep. 26-29. – P. 117–121
5. Onufrienok V. V., Sazonov A M The method of calculating defect densities / Book of Abstracts of the 20th Croatian-Slovenian Crystallographic Meeting. – Baska. Croatia, 2011. – P. 60.
6. Onufriyenko V.V.; Sazonov A.M. Point defects in pyrrhotite from the Panimba/ Russian conference; Unique geological localities in the of Kola Peninsula. // edited by Y.L. Voytekhovskiy. Apatity, Russian Federation. – 2011. – June 27–29. – P. 51–57.
6. Onufrienok V.V., Sazonov A.M., Terehova A.V. Influence of the phase composition of pyrrhotites on gold content in rocks. Proceedings of the 10th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM), Editor Maarten A.T.M. Broekmans. – 2012. – P. 487–495.
7. Sazonov A..M., Onufrienok V.V. 2011. The role of impurity atoms in forming cation vacancies in the pyrrhotite / Goldschmidt 2011 abstract volume. Publisher: Mineralogical Society, London, United Kingdom. Mineralogical Magazine. – Vol. 75 (3). – P. 1805.
8. Sazonov A.M., Onufrienok V.V., Chzhan A.V. Influence of interstitial defects on the concentration of cation vacancies / The 10th Conference of the Asian Crystallographic Association (AsCA2010), Program and Abstracts, Busan, Korea. – 2010. – P. 318.

УДК 378:51

**ТЕХНОЛОГИЯ ИСТОРИЗАЦИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ****Нур Г.К.***Каспийский государственный университет технологий и инжиниринга  
имени Ш. Есенова, e-mail: nur.gulaiym@mail.ru*

В данной статье рассмотрена актуальная проблема внедрения в процесс обучения инновационных технологий. Одной из таких технологий является разработанная нами технология историзации математического образования. Показана возможность эффективного применения данной технологии историзации математического образования в условиях общеобразовательных школ. Разработанные курсы по выбору, опробованные в России и Казахстане могут быть использованы на математических факультетах и отделениях любых вузов.

**Ключевые слова:** инновации в образовании, инновационные технологии, технология историзации математического образования

**MATHEMATICAL EDUCATION HISTORIZATION TECHNOLOGY****Nur G.K.***Caspian State University of Technologies and Engineering  
named after Sh. Yesenov, e-mail: nur.gulaiym@mail.ru*

The article deals with the topical issue of innovative technologies introduction into the education process. One of such technologies is historization of mathematical education at school. The possibility of effective application of the mathematical education historicization technology at secondary schools is presented in the article. Designed courses by choice tried out in Russia and Kazakhstan can be used in mathematical faculties and departments of any higher educational institutions.

**Keywords:** innovations in education, innovative technologies, mathematical education historization technology

В настоящее время в Казахстане идёт становление новой системы образования, ориентированной на вхождение в мировое образовательное пространство. Инновационный характер осуществляемых в образовании перемен требует создания инновационных технологий и активного использования в массовой практике. Увеличивается роль науки в создании педагогических технологий, адекватных уровню общественного знания. Речь идёт об управляемости педагогического процесса и создании инструментария для работы учителя – о педагогической технологии в педагогическом процессе. Поэтому технологизация образовательных систем стала новым перспективным направлением педагогической науки и практики.

Концепции педагогических технологий обосновали Ю.К. Бабанский, В.П. Беспалько, Е.В. Бондаревская, М.Б. Волович, М.В. Кларин, В.В. Краевский, А.К. Колеченко, И.Я. Лернер, В.М. Монахов, Г.К. Селевко, И.С. Якиманская и др. В нашей республике известны педагогические технологии, разработанные Галиевым Т., Жанпейсовой М.М., Нургалиевой Г.К. В работах К.К. Кабдыкаирова, И.В. Логиновой, Л.Н. Оразбековой отражены основные результаты внедрения в учебный процесс школы педагогической технологии В.И. Монахова.

Данные фундаментальные исследования могут служить основой разработки пе-

дагогической технологии обучения, теории проектирования методической системы обучения. Анализ вышеназванных работ показал, что в них недостаточно изучены вопросы проектирования методической системы по конкретным предметам, диагностики отношения учителей и студентов к данной проблеме, оценки эффективности использования технологии в учебном процессе. Таким образом, налицо явное противоречие между необходимостью обновления методической системы обучения конкретно по учебным предметам и неразработанностью научно-теоретических основ этой проблемы. Поэтому в данной работе рассматривается проблема разработки технологии историзации математического образования.

Сущность педагогической технологии обучения впервые была раскрыта в работах академика РАО В.П. Беспалько [2]. Он под педагогической технологией понимает проект педагогической системы, реализованной на практике. По определению В.П. Беспалько педагогическая система обучения – определённая совокупность взаимосвязанных средств, методов и процессов, необходимых для создания организованного и целенаправленного и преднамеренного педагогического влияния на формирование личности с заданными качествами. Составной частью педагогической системы является методическая система обучения. Методическая система – это совокупность основных компонентов образовательного

процесса: цели, содержание, методов, форм и средств обучения. Необходимо отметить, что разработка и внедрение педагогической технологии обучения в практику, предполагает изменения всей педагогической системы, т.е. изменения методической системы и дидактического процесса. Исходя из этих общих требований к педагогическим технологиям, мы разработали свою педагогическую технологию историзации математического образования.

Концептуальную основу технологии историзации математического образования составляет важнейший принцип, по которому развивается математическое образование – принцип гуманизации. Гуманитаризация одно из средств реализации принципа гуманизации в математическом образовании. Учитывая тот факт, что историзация является одним из направлений гуманитаризации математического образования, за основу создаваемой нами технологии мы взяли технологию гуманитаризации математического образования З.М. Кондрашовой [5].

Наш концептуальный подход к построению педагогической теории имеет прочную психолого-педагогическую основу, исходящую из психологических утверждений С.Л. Рубинштейна [10] о включении объекта мысли в новые связи в процессе мышления. Другой психологической основой является теория Л.С. Выготского о переходе, в процессе обучения, умственного развития ученика из зоны «актуального развития» к зоне «ближайшего развития, осуществляющейся на основе деятельности, переходящей от репродуктивного уровня к продуктивному [3].

Важнейшей составляющей процесса обучения (дидактического процесса) является личностно-ориентированное обучение и воспитание, личностно-ориентированное взаимодействие ученика и учителя, студента и преподавателя. В психолого-педагогическом плане основные тенденции совершенствования педагогических технологий характеризуют переход: от учения как функции запоминания к учению как процессу умственного развития, позволяющему использовать усвоенное; от ориентации на усреднённого ученика к дифференцированным и индивидуальным обучением; от внешней мотивации учения к внутренней нравственно-волевой регуляции.

Главным компонентом методической систем является цель обучения. Нами сформулированы цели историзации математического образования: повышение качества усвоения конкретных математических знаний, необходимых для применения в практической деятельности, для продолжения образования, повышение уровня историза-

ции процесса обучения, развитие мотивации учебной деятельности учащихся и студентов в области математики.

Принципы гуманизации и гуманитаризации образования ставят определённые требования к содержанию школьного и вузовского образования. Принципы структурирования содержания образования и критерии его отбора, которые зависят от известных принципов дидактики, рассмотрены в работах В.С. Леднева, И.Я. Лернера, Ю.К. Бабанского и др.; учитывая это мы считаем, что необходима ранжировка этих принципов по значимости. Например, теперь на главную позицию выходит принцип сознательности и активности, вместо принципа научности.

Методы обучения имеют много характеристик, по которым их можно группировать в системы на основе одного или ряда общих признаков. В настоящее время известны десятки квалификаций методов обучения. Мы в своей работе рассматриваем классификацию методов по типу познавательной деятельности (И.Я. Лернер, М.Н. Скаткин). Поскольку главная цель образования – формирование саморазвивающейся личности, мы считаем, что ученик, студент должен овладеть методами и приёмами самостоятельной познавательной деятельности.

В условиях гуманизации образования основной формой обучения является групповая и индивидуальная. Фронтальная форма обучения используется преимущественно при ориентации, обсуждении и коррекции. Для определения форм историзации, уточним содержание этого понятия. В философии форма определяется как «порядок протекания процесса в отличии от его «аморфного» материала, содержания или содержимого». Согласно этому понятию под формой историзации математического образования можно понимать определённый порядок внедрения средств историзации в преподавание предмета. Мы разделяем точку зрения И.А. Михайловой в определении и характеристике форм историзации таких как *систематическая, эпизодическая и случайная* [7].

Гуманизация образования предполагает изменения и в отношении к средствам обучения. Это изменения должны быть направлены на то, чтобы эти средства обучения стали средствами, помогающие самим учащимся и студентам вести познавательную деятельность. В математическом образовании можно выделить две группы средств историзации: материальные и содержательные. Мы выявили и теоретически обосновали следующий компонент методической системы историзации школьного и вузовского

математического образования, как *средства историзации*: задачи, содержащие элементы историзма и разработанные и апробированные в вузах России и Казахстана курсы по выбору.

В качестве средств историзации специальной подготовки учителя математики в педвузе, предлагаем классификацию Ю.В. Романова как средства историзации специальной подготовки учителя математики в частном. Это элементы историзма, исторические экскурсы, исторические беседы, исторические очерки, историзм в математическом объекте и др. Вторая – средства историзации специальной подготовки учителя математики в целом и включает историко-математические курсы, историзированное учебно-методическое обеспечение, аудиторные и внеаудиторные формы обучения историко-математического характера образования [5].

Одним из фундаментальных средств историзации специальной подготовки учителей математики в педагогическом вузе являются курсы по выбору.

Разработанные и апробированные в вузах России и Казахстана курсы по выбору: «Технология историзации школьного математического образования» «История избранных разделов высшей геометрии», являясь фундаментальным средством историзации геометрической подготовки учителя математики, «Дискретная математика в приложениях и задачах», являясь фундаментальным средством реализации интеграционных связей дискретной математики, «Историко-методологические проблемы основ математического анализа» «Вопросы воспитания в процессе обучения

математике», «История методики обучения математики», могут быть использованы в процессе обучения на математических факультетах и отделениях любых вузов [1, 4, 6, 7, 9]. Элективный курс «Двойственные преобразования» может быть продуктивно использован в профильном обучении математике [8].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белик Е.В. Теория и методика реализации общекультурного потенциала математического анализа в процессе подготовки бакалавров физико-математического образования: дис. ... кан. пед. наук. – Ростов на/Д, 2007. – 157 с.
2. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М., 1994.
3. Выготский Л.С. Развитие высших психических функций. – М.: Педагогика, 1960. – 370 с.
4. Жмурова И.Ю. Дидактические материалы к курсу «Основы дискретной математики»: методическая разработка. – Ростов н/Д: Изд-во РГПУ, 2005. – 24 с.
5. Кондрашова З.М. Подготовка учителей математики к внедрению технологии гуманитаризации в школьное математическое образование: дис. ... канд. пед. наук. – Ростов-н/Д, 2001. – 216 с.
6. Кожабаяев К.Г. Воспитательно-развивающее обучение математике и подготовка к ней будущего учителя: учебно-методическое пособие. – Алматы, 2009. – 273 с.
7. Михайлова М.И. Технология историзации школьного математического образования: автореф. ... кан. пед. наук. – Ростов-на/Д., 2005. – 22 с.
8. Пырклов В.Е. Факультативный курс «Двойственные преобразования». Программа курса и материалы к проведению занятия // Практические советы учителю: методический журнал. Вып. 8. – Ростов-н/Д: Изд-во РО ИПК и ПРО, 2003. – С. 36–47. –1,2 п.л.
9. Романов Ю.В. Реализация исторического потенциала курса геометрии как средство гуманитаризации подготовки учителя математики // Гуманитаризация образования: материалы межвуз. науч. конф. – Карачаевск: Изд-во КГПУ, 1997. – 0,1 п.л.
10. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Изд. АПН СССР, 1995.

*«Интеграция науки и образования»,  
Мальдивские острова, 15-22 февраля 2013 г.*

*Технические науки*

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО  
ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА  
АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПО  
ПАРАМЕТРАМ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ**

Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.,  
Космынин А.А., Мавринский А.В.

*ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru*

В настоящее время при изготовлении деталей и узлов конструкций летательных аппаратов из металлических материалов существенную трудоемкость, т.е. затраты на механическую обработку достигают 25–35% от стоимости изготовления этих изделий. Тогда как проблема эффективности механической обработки в самолётостроении в значительной степени связана с уменьшением эксплуатационных расходов, повышению производительности отдельных операций технологического процесса и снижению трудоемкости изделия. В связи с этим одним из путей решения обозначенной задачи является повышение эксплуатационных характеристик режущего инструмента, в качестве которого используются, быстрорежущие стали.

Практика механической обработки показывает, что режущий инструмент из быстрорежущих сталей хрупко разрушается [1–6]. Традиционная технология изотермической закалки инструментальной стали позволяет резко повысить вязкость разрушения, но за счёт снижения теплостойкости, прочности и износостойкости [7–11]. В связи с чем заслуживает внимания эффект увеличения пластичности и вязкости разрушения при сохранении и даже некотором увеличении прочности металлов при их обработке в интервале температур фазового превращения [12–14], а исследования этого эффекта при изотермической закалке быстрорежущих сталей в интервале бейнитного превращения, исключая само бейнитное, представляет научно-практический интерес.

Исследованиями установлено, что эффект увеличения пластичности и вязкости разрушения при сохранении прочности, наблюдаемый при изотермической закалке сталей в интервале бейнитного превращения, подтверждается на инструментальной стали P18.

Полученный экспериментальным путем режим изотермической закалки стали P18 с выдержкой 10 мин при температуре 320°C с последующим 3-кратным отпуском при температуре 560°C с выдержкой 1 час позволяет существен-

но снизить внутренние закалочные напряжения при сохранении требуемой мартенситной структуры, обеспечивая этим наибольшую прочность и красностойкость материала с сохранением необходимой пластичности. В связи с чем по предлагаемому режиму закалки быстрорежущей стали обеспечивается оптимальное сочетание механических свойств режущего инструмента, обуславливающее улучшение его эксплуатационных характеристик в 1,5 раза.

Ресурсосберегающая эффективность использования результатов исследования не вызывает сомнений, особенно при внедрении технологий высокоскоростной обработки труднообрабатываемых материалов ЛА из титановых сплавов [15–22].

Результаты исследований, полученные экспериментальным путем, свидетельствуют о перспективности проведения исследований на других конструкционных сталях с целью определения возможности комплексного улучшения их эксплуатационных характеристик посредством изотермической закалки в условиях фазового превращения.

**Список литературы**

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.
3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.
5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.
7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.
9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46–47.

11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.

12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки авиационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.

13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.

14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.

15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113.

16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.

17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.

18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.

19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.

20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

21. Космынин А.В., Чернобай С.П., Шаломов В.И. Прецизионные шпиндельные узлы внутришлифовальных станков для высокоскоростной обработки деталей ЛА // Авиационная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 40–42.

22. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПЛАВАТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ

Синюкова М.А., Несмелова И.К.,  
Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.

*Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет, Комсомольск-на-Амуре,  
e-mail: avkosm@knastu.ru*

Одним из приоритетных направлений развития современной технологии производства деталей плавательных средств является высокоскоростная механическая обработка. Ее внедрение в кораблестроительную промышленность позволяет повысить производительность труда при одновременном повышении точности обработки и качества изготовления деталей [4–7]. Важным фактором успешной реализации высо-

коскоростной обработки являются виды опор, применяемых в шпиндельных узлах (ШУ) металлорежущих станков [3]. В настоящее время шпиндели металлорежущих станков устанавливаются на опоры качения, что приводит к неустойчивой траектории движения шпинделя, тепловым смещениям подшипниковых узлов, ограниченному ресурсу ШУ и т.д. Перечисленных недостатков лишены ШУ с подшипниками на газовой смазке. Газовые подшипники способны надежно работать при высокой и низкой температуре и влажности, их применение исключает загрязнение окружающей среды, уменьшает уровень шума и вибрации. Такие подшипники практически лишены износа, поэтому высокие показатели точности вращения шпинделя сохраняются практически весь срок эксплуатации станков [8–15]. Вопросы разработки, испытания и исследования высокоскоростных шпинделей с подшипниками на газовой смазке рассмотрены в целом ряде работ. При этом во всех представленных конструкциях ШУ использовались газовые опоры с дроссельными ограничителями расхода. Вместе с тем анализ подшипников с внешним наддувом газа показывает, что лучшие эксплуатационные характеристики имеют частично пористые газостатические опоры [16–17]. В ФГБОУ ВПО «КнАГТУ» проведен комплекс экспериментов по исследованию динамического положения шпинделей, работающих на газовых опорах с пористыми вставками и дросселями. Экспериментальные исследования выполнены с использованием автоматизированной системы, построенной на базе персонального компьютера. Результаты наблюдений одной из главных выходных характеристик ШУ – точности вращения шпинделя, позволили установить практическое отсутствие размытости его кривой подвижного равновесия, т.е. ось шпинделя двигалась по постоянной траектории, занимая стабильное положение в подшипнике. Количественная оценка результатов наблюдений показала на заметное снижение погрешности вращения вала, работающего на опорах с пористыми вставками [18–21].

В целом, комплекс экспериментальных исследований и теоретических расчетов [1, 2] показали, что использование газовых подшипников в металлорежущих станках позволяет исключить загрязнение окружающей среды, уменьшить уровень шума и вибрации, а значит иметь высокий уровень параметрической надежности шпинделя практически на весь срок эксплуатации станка.

### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.

2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.

3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.
5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. С. 54.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.
7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.
9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46.
11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки авиационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.
13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом

акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.

14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.
15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113.
16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.
17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.
18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Совершенствование конструкций металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 104.
19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.
20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 12. – С. 126–127.
21. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

### Химические науки

#### ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДОВ

Орлин Н.А., Гарновесов А.П.

*Владимирский государственный университет  
им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир.  
e-mail: OrNik@mail.ru*

Многие живые микроорганизмы способны наносить серьезный ущерб человеку, домашним животным, растениям, а также разрушать металлические, неметаллические материалы и изделия из них. В реальных условиях они активно наступают на объекты и беспощадно их атакуют. Прежде всего от них страдают растения. Из многочисленных способов защиты наибольшее значение имеет химический метод – применение специфических препаратов под общим названием «фунгициды». Одной из главных задач применения фунгицидов является защита сельскохозяйственных культур от болезней, вызываемых микроорганизмами. Для этих целей фунгицидами опрыскивают или опыляют растения, обрабатывают почву или протравливают семена. Фунгициды можно применять также в технике как антисептическое средство для защиты металлических ма-

териалов от биоразрушения и в медицине как противогрибковое средство.

Сейчас на прилавках магазинов можно увидеть большой ассортимент фунгицидных препаратов. Возникает вопрос, какой из них выбрать для конкретного применения? Современные фунгициды классифицируются на основе трех принципов: в зависимости от характера действия на возбудителей болезней, целевого назначения и химической природы. По характеру распределения внутри тканей растений фунгициды бывают контактные (локальные) и системные (внутрирастительные). При обработке растений контактными фунгицидами препараты остаются на поверхности и вызывают гибель возбудителя при соприкосновении с ними. Некоторые контактные фунгициды обладают местным губительным действием, они способны проникать в наружные оболочки, например, при протравливании семян. Исследования показали, что эффективность таких препаратов зависит от продолжительности действия, количества, степени удерживания на поверхности, фотохимической и химической стойкости и погодных условий. Системные фунгициды проникают внутрь растений, распространяются по сосудистой систе-

ме и подавляют развитие возбудителя вследствие непосредственного воздействия на него или в результате обмена вещества в растении. Эффективность таких фунгицидов в основном определяется скоростью проникновения в ткани растения и в меньшей степени зависит от метеорологических условий. Однако прежде чем попасть в ткань растения системный фунгицид должен преодолеть граничный барьер, т.е. внешнюю оболочку растения. Преодоление этого барьера зависит от состояния поверхности растения. При выборе фунгицидов необходимо учитывать как его эффективность в конкретных условиях применения, так и степень его гидролиза, так как увеличение устойчивости препарата может способствовать его накоплению в окружающей среде, в том числе в тканях растений и плодов.

В данной работе изучалось влияние естественных и антропогенных факторов на молекулярную структуру и свойства галогенсодержащих фунгицидов. Современное состояние среды (почва, атмосфера) характеризуется пониженным значением pH. Если значение pH = 7, то среда нейтральная. Исследования показали, что в конкретных условиях среда слабокислая, такое состояние среды необходимо учитывать при применении фунгицидов, так как от значения pH зависит их устойчивость. Исследования с фунгицидными препаратами «топаз» и «вектра» показали, что в слабокислой среде (pH < 7) «топаз» в три раза быстрее гидролизует, нежели в этих условиях гидролизует фунгицидный препарат «вектра». Это значит, что «вектра» на основе бромуконазола способен к накоплению в окружающей среде. С этих позиций предпочтительнее применять «топаз» на основе пенконазола. Исследования также показали, что на эффективность применения фунгицидов в значительной степени влияет интенсивность солнечного ультрафиолета. Так при pH = 6,5 в солнечные

дни скорость гидролиза пенконазола в три раза выше, чем бромуконазола. Отсюда следует, что применять «вектра» можно в любую погоду, а препарат «топаз» устойчивее в хмурю погоду и быстрее разрушается в ясные солнечные дни. Наличие в окружающей среде ионов металлов тоже сказывается на эффективности применения фунгицидов. Содержащиеся в почве металлы поступают в биомассу растений и в случае системных фунгицидов они могут с ними образовывать комплексные соединения. Наличие таких комплексов подтверждено экспериментальным исследованием ИК-спектров. Установлено, что комплексы металл-фунгицид изменяет геометрию молекулы фунгицида и влияет на его устойчивость в конкретных природных условиях. Вступивший в комплексообразование с ионом металла фунгицид становится менее эффективным противогрибковым препаратом и более устойчивым к процессу гидролиза. Это может существенно способствовать его накоплению в биомассе растения и в плодах.

Есть еще один нюанс при применении системных фунгицидов. Системный фунгицидный препарат прежде чем попасть внутрь растения некоторое время находится на его поверхности. За этот период на него воздействуют факторы внешней среды – температурный перепад, степень влажности воздуха, сила ветра и др. Как показали исследования, системный фунгицид частично теряет свою силу. Поэтому, чтобы фунгицид, проникший в биомассу растения, сохранил свою эффективность, необходимо увеличить его концентрацию процентов на десять. Резюмируя полученные экспериментальные данные можно сделать следующие выводы: предпочтительнее применять системные фунгициды, они эффективнее, причем из системных фунгицидов можно первое место отдать препаратам на основе пенконазола.

*«Информационные технологии и компьютерные системы для медицины»,  
Маврикий, 18-25 февраля 2013 г.*

#### *Медицинские науки*

#### **ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ В МЕДИЦИНСКУЮ ИНФОРМАЦИОННУЮ СИСТЕМУ**

Фролова М.С.

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет», Тамбов,  
e-mail: frolova@mail.gaps.tstu.ru*

Информационные технологии и электронное хранение медицинской информации повышают качество здравоохранения, а для эффективной работы важна тесная связь между всеми подразделениями лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ). В настоящее время отмечается,

что применение медицинских информационных систем (МИС) и комплексных медицинских информационных систем (КМИС), постепенно становится нормой для современных ЛПУ. Согласно исследованию, проведенному на базе Министрства по делам Ветеранов США, внедрение электронной карты пациента увеличило эффективность работы на 6%. Электронные карты пациента и МИС помогают во внедрении и использовании других технологий в здравоохранении – распределении лекарственных средств, работе с медицинскими изделиями, наблюдением за состоянием пациента. Цель разработчиков МИС – создание системы, способной сделать работу ЛПУ максимальной эффективной.

Число внедрений и среднее количество пользователей МИС растет с каждым годом, поэтому при выборе оптимального изделия медицинской техники (ИМТ) надо учитывать, сможет ли это ИМТ быть совместимо и интегрировано в МИС. Интеграция ИМТ в МИС должна происходить системно, что подразумевает собой понятность пользователю, наличие возможности расширения и внесения изменений и совместную работу отдельных компонентов. Архитектура интеграции в здравоохранении должна основываться, во-первых, на способности взаимодейст-

вию – все входящие системы внутри ЛПУ должны быть связаны на основе созданных интерфейсов. Во-вторых, все опции, приложения, процессы и методы каждой МИС должны быть гибкими. Кроме того, для поддержания стабильности системы все необходимые структуры по поддержанию способности к взаимодействию и гибкости должны быть динамичны.

Благодаря соблюдению этих условий возможно достижение эффективного взаимодействия между всеми подсистемами, снижение финансовых затрат и ошибок.

**«Современные наукоемкие технологии»,  
Египет, 20-27 февраля 2013 г.**

**Технические науки**

**ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ ВИНТОВЫМ  
УСТРОЙСТВОМ ПО ПЛОСКОСТИ**

Артемьев В.Г., Исаев Ю.М., Семашкин Н.М.,  
Гришин О.П.

ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная  
сельскохозяйственная академия  
имени П.А. Столыпина», Ульяновск,  
e-mail: isurmi@yandex.ru

Для расчета и проектирования винтовых устройств необходимо располагать данными о характере функциональной связи между их параметрами и кинематическими элементами движения транспортируемого материала и отдельных их частиц. В транспортерах с рабочим органом в виде винтовой поверхности, у которых перемещение частиц материала происходит не только в аксиальном, но и в перпендикулярном к нему направлении, т.е. частица совершает движение на поверхности рабочего органа транспортера по кривой линии.

Рассмотрим случай когда имеется транспортер с рабочим органом в виде винтовой поверхности и с образующими, перпендикулярными к оси рабочего органа. При этом будем считать, что образующая рабочего органа неподвижна, а спирально-винтовая поверхность вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью  $\omega$ . Если в начальный момент времени частица материала находится на поверхности кольца, то через некоторый отрезок времени она окажется затянутой силой трения, возникающей между частицей и спиральной поверхностью, перемещаясь по ней, как в аксиальном, так и перпендикулярном к нему направлениях, совершая криволинейный характер движения.

Отнесем движущуюся частицу материала к осям координат  $x, z$ , приняв левую систему отсчета. Тогда дифференциальные уравнения движения частицы в проекциях на оси координат можно написать так (при условии, что  $N_2 > 0$ ):

Приняв теперь во внимание, что  $r = r_0 = \text{const}$   $\dot{r} = \dot{r}' = 0$ , и подставив в уравнение значения и получим:

$$\begin{cases} m\dot{x} = N_1 \sin \alpha + f_1 N_1 \cos \alpha - f_2 G \frac{\dot{x}}{\sqrt{\dot{z}^2 + \dot{x}^2}}; \\ m\dot{z} = N_1 \cos \alpha - f_1 N_1 \sin \alpha - f_2 G \frac{\dot{z}}{\sqrt{\dot{z}^2 + \dot{x}^2}}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $m$  – масса частицы, кг;  $\dot{x}$  – вторая производная от перемещения по оси  $x$ , м/с<sup>2</sup>;  $f_1$  – коэффициент трения частицы о элемент спиральной поверхности;  $\alpha = \text{const}$  – угол наклона винтовой линии рабочего органа к плоскости поперечного сечения спиральной поверхности, град;  $f_2$  – коэффициент трения частицы о поверхность кольца;  $\dot{x}$  – первая производная от перемещения по оси  $x$ , м/с;  $\dot{z}$  – первая производная от перемещения по оси  $z$ , м/с;  $\dot{z}'$  – вторая производная от перемещения по оси  $z$ , м/с<sup>2</sup>.

После нескольких математических преобразований получим уравнение с одним неизвестным относительно координаты  $x$ :

$$\dot{x}' = \frac{f_2 g (B(\dot{x}) - A(\dot{x}) D / C)}{(D + \text{tg} \alpha)}, \quad (2)$$

где  $A(\dot{x}) = \frac{\dot{x}}{\sqrt{(r_0 \omega - \dot{x})^2 \text{tg}^2 \alpha + \dot{x}^2}};$

$$B(\dot{x}) = \frac{(r_0 \omega - \dot{x})}{\sqrt{(r_0 \omega - \dot{x})^2 \text{tg}^2 \alpha + \dot{x}^2}};$$

$$C = \sin \alpha + f_1 \cos \alpha;$$

$$D = \cos \alpha - f_1 \sin \alpha.$$

Полученные дифференциальные уравнения, описывают движения частицы материала по образующей спирально-винтовой поверхности рабочего органа.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАКАЛКИ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ

Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.,  
Космынин А.А., Мавринский А.В.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru

Перспективным, как показали исследования [1–14], является применение псевдооживленного слоя сыпучих материалов для интенсификации традиционных методов нагрева и охлаждения. Кипящий слой представляет собой гетерогенную систему, которая создается прохождением восходящего потока газа или жидкости через мелкий (0,05...2,0 мм) зернистый материал. Вначале газ фильтруется через неподвижный слой. Затем, при достижении определенной скорости, сопротивление слоя зерен течению газа становится равным весу насыпанного материала, и слой переходит в новое псевдооживленное состояние. Это состояние не совсем точно названо «кипящем слое»: пузырьки газа, проходя через слой, захватывают с поверхности частицы зернистого материала, тем самым образуют всплески, напоминающие кипящую жидкость. При этом он обретает свойства, характерные для жидкости: малую вязкость, текучесть, сохранение горизонтального уровня, переток в сообщающихся сосудах, подъемную силу и др. В этом состоянии система приобретает и новые теплофизические свойства. Насыпной зернистый материал – хороший теплоизолятор, а в псевдооживленном состоянии теплопроводность может превышать теплопроводность металлов. Характерная особенность кипящего слоя – это изменение гидродинамического состояния и тепловых свойств, что позволяет регулировать в нем процессы охлаждения и нагрева.

Исследование нагревающей способности кипящего слоя графитовых и коксовых частиц размером 0,2...0,4 и 0,8...1,2 мм проводили на опытно-промышленной печи.

Нагревающую способность слоя исследовали на цилиндрическом образце из быстрорежущей стали. Температуру в центре и на поверхности образца измеряли платино-родиевой термопарой. Полученные экспериментальные данные нагревающей способности псевдооживленного слоя углеграфитовых материалов и кварцевого песка показали, что интенсивность нагрева в нем соизмерима с нагревом в расплавах солей, а газовая атмосфера при псевдооживлении воздухом слабо окислительная при 600...800°C, при псевдооживлении азотом и нейтральными газами свыше 1000°C – нейтральная во всем диапазоне температур нагрева. Образцы, закаленные в кипящем слое и на воздухе, имеют меньшую деформацию, чем после закалки в масле. Трещинообразование во всех исследованных быстрорежущих сталях отсут-

ствует после закалки в кипящем слое кварцевого песка и изотермической закалки в селитре при 300°C. Экспериментально установлено, что при оптимальном нагреве под закалку при нормальной температуре отпуска и достаточной кратности приводит к увеличению твердости и максимальной теплостойкости быстрорежущие стали [15–22].

### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.
3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.
5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.
7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.
9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46–47.
11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки авиационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.
13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.
14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.
15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113.
16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.
17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований но-

вых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.

18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.

19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.

20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

21. Космынин А.В., Чернобай С.П., Шаломов В.И. Прецизионные шпиндельные узлы внутришлифовальных станков для высокоскоростной обработки деталей ЛА // Авиационная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 40–42.

22. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

### АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНИЧЕСКИХ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П.

*ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru*

В настоящее время на стадии проектировочных расчетов требуется создание таких узлов и элементов станков, которые бы в течение всего эксплуатационного периода обеспечивали требуемую точность изготовления деталей. Исследования [1–11] по оценке влияния различных факторов на точность обработки говорят, что ее до 80% определяет шпиндельный узел (ШУ). Поскольку движение формообразования осуществляется шпинделем и шпиндельными подшипниками, то именно они вносят решающий вклад в выходные характеристики металлообрабатывающих станков.

В механообрабатывающем производстве процесс работы ШУ на опорах качения сопровождается, в частности, нестабильной траекторией движения шпинделя и тепловыми смещениями подшипниковых узлов, что существенно влияет на точность изготовления деталей. Применение в конструкциях высокоскоростных ШУ гидростатических подшипников ведет к ограничению быстроходности шпинделя (из-за потерь на трение) и усложнению конструкции опорного узла. Шпиндели на электромагнитных опорах пока не нашли широкого применения вследствие сложности и высокой стоимости шпинделей и электронных систем управления. Таких недостатков лишены конические ШУ с подшипниками на газовой смазке.

Применение высокоскоростных конических ШУ на газовых опорах в условиях мелкосерийного и серийного производства по сравнению

с ШУ на опорах качения: большая долговечность, определяемая временем работы шпинделя при неизменном качестве обработки поверхности; улучшение качества шлифуемой поверхности, вследствие меньшей чувствительности шпинделя к дисбалансу; отсутствие времени для прогрева шпинделя; значительно меньший (в 4...5 раз) уровень вибрации; минимальный износ режущего инструмента [12–18].

Газовые опоры имеют и определенные недостатки, которые заключаются в относительно небольшой жесткости, несущей и демпфирующей способности смазочного слоя. Поэтому такие опоры применяют в малонагруженных ШУ, когда динамические нагрузки малы, а статические регламентированы.

Существенно улучшить выходные характеристики высокоскоростных конических ШУ с опорами на газовой смазке способны газостатические подшипники с частично пористой стенкой вкладыша. Результаты исследований эксплуатационных характеристик газостатических подшипников с частично пористой стенкой вкладыша легли в основу создания высокоскоростного конического шпиндельного узла [19–22].

#### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.

2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.

3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.

4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.

5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.

6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.

7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.

9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.

10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46–47.

11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.

12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки ави-

ационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.

13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.

14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.

15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113

16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.

17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.

18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.

19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.

20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.

21. Космынин А.В., Чернобай С.П., Шаломов В.И. Прецизионные шпиндельные узлы внутришлифовальных станков для высокоскоростной обработки деталей ЛА // Авиационная промышленность. – 2006. – № 3. – С. 40–42.

22. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.

### ПРИМЕНЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ ГАЗОСТАТИЧЕСКИХ ОПОР В ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛАХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Саблина Н.С., Космынин А.В., Щетинин В.С.,  
Чернобай С.П.

*ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru*

Одним из приоритетных направлений развития современной технологии производства, в частности радиотехнической промышленности, является высокоскоростная механическая обработка. Ее внедрение позволяет повысить производительность труда при одновременном повышении точности обработки и качества изготовления деталей.

Важным фактором успешной реализации высокоскоростной обработки является тип опор, применяемых в шпиндельных узлах (ШУ) металлообрабатывающих станков [1–6]. В основном шпиндели устанавливают на опоры качения, что приводит к нестабильной траектории

движения шпинделя, тепловым смещениям подшипниковых узлов, ограниченному ресурсу ШУ и т.д. Перечисленных недостатков лишены ШУ с подшипниками на газовой смазке.

Газовые подшипники способны надежно работать при высокой и низкой температуре и влажности, их применение исключает загрязнение окружающей среды, уменьшает уровень шума и вибрации. Такие подшипники практически лишены износа, поэтому высокие показатели точности вращения шпинделя сохраняются практически весь срок эксплуатации станков.

В ФГБОУ ВПО «КнАГТУ» проведен комплекс экспериментов по исследованию подшипников с внешним наддувом газа. Эти исследования показывают, что лучшие эксплуатационные характеристики, имеют газостатические опоры с частично пористыми вставками.

В настоящее время наибольшее распространение получили радиальные и осевые подшипники, функционирующие самостоятельно. Учитывая, что большинство роторов нагружается как радиальными, так и осевыми силами, то наряду с опорными подшипниками необходимо использовать одно- или двухсторонние подпятники или автоматы осевой нагрузки. Обеспечить высокие показатели работоспособности таких комбинированных опор представляет собой сложную задачу, при этом снижается КПД, увеличивается расход смазочного материала и размеры опорных узлов [7–11]. Стремление объединить в одном узле опорный и упорный подшипники привело к появлению конических подшипников [12–18]. Применение такого вида опор является одним из возможных решений.

Основными достоинствами конических опор является способность одновременно воспринимать и радиальную, и осевую нагрузки. Известно, что с увеличением угла контакта возрастает осевая жесткость и способность воспринимать осевые нагрузки, что является положительным фактором для достижения точности вращения вала, что в свою очередь значительно влияет на точность обработки заготовки. Конический подшипник скольжения повышает надежность и долговечность опорного узла, а также упрощает его изготовление и эксплуатацию, благодаря простоте конструкции за счет отсутствия упорного подшипника и повышает ресурс работы [19–22]. Данные исследования свидетельствуют о перспективе использования такого типа газовых опор высокоскоростных ШУ металлообрабатывающих станков.

#### Список литературы

1. Космынин А.В., Чернобай С.П. Влияние изотермической закалки на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74–75.

2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Кинетика процесса разрушения образцов из быстрорежущих сталей по параметрам акустической эмиссии // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4. – С. 26–28.

3. Космынин А.В., Чернобай С.П. Исследования влияния охлаждающих сред на свойства режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 54–55.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективные технологии изготовления режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 95.
5. Чернобай С.П., Саблина Н.С. Режущий инструмент для высокоскоростной обработки деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 2. – С. 54.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П., Виноградов С.В. Повышение теплостойкости и износостойкости режущего инструмента для высокоскоростной обработки деталей // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 12. – С. 129–130.
7. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
8. Космынин А.В., Чернобай С.П. Аналитическая оценка методов нагрева под закалку режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 5. – С. 74.
9. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
10. Космынин А.В., Чернобай С.П. Изотермическая закалка инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 46.
11. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы усовершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
12. Космынин А.В., Чернобай С.П. Применение инструмента из сверхтвердых материалов для обработки авиационных деталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 67.
13. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование влияния режимов термической обработки на свойства быстрорежущих сталей методом акустической эмиссии // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 66–67.
14. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Исследование эксплуатационных свойств инструмента из быстрорежущих сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 10. – С. 67–69.
15. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Актуальность разработки высокоскоростных шпиндельных узлов металлорежущего оборудования для повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113.
16. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Перспективы высокоскоростной обработки деталей из авиационных материалов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 113–114.
17. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и усовершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.
18. Космынин А.В., Чернобай С.П. Совершенствование конструкций металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 104.
19. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.
20. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 12. – С. 126–127.
21. Космынин А.В., Чернобай С.П. Анализ точности вращения высокоскоростных шпинделей с газостатическими опорами // СТИН. – 2006. – № 6. – С. 10–13.
22. Космынин А.В., Чернобай С.П. Расчет частично пористых газовых подшипников высокоскоростных шпиндельных узлов // Автоматизация и современные технологии. – 2008. – № 10. – С. 8–12.

**«Инновационные технологии»,**

**Таиланд (Бангкок, Паттайа), 20-28 февраля 2013 г.**

**Технические науки**

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СРЕДА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ  
ПРОИЗВОДСТВА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ  
АППАРАТОВ**

Космынин А.В., Чернобай С.П., Саблина Н.С.,  
Космынин А.А., Мавринский А.В.  
ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»,  
Комсомольск-на-Амуре, e-mail: avkosm@knastu.ru

В современном производстве каждый элемент конструкции летательного аппарата (ЛА) характеризуется совокупностью функциональных характеристик, технологических и организационно-экономических параметров, подверженных воздействию различных факторов и условий технологической среды. В составе базы конструкторско-технологических данных, необходимых для решения задач технологической подготовки производства, можно выделить несколько моделей производства: кон-

структивно-технологические характеристики изделия; виды производственных процессов; технологические процессы изготовления изделия; средства технологического оснащения производства ЛА. Комплекс исследования подразделений основного производства предприятий авиационной промышленности позволяет сделать вывод о том, что технологические процессы изготовления изделий авиационной техники могут быть объединены в 12 основных групп по следующим видам производства: металлургическому, штамповочно-заготовительному, кузнечно-прессовому, механическому, механосборочному, узловой сборки, неметаллов и защитных покрытий, приборно-жгутовому, агрегатно-сварочному, агрегатно-сборочному, окончательной сборки и монтажа, испытаний. Каждый из видов производственных процессов характеризуется количеством организационно-экономических показателей, расчет которых является одной из задач, реша-

емых при технологической подготовки производства. Среди таких показателей можно выделить: количество технологических процессов и операций; трудоемкость и длительность разработки техпроцессов. Данные показатели составляют основу модели вида производственного процесса.

Проектирование технологических процессов осуществляется, как правило, на основе математического моделирования процесса производства в несколько этапов, начиная с решения наиболее глобальных задач, связанных основными физическими и технико-экономическими характеристиками процессов. Для каждого из этапов проектирования применяется соответствующая степень детализации описания объектов моделирования, определяемая требуемой проектной документацией.

Таким образом, каждому элементу модели изделия авиационной техники может быть поставлено в соответствие до двенадцати видов производственных процессов. Степень совершенствования технологических процессов может быть оценена только в конкретных условиях совокупностью технико-экономических показателей предприятия.

*«Технические науки и современное производство»,  
Канарские острова, 9-16 марта 2013 г.*

#### Технические науки

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО ЗАПОЛНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРОВ (ЭММА)

Беззубцева М.М., Волков В.С.

Санкт-Петербургский государственный аграрный  
университет, Санкт-Петербург,  
e-mail: vol9795@yandex.ru

Преодоление энергии взаимодействия размольных элементов (феррошаров) в рабочем объеме ЭММА [1,2] по аналогии с гипотезой Максвелла о вязкости газа [3] интерпретирована как преодоление некоторой вязкости. Для коэффициента вязкости при представлении его молекул в виде абсолютно упругих шаров Максвелл получил формулу [3]:

$$v_{\Gamma} = \frac{1}{3} \cdot P_{\Gamma} l_{\text{M}} U_{\text{M}}, \quad (1)$$

где  $P_{\Gamma}$  – плотность газа;  $l_{\text{M}}$  – средняя длина пробега молекул;  $U_{\text{M}}$  – средняя скорость молекул.

По аналогии с формулой (1) для зоны взаимодействия размольных тел в рабочем объеме ЭММА [2, 4] рассмотрим формулу:

$$v_0 = \frac{1}{3} N_{\text{ш}} G_{\text{рз}} l_{\text{ш}} U_{\text{ш}}, \quad (2)$$

#### Список литературы

1. Чернобай С.П. Перспективные технологии производства летательных аппаратов // Авиационная промышленность. – 2006. – № 1. – С. 23–25.
2. Космынин А.В., Чернобай С.П. Перспективы совершенствования конструкций металлорежущих станков для обработки деталей авиационной техники // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 9. – С. 66.
3. Космынин А.В., Саблина Н.С., Чернобай С.П., Космынин А.А. Выбор и обоснование исследований новых и совершенствование существующих технологических процессов изготовления инструмента для высокоэффективной обработки резанием авиационных материалов летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 10. – С. 114–115.
4. Космынин А.В., Чернобай С.П. Ресурсосберегающий подход повышения качества продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 53–54.
5. Космынин А.В., Чернобай С.П. Повышение точности работы металлообрабатывающих станков при производстве летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 5. – С. 126–127.
6. Космынин А.В., Чернобай С.П. Оптимизация процессов высокоскоростной обработки // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 94–95.
7. Космынин А.В., Чернобай С.П. Совершенствование конструкций металлообрабатывающих станков при производстве деталей летательных аппаратов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 4. – С. 104.

где  $N_{\text{ш}}$  – число размольных элементов;  $G_{\text{рз}}, l_{\text{ш}}, U_{\text{ш}}$  – соответственно масса, средняя длина пробега и средняя скорость одного размольного элемента.

Удельный объем, т.е. объем рабочей камеры, приходящийся на один размольный элемент, можно представить в виде:

$$V_{\text{уд}} = \frac{V_0}{N_{\text{ш}}} = \frac{2\pi R_{\text{рз}} h_0 2l}{N_{\text{ш}}}, \quad (3)$$

где  $V_0, R_{\text{рз}}, 2l$  – соответственно объем, средний радиус и высота рабочей камеры ЭММА.

Когда притяжение размольных элементов существенно, свободный пробег шара может быть только к ближайшему. Поэтому  $l_{\text{ш}}$  определяется по формуле:

$$l_{\text{ш}} = \sqrt[3]{V_{\text{уд}}} - 2R_0 \quad (4)$$

или

$$l_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{4\pi R_{\text{рз}} h_0 l}{N_{\text{ш}}}} - 2R_0, \quad (5)$$

где  $\sqrt[3]{V_{\text{уд}}}$  – ребро куба, объем которого равен

$V_{\text{уд}} \cdot R_0$  – радиус размольного элемента.

Таким образом, выражение для эквивалентной вязкости (2) имеет вид:

$$v_0 = \frac{N_{III} G_{PЭ} U_{III}}{3} \left( \sqrt[3]{\frac{4\pi R_{Pcp} h_0 l}{N_{III}}} - 2R_0 \right). \quad (6)$$

Приняв рабочую гипотезу о независимости скорости шаров  $U_{III}$  от их количества  $N_{III}$  в рабочем объеме ЭММА, исследуем  $v_0$  как функцию  $N_{III}$  на экстремум:

$$\begin{aligned} \frac{d}{dN_{III}} = 0; \quad \frac{d}{dN_{III}} \left[ N_{III} \left( \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} - 2R_0 \right) \right] &= 0; \\ \alpha_{III} &= 2\pi R_{Pcp} h_0 l; \\ \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} - 2R_0 - \frac{1}{3} \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} &= 0; \\ \sqrt[3]{\frac{\alpha_{III}}{N_{III}}} N_{III}^{-\frac{1}{3}} = R_0; \quad N_{III}^{\frac{1}{3}} = 3R_0 \alpha_{III}^{-\frac{1}{3}}; & \\ N_{III}^* = \left( 3R_0 \alpha_{III}^{-\frac{1}{3}} \right)^3 = \frac{\alpha_{III}}{27R_0^3}. & \end{aligned} \quad (7)$$

При равенстве  $N_{III} = N_{III}^*$  значение  $v_0$  достигает максимума, т.е. процесс помола идет с максимальной интенсивностью:

$$v_{0max} = v_0^* = \frac{4\pi R_{Pcp} h_0 l G_{PЭ} U_{III}}{81R_0^2}. \quad (8)$$

При этом для оптимального объемного коэффициента заполнения рабочей камеры размольными элементами в зоне их переориентации в структурных группах получим:

$$K_{PЭ}^{max} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_0^3 N_{III}^*}{4\pi R_{Pcp} h_0 l} = \frac{4\pi}{81}. \quad (9)$$

В зонах оснований структурных построений из ферромагнитных размольных элементов [1, 2, 4] объемные коэффициенты заполнения равны отношению объема феррошара к объему описанного около него куба:

$$K_{PЭ}^{max} = \frac{\frac{4}{3} \pi R_0^3}{(2R)^3} = \frac{\pi}{6}. \quad (10)$$

Оптимальный коэффициент объемного заполнения  $K_{PЭ}^{CP}$  для трех зон рабочего объема ЭММА определяется выражением:

$$K_{PЭ}^{CP} = \frac{K_{PЭ}^{OPT} + 2K_{PЭ}^{max}}{3} = \frac{\frac{4\pi}{81} + \frac{\pi}{6}}{3} \approx 0,4. \quad (11)$$

Результаты теоретических исследований подтверждены экспериментальными данными, полученными в результате анализа процесса измельчения продуктов различного целевого назначения [2, 5, 6] в ЭММА различных конструктивных модификаций [7].

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Теоретические основы электромагнитного измельчения. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2005. – 160 с.
2. Беззубцева М.М., Волков В.С. Теоретические основы электромагнитной механоактивации. – СПб.: СПбГАУ, 2011. – 250 с.
3. Кудрявцев Л.С. Максвелл. – М.: Просвещение, 1976. – 145 с.
4. Беззубцева М.М., Мазин Д.А., Зубков В.В. Исследование коэффициента объемного заполнения ферромагнитной составляющей в аппаратах с магнитооживленным слоем // Известия Санкт-Петербургского аграрного университета. – СПб.: Изд-во СПбГАУ, 2011. – С. 371–377.
5. Беззубцева М.М., Ковалев М.Э. Активизация сухих строительных смесей в электромагнитном механоактиваторе с применением эксергетического критерия для оценки эффективности измельчения // Материалы Международной научно-практической конференции / под. ред. А.В. Павлова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2010.
6. Беззубцева М.М., Волков В.С. Повышение энергоэффективности безотходной технологии производства корма // Материалы Международной научно-практической конференции / под. ред. А.В. Павлова. – Саратов: Изд-во «КУБиК», 2010.
7. Беззубцева М.М. Энергоэффективный способ электромагнитной активации // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 5. – С. 92–93.

**ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ЗЕРНА СТАЛИ НА ПОРОГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАМЕДЛЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ ПРИ НАВОДОРОЖИВАНИИ**

Волоконский М.В., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru

Практический интерес вызывает изучение влияния размера аустенитного зерна на пороговые характеристики локального разрушения мартенситной стали с различным уровнем остаточных внутренних микронапряжений при замедленном разрушении (ЗР), вызванном водородом [1]. Испытания на ЗР проводили по методике [2]. Установлено, что как для случая высокого уровня остаточных внутренних микронапряжений, так и для случая пренебрежимо низких остаточных внутренних микронапряжений имеет место зависимость между пороговым локальным напряжением  $\sigma_{11th}^H$  и размером исходного аустенитного зерна  $d_a$  в виде:

$$\sigma_{11th}^H = \sigma_0 + k d_a^{-1/2}, \quad (1)$$

где  $s_0$  и  $k$  – коэффициенты, определяемые для соответствующих структурных состояний стали. Напряжение зарождения микротрещины может быть представлено в виде:

$$\sigma_F = \sigma_{11th}^H + \Delta\sigma_H + \Delta\sigma_{вн}, \quad (2)$$

где показано снижение когезивной прочности:  $\Delta\sigma_H$  – водородом;  $\Delta\sigma_{вн}$  – остаточными внутренними микронапряжениями. Тогда, уравнение (2) относительно  $\sigma_{11th}^H$ :

$$\sigma_{11th}^H(d_a) = \sigma_F(d_a) - \Delta\sigma_H(d_a) - \Delta\sigma_{вн}(d_a). \quad (3)$$

Таким образом, сопротивление замедленному разрушению определяется факторами  $s_{f, \Delta s_{\text{вн}}}$  и  $\Delta s_{\text{нр}}$ , зависящими в свою очередь от размера исходного аустенитного зерна.

#### Список литературы

1. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению. Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 3. – С. 37–42.
2. Филиппов Г.А., Саррак В.И. Локальное распределение водорода и внутренние микронапряжения в структуре закаленной стали // ФММ. – 1980. – Т. 49. – в.1. – С. 121–125.

### ВЛИЯНИЕ ПОРИСТОСТИ ПОРОШКОВОЙ СТАЛИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ХЛАДНОЛОМКОСТИ

Сибилёв А.В., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет,  
Пятигорск, e-mail: sibilevalexander@yandex.ru

Детали, изготовленные из порошковых сталей, как правило, не испытывают высоких нагрузок при эксплуатации. В то же время известно, что понижение температуры в значительной степени приводит к охрупчиванию сталей и сплавов с ОЦК-решеткой и снижает разрушающую нагрузку ниже критической температуры хрупкости [1,2]. Полагали, что хладноломкость порошковых сталей в значительной мере зависит от пористости.

Целью работы являлось установление влияния пористости порошковой стали на механические характеристики при понижении температуры от нормальных до азотных температур.

Опыт последних десятилетий свидетельствует о высокой эффективности применения порошковых материалов для производства изделий конструкционного назначения в различных областях техники [1]. Коэффициент использования материала при изготовлении изделий из порошковых материалов достигает 0,95–1,00, что в свою очередь кроме значительной экономии материала обеспечивает высокий уровень экологичности производства. Однако механические свойства изделий из порошковых легированных сталей ниже, чем из стального проката аналогичного химического состава, что связано с пониженной плотностью, гетерогенностью структуры и большей загрязненностью неметаллическими включениями. Поэтому до последнего времени спеченные изделия применялись в основном в случае малых рабочих нагрузок. Дальнейшее расширение области применения конструктивных деталей, изготовленных методами порошковой металлургии, обеспечивается использованием современных технологий получения порошковых материалов, их легированием, термообработкой, снижением уровня пористости.

Исследования проводили в ЦНИИчермет на среднелегированной стали, полученной в результате спекания частично-легированного порошка марки ПЖН4Д2М.

Исследование свойств материалов полученных на основе частично-легированного порошка ПЖН4Д2М проводилось на стандартных призматических образцах с острым надрезом и цилиндрических образцах диаметром 5 мм.

Одним из основных факторов, резко отличающих спеченные материалы от компактных, который оказывает существенное влияние на закономерности формирования механических свойств при понижении температуры испытаний является пористость.

С целью изучения поведения спеченного материала различной пористости от 10 до 30% при изменении температуры был проведен комплекс испытаний на растяжение и статический изгиб цилиндрических образцов диаметром 5 мм и призматических образцов 10×10×55 мм с острым надрезом. Во всем диапазоне исследуемых температур происходит монотонное снижение предела текучести и предела прочности с ростом температуры испытания, что аналогично поведению компактных материалов.

Было установлено, что разрушающее номинальное напряжение при изгибе образца с надрезом при понижении температуры испытаний возрастает, причем характер зависимости одинаков для всех степеней пористости. Кроме того, скопления закрытых пор являются заметными микроскопическими концентраторами напряжений, способными к взаимодействию с матрицей и между собой. Микронегомогенность структуры приводит к избирательной локализации деформации в пределах мостиков. Видимым результатом этих процессов является разрушение образцов при более низких внешних напряжениях и макродеформациях, чем это было бы в случае компактного материала. Наибольшую опасность представляют открытые поры с малым радиусом вершины. Кроме того, на основании полученных результатов можно утверждать, что изменение механических свойств в зависимости от пористости при других неизменных параметрах обусловлено не только уменьшением эффективного сечения нагруженного образца, но и статистическим распределением и типом пор, которые приводят к возникновению локальной концентрации напряжений.

#### Список литературы

1. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструктивных сталей: монография. – Пятигорск: Спецпечать, 2006. – 226 с.
2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Разделение влияния прочностных и деформационных факторов на критическую температуру хрупкости стали // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 6. – С. 21–26.

**ИЗУЧЕНИЕ ФЛОКУЛИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАКРИЛАМИДА**

Ульрих Е.В., Ульрих А.Е.

*Кузбасский государственный технический университет, Кемерово, e-mail: elen.ulrich@mail.ru*

Увеличивающееся содержание мелких классов и их зольности в добываемых углях, целесообразность совершенствования водно-шламовых схем, привела к вовлечению в переработку мелких классов угольных шламов крупностью – 0,5 мм. Эта крупность обосновывается нижним пределом обогащения углей на отсадочных машинах, а также возможностью используемого на некоторых фабриках для обогащения мелких классов угля процесса флотации [1].

В данном случае шламы, выделяющиеся в процессе обогащения энергетических углей (шламовые при обесшламливании и обезвоживании крупных и средних классов угля, подрешетные воды дуговых сит и грохотов, фугата и др.) проходят первую стадию классификации – сгущения в гидроциклонах, пески – крупнозернистый шлам возвращаются на обогащение, а слив, содержащий сравнительно мелкие частицы направляются на вторую стадию сгущения в радиальные сгустители. Слив сгустителя используется как оборотная вода, а пески поступают на дальнейшее обезвоживание методом фильтрования. В эти процессы добавляются флокулянты [2, 3].

Нами были исследованы флокулянты, с различной молекулярной массой (ММ), зарядом и степенью ионности [4]. Для использования их в промышленных условиях необходимо было изучить их обезвоживающие свойства.

На основании исследования стандартных физико-химических свойств были выбраны следующие флокулянты: Магнафлок 919 (М 919), Магнафлок 345 (М 345), Магнафлок 155 (М155) и Zetag 8180 (Z 8180).

**Флокуляция угольной пульпы в процессе сгущения**

Угольная пульпа, используемая в эксперименте, была взята непосредственно из технологического процесса обогащения угля с нескольких обогатительных фабрик Кузбасского угольного бассейна. Суспензия содержала 20 г/л твердой фазы. Кинетику седиментации угольной суспензии исследовали аналогично модельному раствору оксида меди (II) по стандартной методике.

Определяли скорость осаждения твердых частиц в присутствии исследуемых флокулянтов. Замеряли высоту слоя уплотненного осадка в цилиндрах с добавкой полиэлектролитов.

Полученные данные представлены в таблице.

Из табличных данных следует, что наибольшую скорость осаждения имеет высокоанионный флокулянт М 919. Этот факт объясняется взаимным влиянием таких параметров как ММ флокулянта, степень его анионности, степенью

свернутости макромолекулярной глобулы, адсорбционными взаимодействиями между флокулянтами и частицами пульпы.

Флокулирующие и загущающие свойства исходных флокулянтов на угольной пульпе

Флокулянт	Скорость осаждения, мм/с	Высота осадка, мм
М 919	10	35
М 345	9	40
М 155	7	42
Z 8180	5	41

Наименьшая скорость осаждения присуща низкокаатионному полиэлектролиту Z 8180.

Анализ табличных данных свидетельствует о том, что наибольшая скорость осаждения гидрофобной угольной суспензии наблюдается при использовании низкоанионного флокулянта. Высокая ММ, повышенная адсорбционная активность модифицированных ПЭ приводит к образованию крупных быстро оседающих хлопьев. Наибольшие загущающие свойства осадков, характеризующие их плотность, наблюдаются так же у флокулянта М 155.

**Список литературы**

1. Запольский А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Свойства. Получение. Применение / А.К. Запольский, А.А. Баран. – Л.: Химия, 1987. – 167 с.
2. Вейцер Ю.И. Высокомолекулярные флокулянты в процессах очистки природных и сточных вод / Ю.И. Вейцер, Д.М. Минц. – М.: Стройиздат, 1984. – 200 с.
3. Добров И.В. Применение функциональных материалов на основе полиакриламида в качестве флокулянтов для водоочистки и водоподготовки / И.В. Добров, А.В. Путилов // Химическая промышленность. – 1995. – № 4. – С. 195–198.
4. Шевченко, Т.В. К вопросу о свойствах, получении и применении сверхвысокомолекулярных флокулянтов в процессах обогащения угля / Т.В. Шевченко, В.Л. Осадчий, Е.В. Ульрих, М.А. Яковченко // Техника и технология разработки месторождений полезных ископаемых: международный научно-технический сборник. – Новокузнецк, 2003. – Вып. 6. – С. 209–216.

**РАСЧЕТ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЯ В ЗОНЕ ЗАРОЖДЕНИЯ ТРЕЩИНЫ В ОБРАЗЦАХ С РАЗЛИЧНЫМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Шиховцов А.А., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru*

Для проектирования деталей на прочность необходимо знание характеристики локальной прочности стали – сопротивления сколу, которое может быть определено по испытаниям образцов с надрезом, например на образцах тип 4 с надрезом Шарпи или с другими видами надрезов. Для этого наиболее оптимальным является применение метода математического моделирования напряженно-деформирован-

ного состояния в зоне зарождения трещины – метода конечных элементов (МКЭ). Однако, применение МКЭ к сталям в различных структурных состояниях достаточно дорого и нерентабельно. Полагали, что возможно построение нормированной зависимости перенапряжения ( $\sigma_{11\max}/\sigma_T$ ) от отношения номинального напряжения к пределу текучести  $\sigma_N/\sigma_T$  с помощью МКЭ для образца и концентратора напряжений определенной геометрии при данном способе нагружения. В дальнейшем, с помощью этой зависимости можно определить локальные напряжения в зоне зарождения трещины для любого номинального напряжения до и после появления зоны пластической деформации перед концентратором

напряжений по известному пределу текучести стали. Были проведено математическое моделирование напряженно-деформированного состояния образцов с двумя типами надрезов с помощью МКЭ для шагового изменения нагрузки. В результате были построены графические зависимости  $Q = \sigma_{11\max}/\sigma_T$  от  $\sigma_N/\sigma_T$  для шагового увеличения нагрузки на изгибный образец.

Таким образом, полученные зависимости позволяют без применения МКЭ оперативно в заводских условиях провести оценочный расчет локальных напряжений в зоне зарождения трещины изгибного образца при его хрупком разрушении и оценить, тем самым, характеристику стали – сопротивление сколу.

*«Компьютерное моделирование в науке и технике»,  
Андора, 9-16 марта 2013 г.*

#### *Технические науки*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ**

Потлов А.Ю.

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный  
технический университет», Тамбов,  
e-mail: zerner@yandex.ru*

Диффузионная оптическая томография (ДОТ) – перспективный метод исследования биологических тканей на глубину до 5–10 см, основанный на измерении интенсивности излучения регистрируемого после многократного рассеяния (диффузии фотонов) внутри биообъекта [1]. На сегодняшний день, основной научной проблемой ДОТ является получение картограммы неоднородностей в биообъекте, как результата решения обратной задачи диффузии излучения. В связи с этим моделирование распространения оптического излучения в биологических тканях является актуальной задачей.

В данной работе предлагается модель капли – импульса излучения с фиксированным исходным числом фотонов, который падает на объект около поверхности и диффундирует по нему с преимущественным движением к центру объекта. Такая модель позволяет описать экспериментально полученные данные, как для однородного, так и для неоднородного случаев. Предложенная модель реализована в виде специализированного программного продукта [2] на объектно-ориентированном языке программирования C#.

В качестве результата программа выдает кривые изменения во времени интенсивности излучения, регистрируемого с помощью  $n$ -го количества детекторов расположенных в указанных местах моделируемого объекта с за-

данными количеством, оптической плотностью и расположениями неоднородностей. Эти кривые имеют большую значимость, поскольку характеризуют оптическую структуру моделируемого объекта.

#### **Список литературы**

1. Проскурин С.Г., Потлов А.Ю., Фролов С.В. Детектирование поглощающей неоднородности в биологическом объекте при регистрации рассеянных фотонов // Медицинская техника. – 2012. – № 6 (276). – С. 1–5.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в ФИПС № 2012615093 «Моделирование рассеяния света в биологической ткани» / С.Г. Проскурин, С.В. Фролов, А.Ю. Потлов (RU). Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 07.06.2012 г.

### **УЧЕТ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА ЗЕРНА НА ТЕМПЕРАТУРУ ХЛАДНОЛОМКОСТИ СТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ И ДЕТАЛЕЙ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Сибилёв А.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет,  
Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru*

Величина зерна – важнейший структурный фактор, определяющий сопротивление металла хрупкому разрушению при понижении температуры. Механизмы разрушения сталей с учетом размера зерна рассмотрены в известных работах Петча, Коттрелла, Стро и др. [1]. В соответствии с дислокационной теорией разрушения увеличение размера зерна обуславливает повышение локальной концентрации напряжений у границ зерна, что должно приводить к понижению напряжения хрупкого разрушения и повышению критической температуры хрупкости.

Несмотря на понимание влияния размера зерна на температуру хладноломкости стали, не было перехода от оценки температуры хладноломкости образцов к температуре хладноломкости деталей с концентраторами напряжений. Однако, был разработан подход, позволяющий по результатам испытаний стандартных образцов с помощью метода конечных элементов оценить температуру хладноломкости деталей [2]. В то же время, для проектирования ответственных деталей на стадии проектирования требуется учет структуры стали, в том числе размера зерна. Полагали, что использование критерия критических локальных растягивающих напряжений и критерия хладноломкости [3] позволит выяснить закономерности влияния размера зерна на сопротивление хрупкому разрушению при понижении температуры с позиций структурной механики разрушения и, на этой основе, разработать способ прогнозирования критической температуры хрупкости по известному размеру зерна.

Целью работы являлось количественное моделирование зависимости температуры хладноломкости образцов и деталей с концентраторами напряжений от размера зерен стали на основе применения метода математического моделирования напряженно-деформированного состояния в зоне зарождения трещины.

В качестве материала исследования использовали сталь 10кп. Путем применения различных термообработок были получены различные состояния стали, различающиеся средним размером зерен: 11, 28, 45 и 60 мкм. Использовали цилиндрические образцы без надреза и с надрезами для испытаний на растяжение. Испытания проводили в диапазоне температур 77–293 К. Определение температуры хладноломкости заключалось в установлении температуры, при которой разрушающая нагрузка равна нагрузке общей текучести. Принимая во внимание микрофрактографическую картину распространения трещины сколом, полагали, что процесс разрушения образцов стали 10 кп с различным размером зерна при температурах ниже критических температур хрупкости контролируется критическим максимальным локальным растягивающим напряжением. По результатам испытаний гладких цилиндрических образцов строили зависимости предела текучести стали от температуры испытаний стали для различных размеров зерен. Были получены кривые зависимости предела текучести от температуры испытаний для различных размеров зерна (11, 28, 45 и 60 мкм). Для расчета максимальных локальных растягивающих напряжений использовали метод математического моделирования напряженно-деформированного состояния в зоне зарождения трещины перед концентратором напряжений – метод конечных элементов. С одной стороны этот метод использовали для расчета

локальных напряжений в зоне зарождения трещины в экспериментальных образцах, с другой, для расчета локальных напряжений в исследуемой детали с концентраторами напряжений.

Определяли критические максимальные локальные растягивающие напряжения для образцов по ранее изложенной методике [4], заключающейся в установлении температуры совпадения нагрузок разрушающей и общей текучести и, далее, расчете критического максимального локального растягивающего напряжения по формуле:

$$\sigma_F = \sigma_T(T_{кр}, \dot{\epsilon}, d) \cdot Q_{o.T} \quad (1)$$

где  $Q_{o.T}$  – перенапряжения общей текучести;  $\sigma_T(T_{кр}, \dot{\epsilon})$  – предел текучести при критической температуре хрупкости;  $d$  – размер зерна. Экспериментальную зависимость критического максимального локального растягивающего напряжения –  $\sigma_F$  (Н/мм<sup>2</sup>) от размера зерна –  $d$  (мм) стали 10 кп аппроксимировали выражением:

$$\sigma_F = 306 + 99 \cdot d^{-\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Было установлено, что существует связь температуры хладноломкости с критическим максимальным локальным растягивающим напряжением, пределом текучести и перенапряжением общей текучести, учитывающим скорость нагружения, способ нагружения, геометрию концентратора напряжений и образца:

$$T_{кр} = \left[ \frac{1}{T_o} + \frac{1}{\beta} \left( \ln \frac{\sigma_F}{Q_{o.T} \cdot \sigma_T(T_o, \dot{\epsilon})} \right)^{\frac{1}{n}} \right]^{-1} \quad (3)$$

С другой стороны, критическое максимальное локальное растягивающее напряжение  $\sigma_F$  и предел текучести стали  $\sigma_T$  зависят от размера зерна. Однако  $\sigma_F$  не зависит от температуры испытаний, а предел текучести  $\sigma_T$  зависит. Поэтому представляется возможным связать температуру хладноломкости непосредственно с размером зерна, учитывая геометрию концентратора напряжений, способ и скорость нагружения. Для практических целей прогнозирования температуры хладноломкости образцов или деталей с концентраторами напряжений предлагается выражение:

$$T_{кр} = \left[ \frac{1}{T_o} + \frac{1}{\beta} \left( \ln \frac{A + k \cdot d^{-\frac{1}{2}}}{Q_{o.T} \cdot \sigma_T(T_o, \dot{\epsilon})} \right)^{\frac{1}{n}} \right]^{-1} \quad (4)$$

где  $\beta$ ,  $n$  – коэффициенты кривизны кривой зависимости предела текучести образцов на растяжение от температуры испытаний. Предлагаемую зависимость критической температуры

хрупкости от размера зерна проверяли экспериментально. Было установлено, что увеличение размера зерна стали приводит к росту температуры хладноломкости. Сравнение расчетной и экспериментальной зависимости температуры хладноломкости от размера зерна указывает на возможность прогнозирования температуры хладноломкости стальных образцов по известному размеру ее зерна.

Разработанный подход к определению температуры хладноломкости образцов позволяет проводить расчет температуры хладноломкости деталей с учетом размера зерна стали. Для этого в формулу (4) вводится значение  $Q_{OT}$  определенное с помощью метода конечных элементов.

Таким образом, критическая температура хрупкости стального образца или детали с концентратором напряжений может быть оценена по заданному размеру зерна с одновременным учетом скорости, способа нагружения и геометрии образца или детали и концентраторов напряжений.

#### Список литературы

1. Нотт Д.Ф. Основы механики разрушения. – М.: Металлургия, 1978. – 256 с.
2. Мишин В.М., Сибилев А.Н. Критерий хладноломкости стальных деталей. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11. – С. 102–104.
3. Мишин В.М., Кислюк И.В., Саррак В.И. Анализ влияния легирования на порог хладноломкости железа в рамках схемы Иоффе-Орвана // Физика металлов и металловедение. – 1991. – № 7. – С. 188–192.
4. Сибилев А.Н., Мишин В.М. Влияние соотношения локальной прочности и текучести на температуру хладноломкости сталей // Физика прочности и пластичности материалов: научн. тр. XVIII Межд. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2012.

#### РАЗРАБОТКА ИНТЕРВАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Фролова Т.А., Туляков Д.С., Фролов С.В.

*ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,  
e-mail: frolova@mail.gaps.tstu.ru*

При построении математических моделей нередко возникают случаи, когда некоторые входные величины не определены, и найти их численные значения не представляется возможным. Существует несколько подходов к раскрытию неопределенности.

Один подход связан с использованием теории нечетких множеств. Неопределенные параметры характеризуются функциями принадлежности, которые строятся на основе опросов экспертов. Модели, в которых неопределенные параметры характеризуются функциями принадлежности, получили название нечетких математических моделей. Недостатком этой методики является то, что для надежного построения функции принадлежности требуется мнение нескольких экспертов. Это не всегда возможно.

Другой подход – вероятностный, в котором неопределенные параметры характеризуются

функциями плотности распределения. Математические модели, в состав которых входят такие параметры, имеют названия вероятностных. В этом случае функции распределения строятся на основании накопленных статистических данных о поведении стохастических параметров. Трудность применяемой методики связана с необходимостью проведения большого числа экспериментов на объекте во время хода технологического процесса для определения параметров законов распределения стохастических величин. Чаще всего информация о значении неопределенного параметра задается в виде интервального параметра.

Разработка интервальной модели реализована на примере переработки фосфогипса. Нами создана математическая модель процесса обжига фосфогипса во вращающейся печи. В математической модели есть неопределенные параметры, численные значения которых изначально неизвестны. Это степень черноты материала, теплоемкость материала и эмпирический коэффициент. Эти параметры предлагается задавать в виде интервальных значений. Таким образом, для решения математической модели процесса обжига во вращающейся печи необходимо решить интервальную математическую модель. Решение модели представляется в виде графика зависимости границ температуры материала по длине печи и дает возможность определить оптимальные технологические режимы процесса.

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОРОГОВЫХ НАГРУЗОК АВАРИЙНОЙ ДЕТАЛИ ИЗ МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ПРИ ЕЕ ЗАМЕДЛЕННОМ РАЗРУШЕНИИ

Шиховцов А.А., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет,  
Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru*

Замедленное хрупкое разрушение (ЗХР) высокопрочных сталей и стальных деталей является наиболее опасным видом хрупкого разрушения. Особая опасность этого вида хрупкого разрушения связана с тем, что при разрушении деталей отсутствуют признаки пластической деформации. При замедленном хрупком разрушении зарождение и развитие микротрещины происходит по границам зерен мартенситной стали или стали содержащей мартенсит [1]. Физическая природа замедленного хрупкого разрушения изучена в ряде работ [1–2]. Авторами, ранее был разработан критерий замедленного хрупкого разрушения высокопрочных сталей [3]. Полагали, что применение критерия замедленного хрупкого разрушения возможно не только к образцам, но и к деталям. С помощью метода конечных элементов – метода математического моделирования напряженно-деформированного состояния в зоне зарождения микротрещины

существует возможность прогнозирования пороговых нагрузок для детали с концентраторами напряжений [4].

Целью работы является разработка метода оценки системы пороговых нагрузок для детали на основе применения метода конечных элементов (МКЭ) по результатам экспериментального определения пороговых локальных напряжений при испытании стандартных образцов на ЗХР.

Исследовали сталь 18Х2Н4ВА (0,19 С; 1,5 Cr; 4,1 Ni; 0,2 Si; 0,37 Mn; 0,82 W; 0,003 S, вес. %). Термическую обработку проводили по режиму: нагрев до 1000 °С, выдержка 10 мин, закалка в воде. Испытания на замедленное разрушение проводили по методике [3].

Предлагаемая методика заключается в следующем:

1. Из аварийной детали вырезаются «ударные» образцы тип 4 с надрезом Шарпи.
2. Образцы помещаются в ампулы из кварцевого стекла и вакуумируются.
3. Проводится термообработка образцов по режиму аналогичному режиму термообработки детали.
4. Проводятся испытания образцов на замедленное разрушение.
5. Определяется значение характеристики замедленного хрупкого разрушения стали – пороговое локальное напряжение.
6. Осуществляется расчет аварийной детали методом конечных элементов на ЭВМ при шаговом увеличении системы нагрузок, т.е. рассчитываются тензоры напряжений во всех узлах решетки МКЭ.
7. Определяются места и уровень максимальных локальных растягивающих напряже-

ний при шаговом увеличении системы приложенных нагрузок к детали.

8. Устанавливается соответствие системы приложенных нагрузок к детали, для момента достижения порогового локального напряжения при замедленном разрушении образцов.

9. Определяется система пороговых нагрузок для детали, соответствующая достижению в зоне локального разрушения уровня порогового локального напряжения.

В результате, представляется возможным установить путем расчета с помощью метода конечных элементов систему пороговых нагрузок, ниже уровня которой замедленное разрушение не реализуется для данного структурного состояния стали.

Таким образом, разработан метод оценки системы пороговых нагрузок при замедленном разрушении детали на основе применения компьютерного метода конечных элементов и результатов экспериментального определения пороговых локальных напряжений при испытании стандартных образцов на замедленное хрупкое разрушение.

#### Список литературы

1. Саррак В.И., Филиппов Г.А. О природе явления задержанного разрушения закаленной стали // *Митом*. – 1976. – № 12. – С. 36–41.
2. Мишин В.М., Шиховцов А.Н. Разделение силовой и термоактивационной компонент разрушения // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2011. – № 11. – С. 104–105.
3. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // *Деформация и разрушение материалов*. – 2007. – № 3. – С. 37–42.
4. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструкционных сталей: монография. – *Пятигорск: Спецпечать*, 2006. – 226 с.

*«Лазеры в науке, технике, медицине»,  
Андора, 9-16 марта 2013 г.*

#### Медицинские науки

#### **МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТАТУСА ФАГОЦИТИРУЮЩИХ КЛЕТОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ КВАНТОВ СВЕТА, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ЛАЗЕРОМ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ИК-ДИАПАЗОНА (850 НМ)**

Гизингер О.А., Огнева О.И., Осиков М.В., Матвеев М.О.

ГБОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия Росздрава РФ», Челябинск,  
e-mail: ogizinger@gmail.com

Изучение биостимулирующих эффектов квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона (850 нм) открывает широкие перспективы применения лазеров почти во всех областях меди-

цины и расширяет понимание механизмов световых воздействий на микроорганизм. Известно, что воздействие НИЛИ на клетки сопровождается изменением их функциональной активности и стационарного состояния клеточного гомеостаза. Несмотря на имеющиеся в литературе данные об иммуномодулирующем действии квантов света, генерируемых НИЛИ на организм, в отношении влияния его на активность фагоцитирующих клеток, многие вопросы остаются неясными и требуют дальнейшего изучения. В связи с этим представляло интерес изучить влияние эффектов квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм на функционально-метаболическую активность нейтрофилов периферической крови человека при фагоцитозе бактерий.

**Материалы и методы.** Нейтрофилы выделяли из периферической крови здоровых добровольцев в двойном градиенте плотности фикола-верографина. Выделенные клетки использовали при моделировании *in vitro* процесса фагоцитоза бактерий *Staphylococcus aureus*. Облучение фагоцитов осуществляли до начала фагоцитоза с помощью лазерного диода с максимумом спектра испускания 850 нм, дозы излучения составили 300, 900 и 1500 мДж. Клетки инкубировали при 37°C в течение 1, 3 и 6 ч. Функционально-метаболическую активность макрофагов и нейтрофилов определяли по показателям кислороднезависимого и кислородзависимого киллинга, а также по содержанию в них липидов и гликогена. Для оценки киллинга проводили цитохимическое изучение содержания в цитоплазме фагоцитирующих клеток кислой и щелочной фосфатазы, миелопероксидазы, катионных белков; образование активных форм кислорода регистрировали в НСТ-тесте. Учет результатов осуществляли микроскопически. В качестве контроля использовали показатели активности нейтрофилов без облучения.

**Результаты.** Установлено, что при действии квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм моноциты происходило достоверное увеличение активности кислой фосфатазы на разных этапах фагоцитарного процесса. В то же время, действие на нейтрофилы сопровождалось активацией кислой фосфатазы только в интактных нефагоцитирующих клетках и не оказывало достоверного влияния на активность данного фермента при фагоцитозе бактерий. Получены противоречивые данные о влиянии ИК НИЛИ на активность щелочной фосфатазы как в моноцитах, так и в нейтрофилах. Различные дозы квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм приводили либо к увеличению, либо снижению активности данного фермента в фагоцитах. При определении катионных белков в цитоплазме фагоцитов установлены достоверные изменения в их содержании в зависимости от дозы излучения и этапа фагоцитоза. Показано, что облучение моноцитов способствовало увеличению содержания катионных белков до начала фагоцитоза и через 6 ч. При облучении нейтрофилов, напротив, содержание катионных белков увеличивалось через 1 и 3 ч фагоцитоза.

Выявлено, что при воздействии квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм происходило увеличение активности миелопероксидазы в моноци-

тах и нейтрофилах во все сроки фагоцитоза, однако на неактивные фагоциты достоверного влияния данное излучение не оказывало. Отмечено дозозависимое увеличение образования АФК при «респираторном взрыве» как у моноцитов, так и нейтрофилов на фоне действия квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм по сравнению с контролем. Установлено снижение количества гликогена и липидов в цитоплазме макрофагов и нейтрофилов под влиянием квантов света, что свидетельствует об усилении катаболизма этих клеток.

**Заключение.** Полученные факты свидетельствуют об активации некоторых бактерицидных факторов кислороднезависимой системы, выраженном кислородзависимом киллинге и о снижении энергетических резервов в макрофагах и нейтрофилах. Следовательно, можно сделать заключение о стимулирующем характере действия квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм на функционально-метаболическую активность данных клеток, что в свою очередь способствует более активному уничтожению и разрушению поглощенных бактерий и обеспечивает успешное завершение фагоцитоза.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ НЕАЛКОГОЛЬНЫХ СТЕАТОГЕПАТИТОВ У БОЛЬНЫХ С ОЖИРЕНИЕМ

<sup>1</sup>Солун М.Н., <sup>1</sup>Дихт Н.И., <sup>2</sup>Гузеева Г.В.,  
<sup>3</sup>Морозова Н.Е., <sup>1</sup>Бучарская А.Б.

<sup>1</sup>Саратовский государственный  
медицинский университет;

<sup>2</sup>Саратовская областная детская  
клиническая больница;

<sup>3</sup>Клиника «Семейный доктор»,  
Саратов, e-mail: N.Dikht@mail.ru

Термин «стеатогепатит» в настоящее время все чаще употребляется для описания гетерогенной группы патологических изменений печени, характеризующихся воспалительной инфильтрацией на фоне жировой дистрофии гепатоцитов. Со второй половины 90-х годов минувшего столетия неалкогольный стеатогепатит (НАСГ) – диагноз, прочно занявший место в ряду основных форм поражения печени и позволивший существенно уменьшить долю «криптогенных» гепатитов. Установлено, что частота выявления НАСГ при гистологическом исследовании пече-

ни в странах Западной Европы и США составляет 7-9% (Буеверов А.О., 2003).

Хотя НАСГ чаще всего протекает доброкачественно и бессимптомно, в ряде случаев развиваются такие осложнения, как цирроз печени, портальная гипертензия и печеночная недостаточность. Обследование больших групп пациентов с криптогенным циррозом печени, включавшее оценку сопутствующих заболеваний и факторов риска, позволило выдвинуть предположение, что во многих случаях (до 60–80%) цирроз печени «неясной этиологии» развивается на фоне нераспознанного НАСГ (Ивашкин В.Т., 2012).

Традиционная терапия НАСГ является дорогостоящей и продолжительной. Назначение лекарственных препаратов может сопровождаться побочными эффектами и аллергическими реакциями. Поэтому поиск новых, доступных, неинвазивных методов лечения НАСГ остается важным и актуальным для клинической гастроэнтерологии.

Последние годы уделяется большое внимание вопросу применения низкоинтенсивного лазерного излучения в различных областях медицины. Данный метод терапии получил широкое распространение при различных формах патологии в связи с его противовоспалительным, обезболивающим действием, высоким лечебным эффектом и редким возникновением осложнений (Золотова Н.Б., Золотницкая В.П., 2009).

**Цель** настоящего исследования – оценить эффективность применения низкоинтенсивного импульсного инфракрасного лазера в комплексном лечении неалкогольных стеатогепатитов.

**Материалы и методы.** Обследовано 30 больных (12 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 40 до 60 лет с НАСГ низкой и умеренной активности. У всех больных было ожирение 1 и 2А степени (индекс массы тела 28–34 кг/м<sup>2</sup>). Для исключения эрозивно-язвенных процессов в верхних отделах желудочно-кишечного тракта всем больным проводилась эзофагогастродуоденоскопия. До начала лечения, после курса лазеротерапии (14-й день) и после завершения медикаментозного лечения (60-й день) больным проводили общеклиническое обследование, исследование показателей углеводного обмена, оценивали состояние системы гемостаза, функциональное состояние печени, выполняли ультразвуковое исследование печени. В данное исследование мы включали пациентов с отрицательным результатом анализа крови на HBs-Ag и анти-HCV, с увеличением уровня аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспаратаминотрансферазы (АСТ) от 1,5 до 4 норм (от 60 до 120 ЕД/л), повышением гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТП) до 2 норм (не более

100 ЕД/л). Уровень общего холестерина не превышал 8,5 ммоль/л, щелочная фосфатаза была в норме. Максимальное повышение билирубина было не более, чем на 25% от нормы (это касалось и общей, и прямой фракции). Нарушений углеводного обмена не выявлено (уровень инсулина был менее 17 мкЕД в мл при нормальном уровне глюкозы и гликированного гемоглобина). У больных не было внешних стигм систематического избыточного приёма алкоголя, в беседах злоупотребление алкоголем пациенты отрицали.

При обращении в клинику пациенты предъявляли жалобы на чувство дискомфорта в правом подреберье разной степени выраженности и умеренные диспептические явления (отрыжку, вздутие живота, чувство горечи во рту). У всех больных при ультразвуковом обследовании были подтверждены признаки жировой инфильтрации печени: диффузное увеличение «яркости» печёночной паренхимы, экзогенность печени при этом выше экзогенности почек, нечёткость сосудистого сигнала, дистальное затухание эхо-сигнала; была исключена желчекаменная болезнь и объёмные образования органов брюшной полости. Всем пациентам были даны рекомендации по образу жизни, режиму питания, суточному набору продуктов и калорийности, дозированным физическим нагрузкам.

Все больные были разделены на 2 группы по 15 человек. Пациенты первой группы (контрольной) получали медикаментозное лечение препаратом урсосан в суточной дозе 20 мг/кг урсодезоксихолевой кислоты, разделённой на два приёма – после завтрака и ужина. Препарат принимался в капсулах по 250 мг, производитель «Pro. Med. CS Praha», Чехия курсом 60 дней. Во второй группе пациентам, кроме лечения урсосаном, дополнительно проводили лазеротерапию аппаратом «Qvanterra» ООО «Миллениум Фарма» г. Москва (Сертификат соответствия Госстандарта России, выданный Органом по сертификации ИМН ВНИИИМТ) с низкоинтенсивным импульсным инфракрасным излучением длиной волны 875 нм. Длительность курса 14 дней по 1 процедуре в день. Воздействие производилось на область проекции аорты и ствола лёгочной артерии между 2 и 3 ребром справа и слева от грудины по 2 минуты с каждой стороны на частоте 150 Гц. Область печени облучалась спереди, сбоку и сзади, терминал двигался вверх-вниз с остановками на 3–5 секунд через 1,5–2 см в первый день 10 минут, в последующие дни 20 минут на частоте 150 Гц (методика отдела лазерной и фотодинамической терапии МРНЦ РАМН). Клинический результат лечения мы считали хорошим при исчезновении характерных для

стеатогепатита жалоб, удовлетворительным при сохранении менее продолжительных и менее интенсивных, реже возникающих субъективных проявлений и плохим при отсутствии терапевтического эффекта.

**Результаты и обсуждение.** На 14 день лечения в контрольной группе хороший клинический результат получен у 13% больных, удовлетворительный – у 73%. Во второй группе (медикаментозные препараты в сочетании с лазеротерапией) хороший клинический результат получен у 66% больных, удовлетворительный – у 20%. В обеих группах не было эффекта от лечения у одинакового числа больных. Однако хороших результатов было значительно больше у пациентов второй группы. При использовании лазеротерапии у большего числа больных удается достичь полного исчезновения клинических симптомов и в меньшие сроки. Уровни АЛТ, АСТ, ГГТП достоверно быстрее снижались у пациентов 2-й группы, получавших лазеротерапию. В среднем снижение к 14 дню составило 20% от исходного уровня. У пациентов 1-й группы уровни АЛТ, АСТ, ГГТП к 14-му дню снизились на 12% от исходного уровня. При обследовании на 60-й день лечения улучшение отмечали все пациенты. Хороших результатов было больше у пациентов второй группы. Они отметили практически полное исчезновение симптомов тяжести в правом подреберье и горечи во рту. Уровни АЛТ, АСТ, ГГТП одинаково снизились на 40–50% у пациентов 1-й и 2-й группы.

**Заключение.** При использовании лазеротерапии удается увеличить эффективность комплексной терапии НАСГ низкой и умеренной активности. Инфракрасную лазеротерапию следует шире использовать в лечении пациентов с неалкогольной жировой болезнью печени, так как данный метод является доступным и неинвазивным. Требуется дальнейшей разработки схема проведения повторных курсов лазеротерапии для получения более стабильных результатов.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ОСЛОЖНЕННЫМИ ТРАВМАТИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Ульянов В.Ю., Бажанов С.П.,  
Выгодчикова Г.Ю.

ФГБУ «СарНИИТО» Минздрава России, Саратов,  
e-mail: v.u.ulyanov@gmail.com

**Цель:** улучшить результаты лечения больных с осложненной травмой шейного отдела позвоночника путем применения в раннем послеоперационном периоде терапевтического лазера.

Объектом исследования явились 5 больных с осложненной травмой шейного отдела позвоночника, сопоставимых по полу, возрасту, степени выраженности неврологического дефицита, которым в раннем послеоперационном периоде проводили контактное лазерное воздействие с лазерного излучателя «АЗОР-2К-02» красным излучением в ауторезонансном режиме с длиной волны 0,63–0,66 мкм мощностью 24–26 мВт в течение 7–10 минут путем подведения излучателя к проекции патологического очага с обеспечением компрессии мягких тканей до 3 мм в течение 10 суток. Критерием эффективности лазерного излучения на травматический очаг служили уровни содержания лактата, лактатдегидрогеназы в ликворе, а также данные МР-томографии.

На фоне применения лазерного излучения у всех больных отмечена нормализация уровня лактата в ликворе до 1,1–2,4 ммоль/л, снижение показателей лактатдегидрогеназы ликвора до 56–40 МЕ/л, а также снижение интенсивности МР-сигнала и уменьшение в объеме вещества спинного мозга в зоне травматического очага на T1- и T2-взвешенных изображениях в сагитальной и аксиальной проекциях.

Таким образом, применение терапевтического лазера позволяет улучшить результаты лечения больных с осложненной травмой шейного отдела позвоночника.

*«Инновационные медицинские технологии»,  
Франция (Париж), 15-22 марта 2013 г.*

#### Медицинские науки

### МИЕЛОПЕРОКСИДАЗА НЕЙТРОФИЛЬНЫХ ЛЕЙКОЦИТОВ В ДИНАМИКЕ ИШЕМИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ МИОКАРДА

Васильчева Ж.М., Космачёва Е.Д.,  
Чуприненко Л.М., Славинский А.А.

Кубанский государственный медицинский  
университет, Краснодар, e-mail: lmchbox@mail.ru

Миелопероксидаза (МП) – это железосодержащий фермент, локализованный в азурофильных гранулах нейтрофильных лейкоци-

тов. Вместе с мембранной НАДФН-оксидазой МП участвует в процессах генерации активных форм кислорода. При активации фагоцитов, совместно с перекисью водорода МП образует фермент-субстратный комплекс, окисляющий ионы галогенов в гипогалоиды, которые непосредственно разрушают белки и липиды, инициируют появление гидроксильного радикала. Образовавшиеся метаболиты обладают значительным деструктивным потенциалом и могут играть существенную роль в повреждении тканей. Цель работы: оценить активность МП

нейтрофильных лейкоцитов крови в динамике развития острых форм ишемической болезни сердца.

В исследование включено 126 пациентов, поступивших в Краевую клиническую больницу № 1 г. Краснодара с диагнозом «Острый коронарный синдром». Взятие крови проводили на 1-е, 3–4, 8–10 сутки госпитализации. Цитохимическое определение активности МП нейтрофилов осуществляли бензидиновым методом. Для оценки интенсивности реакции подсчитывали процент положительно реагирующих клеток и средний цитохимический коэффициент, который отражает активность фермента. Учитывая непараметрическое распределение значений, для сравнения нескольких групп с одной определяли критерий Даннета и уровни значимости различий для него. В соответствии с клиническими диагнозами пациенты были разделены на следующие группы: стабильная стенокардия – 10, нестабильная стенокардия – 34, Q-негативный инфаркт миокарда (ИМ) – 27, Q-позитивный ИМ – 55 человек. Средний возраст обследованных  $54 \pm 4,5$  лет. В группу контроля вошли 30 здоровых доноров крови, сопоставимых по возрасту и полу.

В течение первых суток заболевания количество нейтрофилов в периферической крови, обнаруживающих реакцию на МП, у пациентов со стабильной и нестабильной формами стенокардии, а также с Q-негативным ИМ достоверно не отличалось от показателей контрольной группы ( $p > 0,05$ ). В группе больных с Q-позитивным ИМ содержание в периферической крови реагирующих клеток снижено в 1,2 раза до  $79,5 \pm 3,5\%$  ( $p < 0,05$ ). В нейтрофильных лейкоцитах больных стабильной стенокардией активность МП составила  $2,59 \pm 0,2$  отн.ед., что не отличалось от контрольных значений ( $p > 0,05$ ). У пациентов с нестабильной формой стенокардии активность МП в первые сутки снижена в 1,3 раза, с Q-негативным ИМ в 1,2 раза ( $p < 0,001$ ). При Q-позитивном ИМ активность фермента в 1,5 раза ниже, чем у здоровых людей и в 1,3 раза меньше показателя в группе больных с Q-негативным ИМ ( $p < 0,001$ ).

При обследовании всех групп пациентов на 3–4 сутки установлено, что количество обнаруживающих реакцию на МП нейтрофилов в периферической крови достоверно не изменялось по сравнению с показателями в первые сутки исследования. Активность МП у больных нестабильной стенокардией снизилась до  $1,63 \pm 0,1$  отн.ед., что в 1,5 раза ниже чем у здоровых людей ( $p < 0,001$ ). У пациентов с ИМ активность фермента на 3–4 сутки госпитализации не отличалась от показателей в день поступления.

К 8–10 суткам количество реагирующих нейтрофильных лейкоцитов во всех группах обследованных не отличалось от значений

в 1-е сутки заболевания. При нестабильной стенокардии активность МП сохраняла свои низкие значения и достоверно не отличалась от показателей в предыдущие сроки наблюдения. При Q-негативном ИМ установлено снижение активности МП до  $1,68 \pm 0,10$  отн.ед., что в 1,5 раза меньше по сравнению со здоровыми людьми и в 1,3 раза ниже значений в день поступления ( $p < 0,001$ ). У больных с Q-позитивным ИМ активность фермента уменьшилась в 1,6 раза до  $1,64 \pm 0,09$  отн.ед. ( $p < 0,001$ ).

Таким образом, при стабильной форме стенокардии, когда ишемические изменения миокарда выражены в минимальной степени и носят обратимый характер, не происходит изменений в количестве нейтрофильных лейкоцитов, позитивно реагирующих на МП, а также не изменяется активность этого фермента. При нестабильной стенокардии и ИМ активность МП в нейтрофилах периферической крови снижается. Это может быть связано с разрушением атеросклеротических бляшек в коронарных артериях, попаданием атероматозных масс и тканевого детрита в периферический кровоток, что выступает как триггерный фактор в запуске системного воспалительного ответа, и, возможно, сопровождается активацией пула циркулирующих нейтрофилов с дегрануляцией компонентов азурофильной зернистости. При возникновении Q-позитивного ИМ уже в первые сутки наблюдается снижение количества клеток, обнаруживающих реакцию на МП, и более выраженная депрессия активности фермента по сравнению с другими группами обследованных. Это может быть связано с формированием обширной зоны некроза и массивным поступлением в кровоток биологически активных веществ из летально поврежденных кардиомиоцитов.

#### ИННОВАЦИОННЫЙ МЕТОД ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ КИСТ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНЫХ ПАЗУХ ПРИ ПОМОЩИ РАДИОВОЛНОВОЙ ХИРУРГИИ

Гюсан А.О., Ламкова А.Х.

*Северо-Кавказская государственная  
гуманитарно-технологическая академия;  
Карачаево-Черкесская республиканская клиническая  
больница, Черкесск, e-mail: Gujsan@mail.ru*

Кисты верхнечелюстных пазух достаточно частая находка при рентгенологических исследованиях головы и обнаруживается у 12,4–22% обследуемых. Часто это заболевание протекает бессимптомно, иногда с головной болью, чувством тяжести в проекции верхнечелюстной пазухи, ринореей, затрудненным носовым дыханием.

Лечение кистозной формы поражения околоносовых пазух преимущественно хирургическое. Однако до настоящего времени существу-

ют проблемные аспекты в выборе хирургической тактики лечения. Получивший наибольшее распространение операционный доступ при «радикальной» гайморотомии не приемлем для удаления кисты из верхнечелюстной пазухи по причине своей неоправданной травматичности. Кроме того, такой подход не обеспечивает нормализации нарушенных функций околоносовых пазух и приводит к частым рецидивам.

В течение последних двух десятилетий в словарный и хирургический обиход ЛОР-врачей вошел термин «щадящая микрогайморотомия», означающий наложение минимального отверстия в передней стенке верхнечелюстной пазухи и последующие диагностические и лечебные манипуляции в её просвете при прямом обзоре с использованием увеличительной оптики. При этом минимально инвазивный принцип вмешательства должен учитывать несколько этапов:

- 1) наложение операционного отверстия в стенке пазухи;
- 2) удаление патологического содержимого из просвета пазухи;
- 3) устранение причин возникновения патологического процесса.

Целью нашей работы является внедрение, предложенного нами метода хирургического лечения кист верхнечелюстных пазух с использованием высокочастотной радиоволновой терапии во всех её этапах.

Объектами исследования были больные кистами верхнечелюстных пазух, находящиеся на лечении в ЛОР-отделении КЧРКБ в течение последнего года. Всего было 19 больных, 10 женщин и 9 мужчин в возрасте от 17 до 63 лет. Всем больным после тщательного обследования, проведенного по стандарту, было проведено лечение с использованием высокочастотной радиоволновой хирургии. При этом использовался разработанный американской компанией «Ellman International Inc.» радиоволновый хирургический прибор «Сургитрон».

Принцип воздействия радиоволны на ткани основан на поглощении энергии волны за счет сопротивления клеточных структур с повышением температуры внутри клетки и выпариванием внутриклеточной жидкости. Клеточная оболочка лопаается и разрушается. Прибор работает в четырех монополярных режимах: «разрез», «разрез и коагуляция», «коагуляция» и «фульгурация». Мы использовали режим «разрез и коагуляция» при доступе к передней стенке верхнечелюстной пазухи и при нормализации архитектоники полости носа, а режим «коагуляция» при удалении кисты из полости пазухи.

Под местной инфильтрационной анестезией при помощи игольчатого электрода, используя полностью выпрямленную форму волны (50% разрез и 50% коагуляция) проводили вертикальный разрез слизистой оболочки преддверия полости рта в области проекции корня третьего

зуба на стороне нахождения кисты. Обнажали переднюю стенку верхнечелюстной пазухи и трепанировали её стоматологической фрезой, применение которой на наш взгляд является наименее травматичным. Трепанационное отверстие достаточное для введения эндоскопа и осмотра всех стенок полости пазухи.

Для удаления кист из просвета пазухи с минимальной травмой окружающих тканей мы использовали шаровидный электрод в режиме частично выпрямленной формы волны (90% коагуляция и 10% разрез с выделением боковой теплоты до 700 мкм) удаляем кисту. При этом высокочастотная энергия концентрируется на кончике «хирургического» электрода и вызывает всплеск внутриклеточной молекулярной энергии, которая нагревает ткани и фактически испаряет клетки. Процедура проходит бескровно, безболезненно и безопасно, так как радиоволны не могут занести инфекцию. Применение этой методики значительно упрощает манипуляции в ограниченном пространстве пазухи и снижает риск осложнений.

На заключительном этапе при помощи эндоскопов с различным углом зрения осматривали естественное соустье верхнечелюстной пазухи со средним носовым ходом, а также полость носа, выявляя те изменения архитектоники, которые могут привести к нарушению аэродинамики и устраняли их, опять используя необходимые для этого радиоволновые электроды.

#### ДИНАМИКА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У БОЛЬНЫХ ОНМК НА ФОНЕ ЛЕЧЕНИЯ

Котляров А.А., Шмырева Н.В., Куренкова Е.А.,  
Николаев С.В., Смирнова Л.Э., Барабанова Л.И.

*Обнинский институт атомной энергетики, филиал  
ФГАОУВПО «Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ», Обнинск;  
ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарёва»,  
Саранск, e-mail: kaa97@rambler.ru*

**Цель:** изучить влияние мексикора и симвастола на параметры ЭКГ у больных ОНМК, получающих кавинтон.

**Объект и методы исследования.** Обследовано 25 пациентов с острым нарушением мозгового кровообращения. Больные методом случайной выборки были разделены на 2 группы. Пациенты 1 группы ( $n = 13$ ) получали в схеме лечения кавинтон, симвастал; 2 группы ( $n = 12$ ) – кавинтон, мексикор, симвастал.

У всех пациентов при поступлении и на фоне лечения определяли продолжительность интервалов PP, PQ, QRS, дисперсию QT, QTc min, QTc max, dQTc; для выявления нарушений ритма сердца проводили суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру. Сравнивали изменение

абсолютных показателей до и после лечения, и динамику параметров в процентах от исходных значений.

**Результаты.** При изучении электрокардиографических показателей выявлено увеличение продолжительности зубца Р у пациентов 1 группы на 19% ( $p < 0,001$ ), у пациентов 2 группы на 27% ( $p = 0,003$ ). Продолжительность интервала РР увеличилась достоверно. Интервал PQ удлинился у пациентов 1 группы на 33% ( $p = 0,04$ ), у больных во 2 группе на 27% ( $p = 0,001$ ). Выявлено увеличение продолжительности QRS у больных обеих групп на 14% ( $p < 0,01$ ).

Для оценки возможности развития фатальных нарушений ритма сердца, проведено исследование показателей, характеризующих электрическую систолу желудочков (дисперсия QT (dQT), длительность скорректированного интервала QT (QTc), дисперсия скорректированного интервала QT (dQTc)).

Дисперсия QT увеличилась достоверно у пациентов 1 группы на 46%, у пациентов 2 группы на 19%. Наблюдалось увеличение QTc на 4,4% ( $p = 0,03$ ) у пациентов 1 группы, и у пациентов 2 группы на 4,1% ( $p = 0,03$ ). В 1 группе dQTc достоверно увеличилось на 106%, у пациентов 2 группы на 58% ( $p = 0,03$ ).

В 1 первой группы минимальная ЧСС достоверно снизилась как в абсолютных, так и в относительных значениях, соответственно на 9 в 1 мин ( $p < 0,05$ ) и на 15% ( $p < 0,001$ ). У больных 2 группы значительного снижения минимальной ЧСС не наблюдалось. То есть мексикор ослабляет урежающее действие кавинтона.

Общее количество наджелудочковых экстрасистол увеличилось у пациентов 1 группы на 39% ( $p = 0,03$ ), количество экстрасистол в эпизодах тригеминии на 125%, парных наджелудочковых экстрасистол стало больше на 244% ( $p < 0,01$ ). Общее количество наджелудочковых экстрасистол у пациентов 2 группы увеличилось достоверно, число одиночных экстрасистол – на 71% ( $p = 0,02$ ).

Количество желудочковых экстрасистол у пациентов обеих групп изменялось достоверно. Хотя у пациентов 1 группы заметна более выраженная тенденция к увеличению желудочковых экстрасистол.

Согласно, полученным результатам кавинтон обладает способностью увеличивать количество одиночных, парных наджелудочковых экстрасистол и наджелудочковых аллоритмий, число желудочковых экстрасистол увеличивается, но недостоверно. При добавлении в схему лечения мексикора, увеличивается количество относительно безопасных одиночных наджелудочковых экстрасистол.

**Вывод.** Мексикор не ослабляет негативного влияния кавинтона на параметры, характеризующие длительность электрической систолы желудочков, но предотвращает увеличение коли-

чества парных наджелудочковых экстрасистол и наджелудочковых аллоритмий и ослабляет урежающее действие кавинтона.

### АКТИВНОСТЬ МИЕЛОПЕРОКСИДАЗЫ В НЕЙТРОФИЛАХ КРОВИ ПРИ ПАТОЛОГИИ ПАРОДОНТА В СОЧЕТАНИИ С ЖЕЛЕЗОДЕФИЦИТНОЙ АНЕМИЕЙ

Славинский И.А.

*Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, e-mail: slavinsky@hotmail.com*

Миелопероксидаза (МП) – компонент кислородзависимой антибактериальной системы нейтрофильных лейкоцитов. Нарушение функциональной активности этих клеток может способствовать инвазии в пародонт патогенных микроорганизмов.

Обследованы 68 пациентов с хроническим генерализованным катаральным гингивитом (ХГКГ). У 36 был нормальный уровень гемоглобина крови, а у 32 патология пародонта сочеталась с железодефицитной анемией (ЖДА). Цитохимический статус нейтрофилов определяли до и после стоматологического лечения. Контрольную группу составили 56 здоровых людей. Всем больным проводили коррекцию гигиены полости рта, удаление зубных отложений, пломбирование кариозных полостей, местную антибактериальную, противовоспалительную и кератопластическую терапию. Через 2 месяца у 82% больных без ЖДА наблюдалась ремиссия. Для пациентов, страдающих ЖДА, был характерен слабый эффект от пародонтологического лечения. Через 2 месяца у 84% больных этой группы отсутствовала ремиссия даже при удовлетворительном уровне гигиены ротовой полости.

Цитохимический анализ показал, что активность МП у больных ХГКГ без ЖДА до лечения снижена в 1,5 раза по сравнению со здоровыми людьми. После лечения активность МП повысилась в 1,3 раза ( $p < 0,001$ ). У больных ХГКГ в сочетании с ЖДА до лечения выявлено снижение активности МП в 2,1 раза ( $p < 0,001$ ) по сравнению с контрольной группой. После лечения активность МП возросла только в 1,3 раза ( $p < 0,01$ ), что в 1,6 раза ниже нормального уровня.

**Результаты исследования** указывают на выраженную дисфункцию кислородзависимой антибактериальной системы нейтрофильных лейкоцитов у больных ЖДА. Такое состояние связано со снижением активности железосодержащего фермента нейтрофилов – МП из-за общего дефицита железа в организме. Нарушение механизмов кислородзависимого метаболизма свидетельствует об угнетении функциональной активности нейтрофильных лейкоцитов крови и объясняет неэффективность пародонтологи-

ческого лечения у больных хроническим катаральным гингивитом в сочетании с железодефицитной анемией.

### ЛАЗЕРОТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ АНГИОПАТИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Солун М.Н., Дихт Н.И., Семенова Ю.В.,  
Кондаурова О.И.

*Саратовский государственный медицинский университет;*

*МУЗ Городская клиническая больница № 9,  
Саратов, e-mail: N.Dikht@mail.ru*

Проблема сахарного диабета (СД) остается одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем современности, что обусловлено его широким распространением практически во всех странах мира, тенденцией к увеличению его частоты, тяжестью многочисленных осложнений, трудно поддающихся лечению. В настоящее время на нашей планете только по обращаемости насчитывается более 300 млн больных СД (6,6% населения всего мира), причем около 50% всех больных диабетом приходится на наиболее активный трудоспособный возраст 40–59 лет (Дедов И.И., Шестакова М.В., 2011). Остановить эпидемию этой болезни, а также сопряженных с ней сосудистых осложнений (нефропатии, ретинопатии, синдрома диабетической стопы, поражения коронарных, церебральных и других магистральных сосудов) пока не удается. Эксперты Всемирной диабетической ассоциации прогнозируют, что количество больных СД к 2030 году увеличится в 1,5 раза и достигнет 438 млн человек (Дедов И.И., Шестакова М.В., 2011).

Несмотря на высокое качество используемых при лечении сахарного диабета препаратов, разработку новых технологий его лечения, создание эффективной системы диабетологической службы, уровень инвалидизации и смертности больных существенно не снижается. В настоящее время от сосудистых поражений погибает 65–80% лиц, страдающих СД, при распространенности диабетических ангиопатий (ДА) до 84–100%. Диабетическая ангиопатия нижних конечностей (ДАНК), хотя и не является непосредственной причиной смерти больных с нарушением углеводного обмена, наиболее часто приводит к инвалидизации. Поражение нижних конечностей способствует снижению качества жизни при длительном течении трофической язвы на фоне неэффективного лечения (Удовиченко О.В., Грекова Н.В., 2010).

До настоящего времени не найдено достаточно удовлетворительных методов терапии поражений сосудов конечностей при СД, поэтому лечение и реабилитация таких больных относятся к ведущим проблемам современной диабетологии. Недостаточная эффективность лекарственной терапии стимулирует поиск различных немедикаментозных методов лечения

ДА, и в частности ДАНК, проведение сравнительной оценки их эффективности и изучение патогенетических механизмов их действия. Последние годы вопросу применения низкоинтенсивного лазерного излучения в различных областях медицины и, в том числе в диабетологии, уделяется большое внимание. Данный метод терапии получил широкое распространение при различных формах патологии в связи с его противовоспалительным, обезболивающим, ангиопротекторным действием, высоким лечебным эффектом и редким возникновением осложнений (Золотова Н.Б., Золотницкая В.П., 2009).

**Цель** настоящего исследования – оценить эффективность лазеротерапии и определить влияние лазерного излучения на состояние гемостаза и антитромбогенную активность сосудистой стенки у больных с ДАНК.

**Материалы и методы.** Объектом изучения явились 60 больных, страдающих сахарным диабетом 1 типа, преимущественно тяжелой формы, с длительностью заболевания до 10 лет. Среди больных было 26 мужчин и 34 женщины в возрасте от 18 до 39 лет. В контрольную группу вошли 15 практически здоровых лиц (8 женщин и 7 мужчин), не имеющих отягощенного анамнеза по тромботическим и геморрагическим заболеваниям и синдромам. До начала лечения и после его завершения больным проводили клиническое обследование, а так же реовазографию стоп и голеней, ультразвуковую доплерографию и термографию нижних конечностей, определение показателей перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты, изучение состояния системы гемостаза и антитромбогенной активности сосудистой стенки.

У всех больных имелись клинические проявления ДАНК с разной степенью их выраженности. Диабетическая полинейропатия нижних конечностей диагностирована у 54 (90%) больных на основании клинической симптоматики и определения вибрационной, сенсорной чувствительности, мышечно-суставного чувства, сухожильных рефлексов НК. Выявленные сосудистые проявления других локализаций находились в стадии функциональных расстройств у большинства обследованных больных.

Базисная терапия СД у всех пациентов включала физиологическую диету с индивидуальным расчетом количества хлебных единиц и инсулинотерапию. Обязательной частью лечения СД явилось обучение больных самоконтролю, в программу которого были включены занятия, посвященные профилактике поражения стоп.

Чрескожное лазерное облучение крови (ЧЛОК) осуществляли гелий – неоновым лазером длиной волны 0,63 мкм (область красного цвета) с применением устройства, в конструкции которого предусмотрено возвращение обратно части рассеянного излучения в биоткань с помощью отражающего зеркала в области

контакта волокнисто – оптического световода с кожей, что позволяет при мощности гелий – неоновом лазерном излучении на выходе из световода 20 мВт сообщить крови энергию, эквивалентную таковой при внутрисосудистом облучении с мощностью 1,5–2 мВт. Отражающее зеркало устанавливается на поверхность кожи в проекции сосудов стопы. Длительность сеанса – 20 минут. Курс ЧЛОК состоял из 10 сеансов, с чередованием правой и левой НК.

При анализе полученных результатов мы придавали наибольшее значение их клиническому аспекту и использовали следующие критерии оценки примененных методов лечения: хороший результат – исчезновение характерных для ДАНК жалоб, улучшение или нормализация гемодинамических показателей (по данным инструментальных методов исследования); удовлетворительный результат – сохранение менее продолжительных и менее интенсивных, реже появляющихся субъективных проявлений и улучшение гемодинамических показателей; плохой результат – отсутствие терапевтического эффекта.

Всем пациентам проводилось лабораторное исследование состояния гемостаза и изучалась антитромбогенная активность сосудистой стенки. Электрокоагулографическое исследование проводилось на самопишущем коагулографе Н334. Агрегацию тромбоцитов определяли по методу Борна в модификации О'Брайена, в качестве индуктора агрегации использовали АДФ в конечной концентрации 2,5 мкМ; активированное парциальное тромбопластиновое время (АПТВ) – по методу Саен и соавт., содержание в плазме фибриногена – гравиметрическим методом по Р.А. Рутберг, количество растворимых фибрин-мономерных комплексов (РФМК) в плазме – орто-фенантролиновым тестом по методу В.А. Елькова; содержание антитромбина III – по Hensen, Loeliger, общую фибринолитическую активность крови по методу Kowarzik, Buluck.

Для определения антитромбогенных свойств стенки сосудов (антиагрегационной, антикоагулянтной и фибринолитической активности) использовали метод, основанный на создании кратковременной (3 мин) локальной ишемии, вызванной наложением манжеты сфигмоманометра на плечо испытуемого и созданием в ней давления, превышающего систолическое давление на 10 мм рт. ст., что ведет к освобождению из эндотелия сосудов здоровых людей в кровь простациклина и других антиагрегантов, антитромбина III, тканевого активатора плазминогена (манжеточная проба). Определение содержания или активности этих факторов в крови, взятой до и после кратковременной искусственной окклюзии сосудов, позволяет судить о состоянии антитромбогенной активности стенки сосудов.

**Результаты и обсуждение.** Практически у всех больных СД при первичном исследовании выявлены нарушения в системе гемостаза

по сравнению с контрольной группой в виде активации тромбоцитарного и прокоагулянтного звеньев гемостаза, снижения антикоагулянтной активности и замедления фибринолиза, т.е. ускорения процессов внутрисосудистого свертывания крови, приводящих не столько к хронической, сколько к выраженной структурной гиперкоагуляции. Установленные нами нарушения гемостаза в условиях ДА приводят к нарушениям реологии крови, в первую очередь в системе микроциркуляции.

Известно, что внутрисосудистое тромбообразование в физиологических условиях сдерживается различными механизмами, среди которых важное место занимает тромборезистентность сосудистой стенки, т.е. ее антитромбогенная активность. В ходе исследования выявлено снижение функциональной активности сосудистой стенки по синтезу и секреции простациклина, антиромбина III, тканевых активаторов плазминогена. После курса ЧЛОК в сочетании с диетой и инсулинотерапией хороший клинический результат получен у 43% больных, удовлетворительный – у 47%, что сопровождалось нормализацией или улучшением показателей системы гемостаза и антитромбогенной активности сосудистой стенки, у 10% пациентов эффекта от лечения не было. Полученные данные подтверждены результатами инструментального обследования (реовазография стоп и голеней, ультразвуковая доплерография и термография нижних конечностей).

После курса ЧЛОК происходит нормализация показателей гемостаза в его сосудисто-тромбоцитарном звене и системе фибринолиза, в остальном сохраняются признаки активации внутрисосудистого свертывания крови. Особенностью системы гемостаза после лечения является значительное снижение структурных характеристик образующегося гемостатического сгустка (структурная гипокоагуляция). При этом нами не было отмечено геморрагических осложнений. Их отсутствие, вероятно, связано с избирательным влиянием ЧЛОК на сосудисто-тромбоцитарное звено гемостаза и конечную структуру гемостатического сгустка с сохранением достаточно высокой функциональной активности плазменного звена, сниженным уровнем антиромбина III и угнетенным фибринолизом. После курса ЧЛОК происходит восстановление антикоагулянтной активности сосудистой стенки; показатели, характеризующие антиагрегационную, фибринолитическую и общую антиромбогенную активность, остаются сниженными и практически не изменяются.

**Заключение.** Практически у всех больных СД с диабетической ангиопатией нижних конечностей выявлены нарушения в системе гемостаза в виде активации тромбоцитарного и прокоагулянтного звеньев, снижения антикоагулянтной активности и замедления фибринолиза, снижение антиромбогенной активности

сосудистой стенки. Установленная нами активация процессов внутрисосудистого свертывания крови у больных СД, а так же значительное снижение тромборезистентности пораженных сахарным диабетом сосудов представляют высокую степень риска развития тромботических осложнений в сосудах микроциркуляции и, как следствие, необратимое прогрессирование поздних осложнений. ЧЛОК приводит к нормализации показателей гемостаза, в частности снижает активность его тромбоцитарного звена, фибринолитическую активность, приводит к снижению структурных свойств фибринтромбоцитарного сгустка (структурной гипокоагуляции), в остальном, сохраняются признаки активации внутрисосудистого свертывания крови. После курса ЧЛОК происходит восстановление антикоагулянтной активности сосудистой стенки; показатели, характеризующие антиагрегационную, фибринолитическую и общую антитромбогенную активность, остаются сниженными и практически не изменяются. Поскольку структурные особенности внутрисосудистого гемостаза являются одним из определяющих факторов вязкости крови и возможности ее циркуляции в микрососудах, есть все основания считать, что при гелий-неоновом лазерном облучении крови положительный клинический эффект у больных с ДА является результатом улучшения микроциркуляторного кровотока.

#### **К МЕХАНИЗМУ ОПТИКОМАГНИТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ВЛИЯНИЯ ЦИТОСТАТИКОВ**

Шихлярова А.И., Кечеджиева С.М.,  
Барсукова Л.П., Марьяновская Г.Я.,  
Коробейникова Е.П.

*ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Минздрава России, Ростов-на-Дону, e-mail: protasovatp@yandex.ru*

Применение принципиально новых волновых технологий сочетания оптико-магнитного излучения (ОМИ) сделало возможным осуществ-

вление комплексного воздействия на молекулярные механизмы подавления роста опухоли и адаптивной регуляции организма. Изучалась возможность модулирующего действия на модели экспериментальной химиотерапии (ХТ). Эффективность ОМИ с длиной волны 670 нм (красный свет) в дозах 2,5 мкд и 1,5 мкд оценивали по уровню активности ключевых ферментов основного энергодающего цикла Кребса –  $\alpha$ -глицерофосфатдегидрогеназы ( $\alpha$ -ГФДГ) и сукцинатдегидрогеназы (СДГ) – в лимфоцитах крови через 20' (быстрая реакция) и через сутки после воздействия (в 24-часовой период развития темновой фазы ОМИ). После обеих доз ОМИ через 20' отмечали подъем активности СДГ и  $\alpha$ -ГФДГ в 2–2,5 раза по сравнению с исходной. Через сутки после воздействия дозы 2,5 мкд активность СДГ снизилась до исходной, а активность  $\alpha$ -ГФДГ оставалась повышенной, что указывало на напряжение механизмов энергопродукции. При режиме ОМИ 1,5 мкд сохранялся высокий уровень активности ферментов даже через сутки, что определило выбор режима ОМИ в опытах на животных с перевивной саркомой 45. При проведении ХТ, модифицированной ОМИ, удалось снизить индекс роста опухоли на 20%, повысить частоту регрессии С-45 с 40 до 65% и увеличить продолжительность жизни на 27% относительно группы сравнения (ХТ) и на 40% – контрольной. На связь полученных эффектов с механизмами модулированной ОМИ ХТ указывало повышение в ткани опухоли уровня светочувствительного фермента каталазы, которое сопровождалось увеличением активности СОД, что свидетельствовало о включении каскада антиоксидантных изменений. Такие изменения метаболической регуляции характеризуют ОМИ (1,5 мкд с магнитной составляющей 3–5 мТл 10–30 Гц), как фактор инициации, прежде всего, кислородзависимых процессов, служащих пусковыми механизмами адаптивной регуляции организма и повышения противоопухолевой резистентности.

#### *Педагогические науки*

#### **К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-СУБЪЕКТНОЙ ПОЗИЦИИ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ**

Бондаренко Е.В.

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, e-mail: moni-moni@yandex.ru*

В настоящее время одной из актуальных проблем процесса обучения в высшей школе является профессионально-личностное развитие студента. Мы считаем, что основой для личностно-профессионального развития и самораз-

вития студента должна стать сформированная профессионально-субъектная позиция.

В нашем понимании «профессионально-субъектная позиция студента» – это осознание себя субъектом, обучающимся профессии, то есть сочетающим освоение профессиональных знаний, умений, навыков с саморазвитием профессионально-личностных качеств. Процесс формирования профессионально-субъектной позиции студентов-медиков включает в себя следующие этапы: подготовительный (предшествующий), рефлексивно-деятельностный и коррекционно-оценочный.

1. Подготовительный (пропедевтический): задачей этого этапа является ориентация студентов на понимание сущности профессии, ее специфики, развитие мотивации к формированию профессионально-субъектной позиции студента и к обучению профессии.

2. Рефлексивно-деятельностный: задачей этого этапа является развитие рефлексии, акмеологической направленности и получение ответа применения (реализации) профессионально-субъектной позиции (ПСП) студента в учебе, образовательной среде, жизненных ситуациях; включение студентов в процесс профессионально-личностного развития, самосовершенствования, самообразования и самоконтроля.

3. Коррекционно-оценочный: задачей этапа является анализ сформированности профессионально-субъектной позиции и выработка коррекционных мер при недостаточной сформированности.

На каждом этапе формирования профессионально-субъектной позиции предполагается подбор методического сопровождения. Формирование профессиональной субъектной позиции происходит во взаимодействии и взаимосвязи аудиторной и внеаудиторной деятельности, создание условий для формирования опыта активного, самостоятельного, субъектного поведения и деятельности. Эффективным средством для этого явилась система самостоятельной работы, разработанная с учетом решаемых на каждом этапе задач. Самостоятельная работа включает задания на самостоятельный поиск и освоение знаний, написание докладов, рефератов, решение ситуационных задач, подготовка презентаций, разгадывание и составление кроссвордов и т.д.

Мы понимаем формирование профессионально-субъектной позиции у студентов медицинского вуза как самоопределение через овладение базовыми компетентностями и профессионально-личностным развитием для достижения профессиональной готовности. Деятельность преподавателя при этом осуществляется с целью актуализации личностного по-

тенциала и индивидуальности студента как условия его саморазвития и самореализации.

Содержание деятельности преподавателя заключается в организации учебного модуля на получение разных видов опыта субъектности, и развитие личности студентов средствами предмета (системой усложняющихся практико-ориентированных задач, творческих заданий, проектов, УИРС и др.) с ориентацией на двойное целеполагание. Суть двойного целеполагания заключается в том, что студент на каждом занятии имеет учебную цель (отражена в методических рекомендациях по учебному модулю дисциплины) и самостоятельно определяет цель своего профессионально-личностного развития (какие качества личности он может совершенствовать при изучении данной темы). То есть деятельность студента осуществляется не только с учебной целью, но и с целью профессионально-личностного самоопределения, саморазвития, самоутверждения, самореализации.

Содержание деятельности студента сочетает:

1) самостоятельную работу, которая позволяет проявить активность, ответственность, инициативность, овладение оценочно-рефлексивными навыками и самооценкой своих достижений и трудностей (необходимо при формировании учебно-исследовательской компетентности);

2) выявление профессионально значимых элементов в содержании предметов, в учебной деятельности, и деятельности в образовательной среде;

3) использование возможностей образовательной среды для профессионально-личностного саморазвития и вхождения в образ профессиональной жизни.

Формирование профессиональной субъектной позиции должно стать неотъемлемой частью учебно-воспитательного процесса и обеспечить повышение качества профессиональной подготовки студентов. Эффективность данного процесса может быть повышена за счет внедрения технологии формирования профессионально-субъектной позиции у студентов-медиков.

*«Новые технологии, инновации, изобретения»,  
Мальдивские острова, 17-25 марта 2013 г.*

**Биологические науки**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАКТИТОЛА  
В БИОТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ**

<sup>1</sup>Артюхова С.И., <sup>2</sup>Гаврилова Ю.А.

<sup>1</sup>Омский государственный технический университет;  
<sup>2</sup>Омский государственный аграрный университет  
им. П.А. Столытина им. П.А. Столытина, Омск,  
e-mail: asi08@yandex.ru

Увеличение масштабов производства продуктов для здорового питания, расширение их

ассортимента, базируется как на развитии и достижениях науки, так и на постоянном поиске эффективных функциональных ингредиентов с пребиотическими свойствами. Лидирующую позицию среди таких препаратов занимает лактитол – сахарный спирт, полученный из лактозы, путем восстановления глюкозной части дисахарида.

Впервые лактитол был получен Боухардтом в 1872 г. путем восстановления лактозы с амальгамой натрия. Затем, в 1912 г. будущий

академик В.Н. Ипатъев, ученик Д.И. Менделеева, поставил эксперименты по восстановлению углеводов водородом в присутствии катализатора при высоком давлении для синтеза лактитола.

В настоящее время лактитол рассматривается как пребиотический препарат нового поколения. Его пребиотический эффект связан с тем, что, попадая в толстую кишку без изменений, он используется пробиотической микрофлорой кишечника как источник энергии, не расщепляется бактериями группы кишечной палочки и подавляет рост протеолитических бактерий, за счет ингибирования их адгезии на клеточных стенках эпителия. Лактитол усиливает синтез белка бактериями, тормозит образование токсинов. По типу метаболизма лактитол похож на пищевые волокна, он не гидролизуется и не всасывается в желудке и тонком кишечнике, а в толстом кишечнике ферментируется сахаролитической микрофлорой, преобразовываясь в низшие жирные кислоты, углекислый газ, водород и биомассу. В странах ЕС, США, Японии лактитол используется в качестве подсластителя пищевой промышленностью, при этом он обладает низкой энергетической ценностью – 2 ккал/г. Поэтому его считают идеальным подсластителем для продуктов функционального питания нового поколения. Главным преимуществом лактитола по сравнению с другими пребиотиками является также его устойчивость к воздействию высоких температур, низких значений pH. Эти свойства позволяют использовать его для пищевых продуктов, подвергающихся воздействию высокотемпературной обработки, в частности, в хлебопечении и кондитерской промышленности.

В целом, использование лактитола в производстве пищевых продуктов на территории РФ достаточно ограничено по причине высокой себестоимости этого препарата, т.к. патент на моногидрат лактитола и процесс его получения принадлежит зарубежной компании «PURAC biochem bv» (Нидерланды), поэтому отечественные производители пищевой продукции зачастую отказываются от его использования, ссылаясь на повышенные затраты.

Обеспокоенность вопросами производства лактитола в России активно высказывается веду-

щим специалистом молочной промышленности, академиком РАСХН, д.т.н., профессором Храмовым Андреем Георгиевичем, который считает, что «... производство лактитола, как приоритетного производного лактозы и идеального подсластителя для продуктов функционального питания нового поколения, должно быть срочно освоено в отрасли для замены экспортной продукции». Таким образом, не только использование лактитола в составе пищевых продуктов, но и освоение его производства в России, можно считать приоритетным направлением в развитии пищевой отрасли нашей страны.

Учитывая, что лактитол оказывает позитивное воздействие на рост пробиотической микрофлоры, увеличивая ее жизнеспособность в течение всего срока годности, представляло интерес использование лактитола при разработке технологии биопродукта «Омский» для здорового питания [1]. В качестве пробиотической микрофлоры использовался разработанный нами консорциум молочнокислых и пропионовокислых бактерий. В результате исследований было изучено влияние лактитола на рост микроорганизмов консорциума, определены оптимальные технологические параметры получения биопродукта. При анализе экспериментальных данных установлено, что лактитол повышает количество клеток молочнокислых и особенно пропионовокислых бактерий, которые синтезируют витамин В<sub>12</sub>. При использовании лактитола количество витамина В<sub>12</sub> микробного происхождения увеличивается на 5%. При органолептической оценке установлено, что лактитол придает биопродукту приятный вкус и улучшает его структурно-механические свойства. Промышленное внедрение нового биопродукта «Омский» позволит расширить ассортимент функциональных биопродуктов на отечественном рынке, будет способствовать профилактике заболеваний желудочно-кишечного тракта и гиповитаминоза, что в целом улучшит структуру питания населения России.

#### Список литературы

1. Артюхова С.И. Использование пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов: монография / С.И. Артюхова, Ю.А. Гаврилова. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – 112 с.

#### Технические науки

### ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ВОДИТЕЛЕЙ

Саитов В.Е.

ФГБОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», Киров,  
e-mail: vicsait-valita@e-kirov.ru

Высшая сельскохозяйственная школа страны, готовя высококвалифицированные инженерные кадры для села, наряду с глубоким изучени-

ем студентами общетехнических, специальных, профилирующих дисциплин, большое внимание уделяет вопросам приобретения ими практических навыков управления автомобилем и сельскохозяйственной техникой, правильной организации ее эксплуатации, ремонта и хранения. Такие навыки студенты получают проходя учебную и производственную практику.

Соответственно, обучение студентов вождению автомобиля, трактора, комбайна и машинно-тракторного агрегата находится в неразрывной связи с теоретической подготовкой будущих

специалистов сельского хозяйства и направлено на закрепление теоретических знаний, приобретение ими практических навыков по механизации сельскохозяйственного производства.

Постоянный рост автомобильного транспорта и других механических транспортных средств в стране приводит к значительному увеличению интенсивности движения на дорогах, а это, в свою очередь, выдвигает на первый план проблему безопасности дорожного движения и снижения дорожно-транспортных происшествий.

В связи с этим большое внимание приобретает качественное обучение будущих водителей мастерству управления автомобилем, правильной ориентировки в различных дорожных, зачастую весьма сложных, ситуациях.

Для этого разработаны и изготовлены ряд технических устройств, защищенных охраняемыми документами (патенты № 27183, 30923, 32235, 35142, 38783, 40060, 40092, 44981, 39929, 45501, 77015, 77076 РФ). Известные устройства применяются для обучения водителей на первоначальном этапе познания науки управления автомобилем, позволяют выработать сенсорные навыки и приемы сбалансированной работы ног по управлению педалями сцепления, подачи топлива и тормоза, создать положительный психологический настрой для уверенного управления автомобилем.

Требования к подготовке водителей настолько возросли, что теперь уже качественно обучать вождению невозможно без использования тренажеров, хорошо оборудованных учебных площадок (автодромов), учебных фильмов по технике вождения и безопасности движения, передовых методов в учебно-воспитательном процессе, квалифицированных преподавателей и мастеров.

#### **КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И СКОРОСТИ ПУЛИ В КРИМИНАЛИСТИКЕ**

<sup>1</sup>Силаев И.В., <sup>2</sup>Радченко Т.И., <sup>3</sup>Донсков А.К.

<sup>1</sup>Северо-Осетинский государственный университет  
имени К.Л. Хетагурова;

<sup>2</sup>МБОУ СОШ № 26, Владикавказ,  
e-mail: fizika-tehnika@rambler.ru

Гражданам Российской Федерации на законных основаниях доступно огнестрельное оружие ограниченного поражения (ОООП). Но оно представляет серьезную опасность. Проведение измерения реального значения кинетической энергии боеприпасов при стрельбе ими из разных моделей пистолетов является актуальным вопросом и имеет большую практическую значимость при проведении экспертизы [1, 2]. Дульная энергия ОООП сильно зависит от типа используемого боеприпаса и применяемой модели оружия: существует значительный разброс

значений энергии от заявленной производителем на упаковке.

Для проведения экспериментов была разработана установка, позволяющая измерять время пролета пули дистанции в 1 м. Для этого были использованы разрывные одноразовые датчики-мишени, представляющие собой лист бумаги формата А4 с наклеенной на него полосой фольги в виде зигзага со сторонами квадрата 14 см. Шаг зигзага выбирался таким, чтобы пуля при попадании в любое место датчика, гарантированно разрывала фольгу, то есть размыкала контакт. К концам полоски подведены провода. Датчик-мишень крепится вертикально в штативе. Последовательно с датчиком подсоединялась батарея напряжением 3 или 1,5 В. В каждом эксперименте использовалось два датчика, которые устанавливались на расстоянии 1 м друг от друга. Каждый датчик подсоединялся, соответственно, к одному из каналов двухканального осциллографа Disko-motor 2, соединенного с ноутбуком. Различные напряжения батарей выбраны для более легкой расшифровки осциллограмм. Стрельба велась по общепринятой методике с дистанции 1 м [3]. Это необходимо, чтобы пороховые газы, опережающие пулю в начальный момент ее выхода из канала ствола, не вносили погрешности в результаты измерений. Параметры измерения, установленные в осциллографе: режим самописца, напряжение до 5 В, интервал измерения времени – 1 мс, ручной запуск измерения. То есть, можно регистрировать скорость пули до 1 км/с. В начальный момент времени (оба датчика целые), ток от батарей поступал на входы осциллографа и на экране были 2 линии разных цветов-синяя (для 3 В) и красная (1,5 В). Пуля пробивала первый датчик-мишень, что отображалось падением синей линии на уровень 0 В. Пролетев 1 м, пуля пробивала второй датчик, что отображается падением красной линии до 0. Время определяется по графику на экране. Далее с помощью специальной программы вычисляется скорость и кинетическая энергия пули при использовании различных видов ОООП и различных типов боеприпасов.

Полученная установка значительно удобнее в эксплуатации, чем существующие аналоги: система с оптическими датчиками, требует строгой соосности лазеров и фотоприёмников, в системе с вращающимся барабаном необходима настройка направления выстрела по линии «входное отверстие – точка на оси вращения барабана» (следовательно, данная конструкция должна быть стационарной, что влияет на её габариты). На увеличение габаритов первой установки также влияет условие недопустимости случайного поражения лазеров или фотоприёмников при выстреле, то есть расстояние между ними должно быть достаточным для безопасного пролёта пули. В отличие от них, авторская установка значительно легче и меньше по раз-

меру. В ней нет дорогостоящих деталей, находящихся в опасной зоне возможного поражения. Она не требует кропотливой настройки, так как небольшое расстояние между мишенями пуля проходит за доли секунды (погрешности результатов лежат в пределах допустимого).

#### Список литературы

1. Селиванов Н.А. Справочная книга криминалиста. – М.: Юрист, 2000. – 507 с.
2. Комаринец Б.М. Судебно-баллистическая экспертиза. Вып.1. – М.: Мысль, 1974. – 234 с.
3. Потапов А.А. Тактическая стрельба. – М.: ФАИР, 2008. – 544 с.

### ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОЛИМЕРОВ НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Ульрих Е.В.

*Кузбасский государственный технический университет, Кемерово, e-mail: elen.ulrich@mail.ru*

Процессам обезвоживания шламов, в последнее время на углеобогажительных предприятиях уделяется повышенное внимание. Именно на эти процессы уходит, как правило, значительная часть материальных затрат фабрики.

Это объясняется рядом причин:

- изменением экологических требований к работе горно-обогажительных предприятий;
- изменением технологий углеобогащения, в частности обогащения шламов.

Все эти процессы невозможны без применения высокомолекулярных нанополимеров (флокулянтов).

Для эффективного функционирования новой водно-шламовой схемы фабрики, было необходимо подобрать и внедрить полимерные флокулянты. Внедрению предшествовали длительные лабораторные испытания, проводившиеся в ФГБОУ ВПО «КузГТУ», на кафедре «Обогащения полезных ископаемых».

Требовалось исключить возврат тонкодисперсных частиц отходов флотации в оборотный цикл фабрики, увеличить интенсивность процессов сгущения и обезвоживания в фильтр – прессовом отделении и улучшить результаты фильтрования флотоконцентрата на вакуум – фильтрах. Нами учитывались не только технологические показатели работы флокулянтов, но и их стоимость, так как на сегодняшний день, экономическая составляющая любого технологического процесса для фабрики исключительно важна.

На обезвоживании флотоконцентрата основным критерием выбора флокулянта была скорость и количество отделения фильтрата при вводе флокулянта в пульпу, а при определении оптимального расхода и 1–2 лучших полимеров определялась влажность кека.

Наиболее эффективные результаты показали флокулянты Магнафлок, производства концерна «Сибиа», из них наиболее предпочтительными

были Магнафлок 24 и Магнафлок 525. Оба продукта специально производятся для процессов обезвоживания флотоконцентрата. «Бисерная» форма, а продукты выпускаются в виде микрошариков, способствует практически 100% растворению флокулянтов. Таким образом, исключается возможность попадания нерастворенных гелеобразных сгустков в дальнейший технологический процесс и влияния флокулянта на флотацию. Кроме того, эти полимеры имеют небольшую молекулярную массу 5–8 миллионов, в результате чего, получаются достаточно хорошие показатели по влажности кека, а также после срабатывания на вакуум – фильтрах флокулянты разрушаются, не влияя на процесс флотации. Оба флокулянта позволяют в лабораторных опытах получить практически чистый фильтрат, что также очень важно в условиях замкнутого цикла.

Для работы на ОАО «ЦОФ «Березовская» был выбран Магнафлок 525, который эффективно применяется для интенсификации обезвоживания флотоконцентрата. Расход флокулянта составил 15–20 г/т флотоконцентрата.

В настоящее время полимер используется на фабрике длительное время, позволяя получать высокие технико-экономические показатели процесса обезвоживания.

Для сгущения и обезвоживания отходов флотации от полимерных флокулянтов требуется:

– на сгущении: высокая скорость осадения, чистый слив, достаточно высокая плотность осадка;

– на обезвоживании: хорошая водоотдача, чистый фильтрат, устойчивость образованных флокул к внешним воздействиям.

Не всегда один флокулянт может отвечать этим требованиям. Иногда приходится использовать на сгущении и обезвоживании различные полимеры. Речь идет об анионных продуктах. Но при наличии значительного количества тонкодисперсных глинистых частиц в процессах сгущения и обезвоживания необходимо применять и катионный продукт.

На обогажительных фабриках Кузбасса наиболее распространен коагулянт на основе полиамин Магнафлок 1597.

Нами исследовались полимеры Магнафлок 5250, 345, 10, 1017, 155, 919, 1011, 6260, 356, 611, 338, 336, 340.

При моделировании процесса сгущения работа флокулянта оценивалась по чистоте осветленного слоя и скорости осаждения. Для определения чистоты осветленного слоя использовался специальный конус мутности, показывающий в условных единицах прозрачность. Для того чтобы иметь показатели в г/л, была построена тарировочная кривая.

Наиболее эффективные результаты показали Магнафлок 345, 6260 и 919 в сочетании с коагулянтом Магнафлок 1597.

Лабораторные исследования показали, что на процессах сгущения и обезвоживания отходов флотации наиболее эффективны анионный Магнафлок 919, 6260 и 345 в сочетании с катионным Магнафлок 1597. Необходимо было учи-

тывать на фабрике наличие только одной станции растворения флокулянтов, поэтому важным являлось определение наиболее эффективного флокулянта для процесса обезвоживания на ленточном фильтр-прессе.

**«Приоритетные направления развития науки, технологий и техники»,  
Италия (Рим-Флоренция), 10-17 апреля 2013 г.**

**Биологические науки**

**ВЛИЯНИЕ КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ  
НА ВЫЖИВАЕМОСТЬ КРЫС  
ПРИ ХЛОРИДБАРИЕВОЙ ТАХИАРИТМИИ**

Ивашев М.Н., Чуклин Р.Е., Масликова Г.В.

Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru

Проведенные экспериментальные исследования оксикоричных кислот при гипоксии и тахикардии различной этиологии [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] позволили установить достаточно высокую фармакологическую эффективность соединений. Кофейная кислота, которая относится к оксикоричным кислотам в представленной работе изучалась при хлоридбариевой тахикардии

**Цель исследования.** Изучение влияния кофейной кислоты на выживаемость белых крыс и системную гемодинамику при хлоридбариевой модели тахикардии.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили на наркотизированных белых крысах, массой 230–250 г. Аритмию вызывали внутривенным (в яремную вену) введением раствора хлорида бария в дозе 4 мг/кг. Электрокардиограмму регистрировали во II стандартном отведении. За критерий кардиопротективного и антиаритмического эффектов принимали время жизни и процентное уменьшение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и количества экстрасистол после профилактического введения кофейной кислоты (100 мг/кг) и препаратов сравнения (лидокаин, этацизин, верапамил) с последующим введением аритмогенного агента (раствора хлорида бария) [1, 2].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследования на хлоридбариевой модели тахикардии показали, что (введение аритмогенного соединения хлорида бария в дозе 4000 мкг/кг) среднее время жизни животных составило  $30,3 \pm 3,1$  секунды (в большинстве опытов фибрилляция желудочков, приводящая к летальному исходу, возникала на 23–29 секунде). Кофейная кислота при курсовом назначении в течение 14 дней достоверно увеличивала время жизни животных на 88%, лидокаин на

48%, этацизин на 29%, верапамил на 30% по сравнению с контролем, при этом существенно понижалась ЧСС и количество экстрасистол на 36–49%. Учитывая то, что лидокаин применяется в основном при желудочковых тахикардиях, а этацизин и верапамил при предсердных тахикардиях можно предположить, что кофейная кислота может оказывать антиаритмическое действие, как при предсердных, так и при желудочковых тахикардиях.

**Выводы.** Кофейная кислота обладает антиаритмическим действием при моделировании хлоридбариевой тахикардии и существенно увеличивает время жизни животных.

**Список литературы**

1. Ивашев, М.Н. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Шербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.
2. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч.2. – С. 441–444.
3. Эффекты феруловой кислоты при адреналиновой тахикардии у животных / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чуклин, Г.В. Масликова, А.А. Круглая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 11. – С. 18–19.
4. Влияние кофейной кислоты на выживаемость крыс при адреналиновой тахикардии / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чуклин, Г.В. Масликова, М.К. Таниб // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 12. – Ч.1. – С. 102–103.
5. Влияние кофейной кислоты на выживаемость крыс при аконитиновой тахикардии / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чуклин, Г.В. Масликова, А.А. Круглая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. – С. 113–114.
6. Масликова Г.В. Роль селена и его соединений в терапии цереброваскулярных заболеваний / Г.В. Масликова, М.Н. Ивашев // Биомедицина. – 2010. – № 3. – С. 94–96.
7. Изучение эффектов некоторых аминокислот при гипоксической гипоксии / К.Т. Сампиева, Г.М. Оганова, М.Н. Ивашев М.Н., Р.Е. Чуклин, А.К. Гусейнов // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 4. – С. 122–123.
8. Чуклин Р.Е. Биологическая активность кофейной и феруловой кислот / Р.Е. Чуклин, М.А. Оганова, М.Н. Ивашев // International Journal on Immunorehabilitation (Международный журнал по иммунореабилитации). – 2009. – Т.11. – № 1. – С. 141а.
9. Чуклин Р.Е. Влияние кофейной кислоты на системную гемодинамику / Р.Е. Чуклин, М.Н. Ивашев // Клиническая фармакология и терапия. – 2009. – № 6. – С. 307–308.
10. Чуклин Р.Е. Влияние кофейной кислоты на сердечный ритм / Р.Е. Чуклин, М.Н. Ивашев // Клиническая фармакология и терапия. – 2010. – № 6. – С. 71–72.

## КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ГЕПАРИНОВ

Сергиенко А.В., Ивашев М.Н.

Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru

Низкомолекулярные гепарины (НГ), как и другие соединения синтетического и природного происхождения [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] – обладают достаточно широким спектром биологической активности. Применение этих препаратов имеет свои особенности, которые зависят от ряда факторов.

**Цель исследования.** Установить факторы, влияющие на особенности применения низкомолекулярных гепаринов.

**Методы исследования.** Исследование проводилось методом анализа литературы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** НГ (средняя молекулярная масса 4000–7000 дальтон) – высокоэффективные антитромботические и слабые антисвертывающие средства прямого действия. НГ различаются по способу производства, молекулярному весу и активности. Активность НГ выражается в международных единицах (МЕ): в МЕ анти-Ха (антифактор Ха) и МЕ АЧТВ (частичное активированное тромбопластиновое время). АЧТВ (фактор Па) – отражает антисвертывающее действие. Анти-Ха – отражает антитромботическую активность. Фармакокинетика не меняется в зависимости от введенной дозы НГ. Анти-Ха-активность сохраняется в течение 18–24 ч. НГ не являются взаимозаменяемыми. НГ производят путем химической или ферментативной деполимеризации нефракционированного гепарина. У НГ соотношение активности против фактора Ха и против фактора Па составляет примерно 3:1, у среднемoleкулярного гепарина (СГ) 1:1. Отличия НГ от СГ:

а) более выраженное влияние на фактор Ха, чем на фактор Па (тромбин, АЧТВ), при меньшем риске развития кровотечений;

б) более выраженное подавление образования тромбина (инактивация одной молекулы фактора Ха может предотвратить образование примерно 50 молекул тромбина);

в) угнетение высвобождения фактора фон Виллебранда;

г) способность предупредить острофазовое увеличение фактора фон Виллебранда;

д) меньшее связывание с тромбоцитами и тромбоцитарным фактором 4;

е) меньшая вероятность развития иммунной тромбоцитопении;

ж) меньшее связывание с остеобластами; меньшая активация остеокластов, более редкое возникновение остеопороза на фоне лечения;

з) большая стабильность биологических свойств и биодоступность (по анти-Ха-активности);

и) отсутствие существенного влияния на уровень антитромбина III;

к) пролонгированное действие с возможностью введения 1–2 раза в сутки;

л) стимулирующее влияние на агрегацию тромбоцитов, в определенных случаях, минимально;

м) высокая эффективность применения в фиксированных дозах, что исключает необходимость подбора дозы по лабораторным исследованиям и проведение лабораторного мониторинга. По молекулярной массе и отношению анти-Ха/анти-Па (АЧТВ) НГ делятся: кливарин – 3900/3,5; фраксипарин – 4300/3,6; клексан – 4500/3,8; фрагмин – 6000/2,7. По мере увеличения массы биодоступность НГ уменьшается.

**Выводы.** Эффективность низкомолекулярных гепаринов зависит от молекулярной массы, и преимущества применения этих препаратов у больных перечислены в данной статье.

### Список литературы

1. Адаптивно-ремоделирующее действие жирного экстракта липы в процессах регенерации в экспериментальной фармакологии / Е.Е. Зацепина, М.Н. Ивашев, А.В. Сергиенко, Т.А. Лысенко, Т.Н. Щербакова // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 12. – С. 38–39.
2. Экстракт жирного масла арахиса и его адаптивно-репаративная активность на модели ожога/ Е.Е. Зацепина, М.Н. Ивашев, А.В. Сергиенко, Т.А. Лысенко, Т.Н. Щербакова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 12. – С. 99–100.
3. Ивашев М.Н. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.
4. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч. 2. – С. 441–444.
5. Эффекты феруловой кислоты при адреналиновой тахикардии у животных / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чулкин, Г.В. Масликова, А.А. Круглая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 11. – С. 18–19.
6. Ивашев М.Н. Влияние кофейной кислоты на выживаемость крыс при адреналиновой тахикардии / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чулкин, Г.В. Масликова, М.К. Таниб // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 12. – Ч. 1. – С. 102–103.
7. Изучение эффектов некоторых аминокислот при гипоксической гипоксии / К.Т. Сампиева, Г.М. Оганова, М.Н. Ивашев М.Н., Р.Е. Чулкин, А.К. Гусейнов // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 4. – С. 122–123.

**Ветеринарные науки****СОСУДИСТЫЙ КОНТРОЛЬ НАД ТРОМБОЦИТАРНОЙ АГРЕГАЦИЕЙ У НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ С ДЕФИЦИТОМ ЖЕЛЕЗА, ПОЛУЧАВШИХ ФЕРРОГЛЮКИН**

Глаголева Т.И., Завалишина С.Ю.,  
Медведев И.Н.

*Курский институт социального образования  
(филиал) РГСУ, Курск, e-mail: ilmedv1@yandex.ru*

**Цель работы** – оценить изменения антиагрегационных возможностей сосудистой стенки у новорожденных телят с дефицитом железа на фоне ферроглюкина.

Исследование выполнено на 35 новорожденных телятах черно-пестрой породы, имевших при рождении дефицит железа, и 31 здоровом теленке.

Антиагрегационную активность сосудов выясняли по торможению агрегации тромбоцитов (АТ) с АДФ ( $0,5 \cdot 10^{-4}$  М), коллагеном (разведение 1:2 основной суспензии), тромбином ( $0,125$  ед/мл), ристомидином ( $0,8$  мг/мл), адреналином ( $5 \cdot 10^{-6}$  М) в пробе с временной венозной окклюзией. Рассчитывался индекс антиагрегационной активности сосудистой стенки (ИААСС) путем деления времени АТ после временной венозной окклюзии на время без нее. У наблюдаемых те-

лят с дефицитом железа и явлениями анемии применялся ферроглюкин по  $150$  мг ( $2$  мл) внутримышечно, двоекратно с интервалом  $4$  суток. Все учитываемые характеристики определялись перед началом введения препарата и через  $3$  суток после его второй инъекции. Статистическая обработка результатов проведена  $t$ -критерием Стьюдента.

Наибольшее значение ИААСС отмечено в отношении адреналина по причине максимального торможения АТ с ним в пробе с временной венозной окклюзией. Ему немного уступало значение ИААСС с ристомидином и АДФ. Еще меньше оказались ИААСС с коллагеном –  $1,21 \pm 0,09$  (в контроле  $1,60 \pm 0,07$ ) и тромбином –  $1,19 \pm 0,12$  (в контроле  $1,49 \pm 0,11$ ). Инъекции ферроглюкина у телят с дефицитом железа сопровождались повышением ИААСС: наибольшим оказался индекс с адреналином, ему несколько уступали значения ИААСС с ристомидином и АДФ, еще ниже оказались ИААСС с коллагеном ( $1,25 \pm 0,07$ ) и с тромбином ( $1,23 \pm 0,05$ ).

Таким образом, применение ферроглюкина лишь в незначительной мере в сроки наблюдения повышает у новорожденных телят с дефицитом железа антиагрегационную активность сосудистой стенки.

**Медицинские науки****КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ГРЫЖЕ МЕЖПОЗВОНОЧНЫХ ДИСКОВ**

Арлыт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.

*Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru*

Под нестабильностью позвоночника мы понимаем клинически проявляющееся патологическое состояние, сутью которого является недостаточность несущей системы, реализующаяся в избыточные деформации, патологические перемещения (грыжи). При данной патологии следует применять средства с широким спектром биологической активности [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

**Цель исследования.** Выявить эффективность медикаментозной терапии грыж.

**Методы исследования.** Исследование проводилось методом мета – анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Доказанную эффективность приносят глюкокортикоиды (бетаметазон, дексаметазон и др.), которые обладают противовоспалительным, десенсибилизирующим, противоаллерги-

ческим и иммунодепрессивным действиями, противошоковыми и антиоксидескими свойствами. Широко применяются нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). НПВП – это класс фармакологических препаратов, обладающих уникальным сочетанием противовоспалительного, анальгетического, жаропонижающего и антитромботического (аспирин) действий. «Золотым стандартом» в неврологии считают диклофенак-натрия (вольтарен). Однако, учитывая побочные явления, применяют препараты ингибирующие циклооксигеназу типа 2 – нимесулид, мелоксикам и др. Необходимым компонентом в комплексной терапии являются миорелаксанты центрального действия. Толперизон – обладает мембраностабилизирующим и местноанестезирующим действием, снижает болевую чувствительность периферических нервных окончаний, тормозит проводимость импульсов в первичных афферентных и двигательных волокнах, что приводит к блокированию моно- и полисинаптических спинно-мозговых рефлексов. Тизанидин расслабляет скелетную мускулатуру при хронических спастических состояниях спинального и церебрального происхождения, устраняет острые

болезненные мышечные спазмы и клонические судороги, снижает сопротивление мышц при пассивных движениях, повышает силу произвольных мышечных сокращений. Для восстановления кровоснабжения по ходу ущемленного нерва нередко назначают внутривенно (капельно) трентал (пентоксифиллин), кавинтон. После интенсивного курса терапии в периоде реабилитации показаны – электрофорез с обезболивающими препаратами, фонофорез с препаратами, улучшающими кровообращение.

**Выводы.** Комплексная фармакотерапия патологии межпозвоночных дисков эффективна, но в части случаев требуется дополнительное назначение препаратов.

#### Список литературы

1. Арльт А.В. Влияние предуктала и триметазидина на мозговой кровоток / А.В. Арльт, А.М. Салман, М.Н. Ивашев // Фармация. – 2007. – № 2. – С. 32–34.
2. Арльт А.В. Влияние аминокпроновой кислоты на мозговой кровоток / А.В. Арльт // Фармация. – 2010. – № 1. – С. 44–45.
3. Влияние препарата «Профеталь» на мозговой кровоток А / А.В. Арльт, М.С. Сулейманов, М.Н. Ивашев, В.В. Юшков, Г.В. Масликова // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 5. – С. 66–68.
4. Влияние флупиртина малеата на мозговое кровообращение в эксперименте / А.В. Арльт, И.А. Савенко, М.Н. Ивашев, А. Козн // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. – С. 134–135.
5. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.
6. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч.2. – С. 441–444.
7. Пути совершенствования преподавания клинической фармакологии / М.Н. Ивашев [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 8. – С. 82–84.
8. Ивашев М.Н. клиническая фармакология антиаритмических лекарственных средств в обучении студентов / М.Н. Ивашев [и др.] // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 1. – С. 67–70.

### КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ГЛЮКОКОРТИКОИДОВ

Арльт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.

Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru

Глюкокортикоиды (ГК), как и другие средства [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8], обладают довольно широким спектром действия.

**Цель исследования.** Уточнить фармакодинамику глюкокортикоидов.

**Методы исследования.** Исследование проводилось методом мета – анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение.** ГК обладают антиаллергическими, антиоксидантными, иммунодепрессивными, противовоспалительными, противошоковыми, противовоспалительными свойствами. Считают, что эффект ГК на клетки мишени осуществляется на уровне регуляции транскрипции генов и опосредуется взаимодействием ГК со специфическими ГК внутриклеточными рецепторами (Р) (альфа-изоформа).

Эти ядерные Р способны связываться с ДНК и относятся к семейству лиганд-чувствительных регуляторов транскрипции. При отсутствии ГК внутриклеточные Р, которые представляют собой цитозольные белки, неактивны и входят в состав гетерокомплексов, включающих также белки теплового шока (heat shock protein, Hsp90 и Hsp70 – БТШ), иммунофилин с молекулярной массой 56000. БТШ способствуют поддержанию оптимальной конформации гормоносвязывающего домена Р и обеспечивают высокое сродство Р к ГК. ГК в клетке связываются с Р, вслед за этим образовавшиеся комплексы «ГК + Р» транспортируются в ядро, где взаимодействуют с участками ДНК, расположенными в промоторном фрагменте стероидотвечающего гена – ГК-отвечающими элементами и регулируют процесс транскрипции определенных генов. Это приводит к стимуляции или супрессии образования м-РНК и изменению синтеза регуляторных белков и ферментов, опосредующих клеточные эффекты. В настоящее время принято разграничивать геномный и негеномный механизм (ГМ, НМ) действия ГК. ГМ, осуществляемый посредством связывания специфических цитоплазматических Р, наблюдается при любых дозировках. ГК оказывают влияние на кооперативное взаимодействие Т- и В-клеток в иммунном ответе. НМ ГК – результат физико-химического взаимодействия с мембранами и/или стероид-селективными мембранными Р. НМ ГК развивается под влиянием более высоких дозировок. НМ противовоспалительного эффекта ГК связывают со стабилизацией лизосомальных мембран, уменьшением проницаемости клеточных мембран, снижением кровотока в участках воспаления. Под влиянием ГК нарушается бактерицидная активность, Fc-Р связывание и другие функции моноцитов и макрофагов. Меняются клеточные ответы на кинины, гистамин, простагландины и хемотаксические факторы, а также уменьшается освобождение простагландинов из стимулированных клеток. НМ включает активацию эндотелиальной синтазы оксида азота.

**Выводы.** Фармакодинамика глюкокортикоидов значима и последние исследования механизмов действия увеличивают спектр действия этой группы препаратов.

#### Список литературы

1. Арльт А.В. Влияние предуктала и триметазидина на мозговой кровоток / А.В. Арльт, А.М. Салман, М.Н. Ивашев // Фармация. – 2007. – № 2. – С. 32–34.
2. Влияние препарата «Профеталь» на мозговой кровоток А / А.В. Арльт, М.С. Сулейманов, М.Н. Ивашев, В.В. Юшков, Г.В. Масликова // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 5. – С. 66–68.
3. Губанов О.Д. Изучение биодоступности кетопрофена в мазях на гидрофильной основе / О.Д. Губанов, Е.Н. Вергейчик, Л.Б. Губанова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2009. – № 2. – С. 161–164.

4. Ивашев М.Н. Влияние ГАМК и пирацетама на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербактова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.

5. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч. 2. – С. 441–444.

6. Сергиенко А.В. Протекторы тканевого метаболизма в экспериментальной фармакологии / А.В. Сергиенко, Али С. Махмуд, М.Н. Ивашев // Аллергология и иммунология. – 2006. – Т. 7. – № 3. – С. 439а–439.

7. Сергиенко А.В. Метронидазол имеет оптимальное включение в очаг неспецифического воспаления / А.В. Сергиенко, Б.В. Сергиенко, М.Н. Ивашев // Аллергология и иммунология. – 2006. – Т. 7. – № 3. – С. 439б–440.

8. Сергиенко А.В. Визуализация неспецифического воспаления в эксперименте / А.В. Сергиенко, Б.В. Сергиенко, М.Н. Ивашев // Аллергология и иммунология. – 2006. – Т. 7. – № 3. – С. 440.

### РОЛЕВЫЕ ПЕРЕГРУЗКИ ВРАЧА КАК «САЙД-ЭФФЕКТ» ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Доника А.Д., Леонова В.А.

*Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград;  
Городская стоматологическая поликлиника № 8,  
Саратов, e-mail: addonika@yandex.ru*

Как отмечается в Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 года «развитие медицинской науки как основы обеспечения улучшения здоровья населения и демографических показателей является национальной стратегической целью» [1]. Согласно Концепции постановка «на поток» высокотехнологичных медицинских услуг, создание новых медицинских центров позволят сократить сроки ожидания и обеспечат доступность высокотехнологичных видов медицинской помощи пациентам независимо от их места жительства. В этой связи возникает необходимость расширения ролевого репертуара врача за счет включения новых компетенций, обусловленных инновационной деятельностью.

Согласно «Руководству по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» Р 2.2.2006-05, врачебной деятельности соответствует напряженный труд 2 степени (класс 3.2), который характеризует работу, происходящую в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат [2]. Помимо этого, согласно данным официальной статистики Минздрава, наблюдается функциональная перегруженность профессиональной деятельности врача, наиболее выраженная в работе служб, оказывающих первичную медико-санитарную помощь. Одна из причин – неадекватно высокая численность населения, прикрепленного к одному амбулаторному участку – номинально в крупных городах – 1800–2500 человек на 1 участок, фактически – до 4000 человек. Это трансформирует

«функции врача в функции оператора по выписке рецептов на лекарственные препараты» [1]. Нагрузка врачей усугубляется и тем, что низкая оплата врачей заставляет работать на более, чем 1 ставку. Социологический опрос 1 675 российских врачей показал, что только 42,21% опрошенных работает на 1 ставку; 22,15% – на 1,5 ставки; 8,9% – на 2 ставки; 13,91% – более, чем на 2 ставки.

В связи с этим мы проводили исследование распространенности профессионального стресса среди врачей на модельной группе врачей-терапевтов, согласно результатам которого у 72,5% врачей-терапевтов регистрируются сложившиеся симптомы синдрома профессионального выгорания (СПВ). При этом сформировавшаяся фаза СПВ отмечена у 30,9% терапевтов; у 20,6% терапевтов диагностированы фазы СПВ в стадии формирования. Полное отсутствие даже начальных симптомов СПВ отмечено только у 13,7% терапевтов.

Анализ полученных результатов исследования позволяет прогнозировать, что интеграция в профессиональную деятельность врача инновационных технологий в рассматриваемых условиях неизбежно приведет к увеличению ролевых перегрузок, рассматриваемых как «чрезмерность требований к данной роли, превышающих возможности их выполнения личностью» (А.В. Решетников, 2002).

Другим профессиональным стрессором, вызывающим нервно-психическое напряжение индивида как субъекта труда является ролевая неопределенность – неясность требований, которым должна удовлетворять деятельность личности. В рассматриваемом контексте представляет интерес уровень информированности врачей об основных направлениях модернизации отечественного здравоохранения. По данным социологического опроса врачей, проведенного НИИ социологии медицины, знакомы с Концепцией развития здравоохранения и медицинской науки в РФ только 21,2% врачей. При этом 39% респондентов ответили, что «не знакомы», а 39,8% – затруднились ответить. По данным структурированного интервью 29,9% врачей имеют отдельные сведения о «Концепции...», 43,7% – ничего не знают об этом вообще; 3,8% отметили, что знакомы с целями, задачами и основными понятиями фармакоэкономики.

Таким образом, наше исследование подтверждает необходимость интеграции социально-ориентированного подхода в систему мероприятий по модернизации отечественной системы здравоохранения, рассматривающей профессиональную группу врачей с позиции степени ее социальной защищенности. Безусловным условием эффективности такого подхода является совершенствование правовой базы в рассматриваемом поле, которая в настоящее время существенно модернизируется [2]. Всту-

пивший в силу в конце 2011 г. ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (№ 323-ФЗ) внес ожидаемую организационную структуризацию и нормативную определенность оказания медицинской помощи, приближающие национальные параметры оказания медицинских услуг к международным. С другой стороны практика реализации новых норм не оказала значительного повышения удовлетворенности пациентов качеством оказания медицинских услуг, несмотря на то, что № 323-ФЗ введено понятие «Специализированная, в том числе высокотехнологичная, медицинская помощь» (ст. 32, ст. 34).

#### Список литературы

1. Доника А.Д. Интериоризация профессиональной роли врача: социальные, психологические и соматические детерминанты: автореф. дис. ... д-ра соц. наук. – Волгоград, 2010. – С. 24.
2. Доника А.Д. Соответствие норм Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» нормам и принципам биоэтики / А.Д. Доника, Л.Л. Кожевников // Биоэтика. – 2011. – № 2(8). – С. 26–27.

### КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ ТРОСПИЯ ХЛОРИДА

Меньков С.В., Ивашев М.Н.

*Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru*

Поиск препаратов, которые способствуют регуляции основных функций организма при соответствующей патологии до сих пор остается актуальным [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. С увеличением продолжительности жизни применение препаратов блокирующих мускариновые рецепторы 3 типа становится более частым.

**Цель исследования.** Установить наиболее эффективные блокаторы мускариновых рецепторов типа 3.

**Материал и методы исследования.** Анализ литературных данных по применению антагонистов мускариновых рецепторов типа 3.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Троспия хлорид конкурирует с ацетилхолином за мускарин – холинорецепторы постсинаптических мембран гладкой мускулатуры. Этот лекарственный препарат блокирует мускариновое действие ацетилхолина и ингибирует парасимпатический ответ, вызванный постганглионарной активацией блуждающего нерва. В результате этого механизма действия троспия хлорид эффективно снижает тонус гладкой мускулатуры детрузора мочевого пузыря (кроме м-холинолитического обладает прямым антиспастическим эффектом). У больных с нестабильной функцией мочевого пузыря снижает частоту спонтанного сокращения его мускула-

туры и мочеиспускания в дневное и ночное время, увеличивает интервалы между мочеиспусканиями. Ослабляет или устраняет императивные позывы и недержание мочи. Препарат гидрофилен, мало растворим в липидах, вследствие этого плохо преодолевает гемато – энцефалический барьер, а значит, не оказывает центрального побочного отрицательного действия типа «белены обьялса». Препарат выводится почками преимущественно в неизменном виде, а как следствие не оказывает токсического влияния на функции печени. Учитывая его гидрофильность можно сделать заключение об относительной безопасности для функции почек, и, следовательно, о преимуществе перед другими блокаторами мускариновых рецепторов типа 3, таких как дарифенацин, оксибутинин, солифенацин, толтеродин.

**Выводы.** Троспия хлорид обладает эффективным антиамускариновым действием, который позволяет контролировать мочеиспускание при курсовом применении у больных с недержанием мочи с минимальным проявлением побочных отрицательных явлений при курсовом назначении.

#### Список литературы

1. Ивашев, М.Н. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.
2. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч.2. – С. 441–444.
3. Эффекты феруловой кислоты при адреналиновой тахикардии у животных / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чулкин, Г.В. Масликова, А.А. Круглая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – № 11. – С. 18–19.
4. Влияние кофейной кислоты на выживаемость крыс при адреналиновой тахикардии / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чулкин, Г.В. Масликова, М.К. Таниб // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 12. – Ч.1. – С. 102–103.
5. Влияние кофейной кислоты на выживаемость крыс при аконитиновой тахикардии / М.Н. Ивашев, Р.Е. Чулкин, Г.В. Масликова, А.А. Круглая // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 1. – С. 113–114.
6. Масликова, Г.В. Роль селена и его соединений в терапии цереброваскулярных заболеваний / Г.В. Масликова, М.Н. Ивашев // Биомедицина. – 2010. – № 3. – С. 94–96.
7. Изучение эффектов некоторых аминокислот при гипоксической гипоксии / К.Т. Сампиева, Г.М. Оганова, М.Н. Ивашев М.Н., Р.Е. Чулкин, А.К. Гусейнов // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 4. – С. 122–123.
8. Чулкин, Р.Е. Биологическая активность кофейной и феруловой кислот / Р.Е. Чулкин, М.А. Оганова, М.Н. Ивашев // International Journal on Immunorehabilitation (Международный журнал по иммунореабилитации). – 2009. – Т.11. – № 1. – С. 141а.
9. Чулкин Р.Е. Влияние кофейной кислоты на системную гемодинамику / Р.Е. Чулкин, М.Н. Ивашев // Клиническая фармакология и терапия. – 2009. – № 6. – С. 307–308.
10. Чулкин Р.Е. Влияние кофейной кислоты на сердечный ритм / Р.Е. Чулкин, М.Н. Ивашев // Клиническая фармакология и терапия. – 2010. – № 6. – С. 71–72.

*Психологические науки***ТРЕВОЖНОСТЬ В ФОРМИРОВАНИИ  
ДЕТСКО-РОДИТЕЛЬСКИХ ОТНОШЕНИЙ  
НА РАННЕМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА**

Семакова Е.В.

*Смоленский государственный университет,  
Смоленск, e-mail: semaksmoi@yandex.ru*

Освоение эмоционального значения ситуации материнско-детского взаимодействия начинается с периода беременности и продолжается после рождения ребенка. На первых этапах формирования детско-родительского взаимодействия большое значение имеет аффективная характеристика эмоциональной сферы беременной женщины. Именно переживания, начавшиеся от момента идентификации беременности и продолжающиеся на всем ее протяжении, принимают участие в формировании гестационной доминанты и определяют характер диадических отношений.

В этой связи **целью** настоящего исследования являлось изучение эмоциональной сферы беременной женщины как условия формирования детско-родительского отношения.

Рассмотрим особенности формирования детско-родительского взаимодействия на модели семьи ребенка с синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ). Среди нарушений развития личности в популяции он встречается достаточно часто, в 4,7% случаев, что делает его удобной моделью для изучения различных феноменов.

Исследование проводилось на выборке из 573 детей и их родителей. Она была разделена на две группы: родители детей с СДВГ – 27 человек и детей без СДВГ – 546 человек (группы были сопоставимы). Методы работы: анализ медицинской документации, беседа, тест отношений беременной для ретроспективного исследования ((ТОБ(р), Добрякова И.В.), статистические методы:  $\chi^2$  критерий Пирсона, факторный анализ.

Было установлено, что среди неблагоприятных факторов антенатального периода у матерей детей с СДВГ наиболее часто выявлялись – гестоз беременности – 12 (43%), хронические заболевания матери – 10 (36%). Среди интранатальных –, преждевременные роды – 3 (12%), кесарево сечение – 4 (14%). Причем неблагоприятное течение беременности у матерей детей с СДВГ отмечалось гораздо чаще. Многие из обследованных нами детей с СДВГ также имели проблемы перинатального периода. Так перинатальный анамнез достоверно чаще был отягощен у детей с СДВГ (критерий хи-квадрат = 20,46, при  $p < 0,05$ ): в обычной группе факторы неблагоприятия встречались

у 224 (41%) детей, при СДВГ у – 24 (87%), причем: у 14 (53%) – был отягощен антенатальный период, у 4 (15%) – интранатальный, у 2 (8%) – постнатальный, у 6 (23%) – патологические факторы действовали на различных этапах перинатального развития.

**Результаты исследования** по методике (ТОБ (р)), а также информация полученная в ходе беседы показали, что 15 из 27 опрошенных женщин (57%), воспитывающих детей с СДВГ в период беременности были подвержены тревоге, страху, беспокойству, что соответствует тревожному типу психологического компонента гестационной доминанты (ПКГД) и встречается при данном нарушении формирования личности ребенка гораздо чаще, чем в среде матерей, дети которых не имеют личностных нарушений (критерий хи-квадрат = 40,81, при  $p < 0,05$ ). Оптимальный – у 5 (20%) беременных и гипогестогностический – у 5 беременных (20%) типы ПКГД регистрировались гораздо реже. Депрессивный тип отмечался у 2 (3%) женщин. Эйфорический тип у матерей детей с СДВГ не выявлялся.

Тип формирования ПКГД у женщин с детьми без нарушений развития личности распределялся иным образом. Наиболее часто встречался оптимальный тип – у 349 (64%) женщин, реже встречались гипогестогностический тип – 98 человек (18%) и тревожный тип – 65 человек (12%). Депрессивный и эйфорический типы встречались у 27 (5%) и 6 (1%) матерей соответственно.

Интересен тот факт, что тревожный тип ПКГД у матерей детей с СДВГ реализовался преимущественно Блоком В: Отношение к отношению окружающих. Причем на раздел «отношение к мужу» и «отношение к близким» приходится 22% факторной нагрузки, а на раздел «отношение к посторонним» – 18% факторной нагрузки из всех причин формирования повышенного уровня тревожности. ПКГД матерей детей без нарушений развития формируется практически под равноценным влиянием рассматриваемых компонентов из различных блоков (блок А: Отношение к себе беременной, блок Б: Отношения в системе мать и дитя, блок В: Отношение к отношению окружающих).

Итак, можно говорить о том, что беременность матерей детей без СДВГ протекает физиологично, с формированием типичной доминанты беременности, центрированной на диадических отношениях, отношению к родам, отношениях с близкими, отношении к себе беременной. А беременность матерей детей с СДВГ связана с повышенным уровнем тревожности и в условиях повышенной зависимости от отно-

шений с окружающими. Онтогенез детско-родительского взаимодействия в таких семьях на ранних этапах становления опосредуется повышенным уровнем тревожности матери во время беременности. Выявленные закономерности необходимо учитывать при планировании профилактических мероприятий по гармонизации дет-

ско-родительского взаимодействия уже на этапе планирования беременности.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта РГНФ («Исследование трансгенерационных механизмов формирования родительства»), проект № 12-16-67009 а/р.*

### Технические науки

#### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Волоконский М.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru*

При замедленном хрупком разрушении (ЗХР) мартенситных сталей трещина зарождается на границе зерна и далее развивается по границам зерен [1]. В связи с этим для решения практических задач необходимо количественное знание прочности границы зерна. В настоящее время единственным методом, позволяющим, на основе результатов испытаний образцов, рассчитать напряжения в зоне зарождения трещины является метод конечных элементов (МКЭ) [2]. В работе используется МКЭ, позволяющий учитывать не только упругие, но и локализованные пластические деформации.

Целью работы является количественная оценка локальной прочности границ зерен мартенситной стали, ослабленной остаточными внутренними микронапряжениями.

Для оценки локальной прочности границ зерен использовали испытания на замедленное хрупкое разрушение (ЗХР) [3]. Особенностью ЗХР является то, что трещина зарождается и далее развивается по границам зерен. Поэтому, пороговое локальное напряжение зарождения микротрещины является характеристикой прочности границы зерна.

Исследовали образцы с надрезом Шарпи из стали 18Х2Н4ВА (0,19 С; 1,5 Сг; 4,1 Ni; 0,2 Si; 0,37 Mn; 0,82 W; 0,003 S, вес. %), выплавленную в открытой индукционной печи. Для получения состояний различающихся уровнем остаточных внутренних микронапряжений при одной и той же структуре, образцы после закалки на мартенсит выдерживали различное время. Испытания на ЗХР проводили нагружением образцов до заданного уровня нагрузки и выдержкой до разрушения. Строили кривые ЗХР в координатах время до зарождения трещины – уровень номинального напряжения.

С помощью метода конечных элементов проведено математическое моделирование напряженно-деформированного состояния в зоне зарождения трещины на границе зерна. В математическую модель была введена реалогическая

кривая зависимости напряжения от деформации образца на растяжение (МРГ-3), находящегося в том же структурном состоянии.

Входные характеристики программы: предел текучести, модуль Юнга, показатель и коэффициент упрочнения определяли из испытаний на растяжение гладких образцов МРГ-3 после аналогичной термообработки. С помощью МКЭ моделировали образец  $10 \times 10 \times 40$  с надрезом типа Шарпи глубиной 2,00 мм, углом раскрытия надреза  $45^\circ$  радиусом закругления 0,25 мм, нагруженный сосредоточенным изгибом. В результате расчетов методом конечных элементов определяли напряженно-деформированное состояние во всех узлах сетки элементов для дискретных нагрузок, а так же перед концентратором напряжений до и после появления пластической зоны.

Затем кривые замедленного разрушения пересчитывали с помощью МКЭ из координат: «время до зарождения трещины – номинальное напряжение», в координаты: «время до зарождения трещины – локальное напряжение». Выявляли пороговые локальные напряжения ниже уровня которых зарождение трещины не происходит. Полагали, что эти пороговые локальные напряжения для различных состояний мартенситной стали характеризуют прочность границы зерна, ослабленной различными уровнями остаточных внутренних микронапряжений. Были получены зависимости локальной прочности границ зерен мартенситной стали в зависимости от уровня остаточных внутренних микронапряжений.

Таким образом, феноменологические результаты испытаний на замедленное хрупкое разрушение мартенситной стали получили количественные физически обоснованные характеристики. Показано, что пороговое локальное напряжение  $\sigma_{11\text{порог}}$  характеризует локальную прочность границы зерна мартенситной стали. Впервые установлена количественная зависимость прочности границы зерна мартенситной стали 18Х2Н4ВА от уровня остаточных внутренних микронапряжений после закалки и различного времени отдыха.

#### Список литературы

1. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Кинетическая модель замедленного разрушения закаленной стали // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2008. – № 3. – С. 28–33.
2. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструкционных сталей: монография. – Пятигорск: Спецпечать, 2006. – 226 с.

3. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 3. – С. 37–42.

**УЧЕТ СМЕЩЕНИЙ В ПРИКРЕПЛЕНИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ НАДСТРОЕК И СТЫКАХ ПЛАШКОУТОВ ПЛАВУЧИХ ОПОР**

Должиков В.Н., Должикова Е.Н.

Сочинский государственный университет, Сочи,  
e-mail: doljikov\_v@mail.ru

Применение инвентарных конструкций вспомогательных опор при строительстве мостов резко снижает расход лесоматериалов, уменьшает затраты труда и значительно сокращает сроки строительства. С учетом большого объема работ по изготовлению и монтажу вспомогательных сооружений создан и постоянно увеличивается и совершенствуется парк мостостроительных инвентарных конструкций, основное условие рационального использования которого – комплектация экономичных временных конструкций при многократной оборачиваемости элементов.

К инвентарным конструкциям относятся также понтоны типа КС, используемые в качестве элементов плавучих средств различного назначения, в частности плавучих опор для перевозки и монтажа пролетных строений.

Условия применения и принципы проектирования вспомогательных сооружений из инвентарных конструкций определяют ряд особенностей работы этих сооружений. К этим особенностям относятся податливость фундаментов стационарных опор, взаимодействие надстроек и плашкоутов плавучих опор, влияние на напряженное состояние надстроек усилий от жесткости узлов, а также перераспределение усилий в системах от податливости узлов и соединений, выполняемых с целью облегчения монтажа, на высокопрочных болтах и болтах нормальной точности. Смещения  $\Delta_i$  в болтовых соединениях решетчатых надстроек стационарных опор учитываются посредством замены модулей упругости  $E$  на модули линейной деформации  $E_{ci}$  элементов, определяемых через модули деформации болтовых соединений в начале  $E_{c,1i}$  и в конце  $E_{c,2i}$   $i$ -го элемента.

Модуль деформации болтового соединения  $E_{ci}$  при усилении  $N_i$  в  $i$ -м элементе запишется как [2, с. 78]:

$$E_{ci} = \frac{N_i}{\Delta_i} = \frac{T_i + S_i(\Delta_{cm})}{u + v + \Delta_{cm}}, \quad (1)$$

где  $T_i$  – сила трения в соединении  $i$ -го элемента, определяемая по формуле:

$$T = N_n f(b_0 + b_1 \Delta_{cm}), \quad (2)$$

где  $N_n$  – нормативное усилие натяжения болта;  $f$  – коэффициент трения;  $b_0, b_1$  – эмпирические параметры.

$S_{i(\Delta)}$  – эмпирическая зависимость при работе соединения на смятие [1, с. 37];

$$S(\Delta) = (C_1 \delta + C_2 \delta^2) \Delta + (C_3 \delta + C_4 \delta^2) \Delta^2, \quad (3)$$

$u$  – сдвиг соединения на разность номинальных диаметров болта и отверстия;

$v$  – допускаемые отклонения от номинальных диаметров болта и отверстия;

$\Delta_{cm}$  – неупругая деформация смятия.

Для соединения на высокопрочных болтах, в случае использования последних как несущих при сборке надстроек из МИК-С, сила трения  $T_i$  определяется по формуле (2).

Изменение  $\Delta l_i$  расстояний между центрами узлов  $i$ -го элемента определяется как сумма упругой деформации  $\Delta l_{yi}$  и смещений в креплениях  $\Delta_{1i}$  и  $\Delta_{2i}$

$$\Delta l_i = \Delta l_{yi} + \Delta_{1i} + \Delta_{2i}$$

или

$$\Delta l_i = N_i \left( \frac{l_i}{EF_i} + \frac{1}{E_{c,1i}} + \frac{1}{E_{c,2i}} \right). \quad (4)$$

Отсюда находим модель линейной деформации  $i$ -го элемента

$$E_{ci} = \frac{l_i E E_{c,1i} E_{c,2i}}{EF_i E_{c,1i} + EF_i E_{c,2i} + l_i E_{c,1i} E_{c,2i}}. \quad (5)$$

Модуль линейной деформации соединения, характеризующийся углом  $L_p$ , является величиной переменной.

Из диаграммы видно, что сдвиги в болтовых соединениях начинаются после преодоления сил трения.

Силы натяжения болтов нормальной точности и силы трения между соединяемыми элементами невелики и не контролируются при сборке надстроек. Поэтому нельзя предусмотреть при каком усилии в соединениях элементов начнутся и в какой последовательности они будут происходить. Исходя из этого и в целях упрощения задачи с учетом смещений в болтовых соединениях можно использовать диаграмму нагружения соединения [2, с. 78], учитывающую сдвиг на разность диаметров болта и отверстия в начале загрузки элемента. Данная предпосылка исходит из того, что в реальных конструкциях усилия в элементах, как правило, превышает силу трения в соединении. Усилие, передающееся через смятие, определяют по [1, с. 37].

Допуская, что величины смещений в соединениях в начале  $\Delta_{1i}$  и конце  $\Delta_{2i}$   $i$ -го элемента одинаковы, модуль деформации элемента будет определять по формуле:

$$E_{ci} = \frac{l_i E E_{ci}}{2EF + l_i E_{ci}}. \quad (6)$$

Расчет ведется методом итераций с поэтапным уточнением усилий в элементах. Итерационный процесс можно выполнять также уточняя

напряжения  $\sigma_i$  в  $i$ -том элементе. В этом случае формула для определения модуля деформации будет иметь вид:

$$E_{zi} = \frac{E}{\frac{2E\Delta_i}{l_i\sigma_i} + 1}. \quad (7)$$

В первом приближении значения  $E_{zi}$  определяются по напряжениям в конструкции с несмещающимися узлами.

Сдвиги в болтовых соединениях понтонных учитываются посредством введения упругих шарниров вместо болтовых соединений с коэффициентами жесткости  $K_i$ . Значения коэффициентов жесткости определяются по формуле:

$$K_i = \frac{M_i}{\alpha_i}, \quad (8)$$

где  $M_i$  – момент в  $i$ -м шарнире;  $\alpha_i$  – угол раскрытия  $i$ -го шарнира.

Угол раскрытия  $\alpha$ , образовавшийся в результате неупругих взаимных поворотов двух понтонных в каждом стыке определяется как:

$$\alpha = \frac{2(u + v + \Delta_{cm})}{h}, \quad (9)$$

где  $h$  – высота плашкоута.

С учетом (9) и (3) формула (8) для определения коэффициента жесткости принимает вид:

$$K = \frac{nh^2 \left[ (c_1\delta + c_1\delta^2)\Delta_{cm} + (c_3\delta + c_4\delta^2)\Delta_{cm}^2 \right]}{(2u + v + \Delta_{cm})}. \quad (10)$$

Задача решается итерационным методом с поэтапным уточнением значений  $K_i$ . В качестве первого приближения значения коэффициента жесткости  $K_i$  определяется в зависимости от момента  $M_i$  в  $i$ -м стыке, определенном без учета смещений в соединениях понтонных. В результате исследований выявлено, что учёт смещений в соединениях понтонных приводит к существенному изменению усилий в плашкоуте, а именно, к уменьшению изгибающего момента и увеличению поперечной силы. Смещения в стыках плашкоута значительно увеличивают усилия в крайних стойках надстройки и уменьшают с изменением знака в средних.

#### Список литературы

1. Вейнблат Б.М., Бунеев Г.И. Расчёт сооружений с несущими высокопрочными болтами // – Тр. МАДИ. – 1975. – Вып. 77. – С. 37–42.
2. Должиков В.Н. Влияние смещений в соединениях на распределение усилий в элементах вспомогательных опор // Материалы научн.-техн. конф. молодых ученых / МАДИ. – ВНИИИС. – М., 1980. – № 1993. – С. 78–81.

#### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРОГОВОГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В НАНООБЛАСТИ ЗАМЕДЛЕННОГО РАЗРУШЕНИЯ СТАЛИ

Шиховцов А.А., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск,  
e-mail: mishinvm@yandex.ru

Одним из Приоритетных направлений развития науки и «критических» технологий является компьютерное моделирование нанотехнологий [1], к которым относится изучение условий зарождения нанотрещины при замедленном хрупком разрушении (ЗХР) высокопрочной стали. Весь процесс ЗХР контролируется стадией зарождения нанотрещины на границе зерна, охрупченной областями объемного растяжения и сегрегациями охрупчивающих примесей фосфора, серы и др. [2]. Полагали, что для анализа условий зарождения нанотрещины на границе зерна применим метод компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния – метод конечных элементов (МКЭ).

Целью работы являлось создание подхода к оценке новой характеристики прочности – порогового локального напряжения для случая замедленного разрушения стали.

Испытания на ЗХР проводили на стали 18Х2Н4ВА по методике [2]. Для расчета нанонапряжений в зоне зарождения трещины использовали метод конечных элементов (МКЭ) [2]. В результате была установлена зависимость локальных растягивающих напряжений  $\sigma_{11max}$  от времени до разрушения. При замедленном разрушении значение порогового локального растягивающего напряжения  $\sigma_{11порог}$  соответствует минимальному локальному напряжению зарождения нанотрещины. Таким образом, разработан подход к оценке новой характеристики прочности – порогового локального напряжения для случая замедленного разрушения высокопрочной стали.

#### Список литературы

1. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологии и техники в РФ и перечня критических технологий РФ: указ Президента РФ. № 899 07.07.2011.
2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // Деформация и разрушение материалов. – 2007. – № 3. – С. 37–42.

## Фармацевтические науки

**КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ  
ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ  
НЕУСТАНОВЛЕННОМ ИНСУЛЬТЕ МОЗГА**

Арльт А.В., Ивашев М.Н., Савенко И.А.

*Пятигорский филиал ГБОУ ВПО Волг ГМУ  
Минздрава России, Пятигорск, e-mail: ivashev@bk.ru*

Инсульт мозга требует оперативной фармакотерапии средствами [1, 2, 3, 4], которые обладают специфическим и широким спектром биологического действия.

**Цель исследования.** Уточнить средства для экстренной фармакотерапии инсульта.

**Методы исследования.** Исследование проводилось методом мета – анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для компенсации сердечной деятельности показано введение сердечных гликозидов – 0,06 % раствора коргликона или 0,05 % раствора строфантина по 0,25–1 мл с глюкозой. Если у больного возникают явления отека мозга, применяют диуретики – лазикс (ампулы по 2 мл 1 % раствора), урегит (0,05 г сухого порошка, который перед введением разводят), маннит (ампулы по 200–400 мл 15 % раствора), эуфиллин (ампулы по 10 мл 2,4 % раствора). Эти препараты лучше вводить внутривенно. Повторное назначение на протяжении суток диуретиков требует возмещения потери калия путем добавления в капельницу хлорида калия (ампула 4 % раствора содержит 50 мл) или панангина (ампулы по 10 мл). При наличии очень высокого артериального давления следует снизить его до привычных для больного цифр, а не до общепринятых показателей норм. Это может быть достигнуто внутривенным применением диуретиков (лазикс, урегит), нейролептиков (аминазин, дроперидол), спазмолитиков (дибазол). Внутрь или в ротовую полость назначают гемитон. Применение ганглиоблокаторов (бензогексоний, пентамин) в случаях неустановленного диагноза могут вызвать значительное снижение артериального давления, что может неблагоприятно сказаться при ишемическом характере инсульта. Гипертензивным действием при коллапсе обладают глюкокортикоидные гормоны – преднизолон, гидрокортизон, дексаметазон. В целях нормализации мозгового кровообращения прибегают к назначению эуфиллина. Наиболее эффективным является его применение в течение первых 5–6 ч с момента развития инсульта. По истечении этого срока эффективность его применения уменьшается с каждым

часом. Однако эуфиллин обладает синдромом «обкрадывания», и вводить его следует медленно (1 мл в течение 1 минуты). Грубые нарушения сердечнососудистой деятельности, связанные с ней расстройства ликвороциркуляции, нарушения водно-солевого обмена делают необходимым внутривенное введение большого количества жидкостей и различных препаратов. Поэтому при поступлении в стационар больному устанавливают капельницу с изотоническим раствором хлорида натрия или 5 % раствором глюкозы, куда добавляют те или иные лекарственные средства. Следует иметь в виду, что в настоящее время ишемические инсульты встречаются в 3–4 раза чаще, чем геморрагические. Естественно, следует принимать во внимание данные анамнеза, общей клинической картины, результаты исследования крови – количество лейкоцитов, СОЭ, гемоглобин, время свертываемости, протромбиновый индекс, данные эхоэнцефалографии. В неврологической практике активно используются нейропротекторы, действие которых направлено на разные этапы ишемического каскада повреждения клеток мозга. По данным экспериментальных исследований нейропротекторы способны значительно уменьшить зону инфаркта и увеличить продолжительность терапевтического окна для других препаратов. В острейший период ишемического инсульта (первые 3 дня) целесообразно прервать реакции глутамат-кальциевого каскада и перекисного окисления липидов. С целью коррекции дисбаланса между тормозными и возбуждающими нейромедиаторными системами используют активатор естественных тормозных систем глицин (1 г и более в сутки), а также антиоксиданты – мексидол, витамин Е, эмоксипин.

**Выводы.** Средства, применяемые при инсульте неустановленного диагноза должны проходить профессиональный врачебный контроль.

**Список литературы**

1. Арльт А.В. Влияние предуктала и триметазидина на мозговой кровоток / А.В. Арльт, А.М. Салман, М.Н. Ивашев // Фармация. – 2007. – № 2. – С. 32–34.
2. Влияние препарата «Профеталь» на мозговой кровоток / А.В. Арльт, М.С. Сулейманов, М.Н. Ивашев, В.В. Юшков, Г.В. Масликова // Биомедицина. – 2010. – Т.1. – № 5. – С. 66–68.
3. Ивашев М.Н. Влияние ГАМК и пирacetama на мозговое кровообращение и нейрогенные механизмы его регуляции / М.Н. Ивашев, В.И. Петров, Т.Н. Щербакова // Фармакология и токсикология. – 1984. – № 6. – С. 40–43.
4. Биологическая активность соединений, полученных синтетическим путем / М.Н. Ивашев [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – Ч.2. – С. 441–444.

*Физико-математические науки***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Гончар Л.И.

*Национальный минерально-сырьевой университет  
«Горный», Санкт-Петербург,  
e-mail: lgonchar91@mail.ru*

Целью статистического моделирования является воспроизведение функционирования вероятностной модели какого-либо процесса и оценка средних характеристик модели (математического ожидания величин, характеризующих систему, их дисперсии и ковариации). Наиболее известными вероятностными моделями являются модели теории массового обслуживания и статистической физики. Основой метода статистического моделирования является моделирование случайных величин с заданными распределениями и событий с заданными вероятностями. Для моделирования события  $A$  с вероятностью  $p$  достаточно моделировать случайную величины  $Y$ , равномерно распределенную в интервале  $[0, 1]$ . При попадании этой величины в интервал  $[0, p]$  считают, что событие  $A$  появилось, а при попадании в интервал  $[p, 1]$  – что событие  $A$  не появилось. В результате, статистические испытания сводятся к работе генератора случайных чисел, при этом не требуется вникать в сложность и уникальность изучаемых процессов, поэтому метод Монте–Карло не ограничен рамками каких-либо моделей, упрощений, предположений. Метод применяется при исследовании тех случайных процессов, которые в виду своей сложности не поддаются аналитическому рассмотрению, кроме того, он используется при проверке степени адекватности аналитических моделей, применяемых для описания конкретных явлений. Метод Монте–Карло широко применяется при исследовании операций, при отыскании оптимальных решений в условиях неопределенности, при решении сложных задач с множеством критериев.

Формирование покрытия на нейтральной подложке – стохастическое явление, которое зависит от размера частиц и их траектории, гидродинамики расплавленных частиц при распространении по подложкам сложных геометрических форм и скорости отвердевания нанесенного слоя. В зависимости от ряда факторов могут быть получены различные по структуре покрытия с разной степенью пористости и, следовательно, различными характеристиками. При моделировании роста покрытий на подложке метод простой выборки не позволяет формировать достаточно длинные траектории блуждания. Их генерация обрывается практически

на ранней стадии из-за того, что узел, который должен быть занят на очередном шаге, оказывается уже занятым на предыдущих шагах. В этом случае можно продлить блуждание за счет ведения ограничений и тем самым реализовать метод ограниченной выборки.

Для исследования процессов конденсации, испарения и миграции молекул по поверхности плотноупакованной решетки интенсивно используется моделирование с помощью метода Монте–Карло. Однако, анализ эффектов, связанных с осаждением анизотропных молекул, наличием кластеров на поверхности, размерами кластеров и возможностью коллективных перестроек в них по-прежнему является актуальной задачей. Целью моделирования являлось определение зависимости состава пленок оксида олова от различных параметров процесса осаждения.

Процесс обмена молекулами между падающим потоком и подложкой моделировался как выбор случайной ячейки на поверхности подложки и реализация какого-либо вероятностного события. Для определения реализуемого события формировалось три интервала событий: интервалы адсорбции (осаждения) частицы, ее десорбции и поверхностной диффузии. Средняя скорость осаждения определяется величиной падающего на подложку потока и параметром кристаллической решетки. Используемые циклические граничные условия позволяют моделировать процесс осаждения на бесконечно большой поверхности. Моделирование учитывает как процессы, связанные с изолированными молекулами (осаждение, десорбция, миграция, изменение конфигурации), так и с их комплексами (изменение конфигурации молекул всего кластера). Показано, что структура и состав пленки определяются энергиями взаимодействия молекул с подложкой и друг с другом, а также барьером диффузии. В результате моделирования появилась возможность получать оптимальные режимы осаждения покрытий с заранее заданным составом, а также степенью отклонения состава от стехиометрического значения.

**Список литературы**

1. Биндер К., Хеэман Д.В. Моделирование методом Монте–Карло в статистической физике. – М.: Наука. 1995. – 140 с.
2. Костишко Б.М., Шибяев П.В., Гончар Л.И. Моделирование топологии пленок, сформированных осаждением анизотропных молекул // Уч. записки Ульян. гос. ун-та. Сер. физ.– 1997. – №1(3). – С. 19–22.
3. Гончар Л.И., Гончар Р.В., Золотов А.В. Моделирование осаждения тонкой пленки на инертную подложку // Эффективность использования новых информационных технологий в учебном процессе (ЭНИТ-2000): материалы электронной научно-практической конференции. – Ульяновск, 2000. – С. 217.

**РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ С МАЛЫМ ПАРАМЕТРОМ НЕСТАЦИОНАРНОЙ МОДЕЛИ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ**

Куттыкожаева Ш.Н., Евниев Б.Е.,  
Бектелеуова А.А.

Кокиетауский государственный университет  
им. Ш. Уалиханова, Кокиетау,  
e-mail: shaharzat@mail.ru

В данной работе рассматривается регуляризация с малым параметром нестационарной модели несжимаемой жидкости в переменных функции тока и вихря скоростей. Получено существование и сходимости обобщенного решения приближенной задачи, а также выведены равномерные априорные оценки и оценка скорости сходимости решения.

Рассмотрим уравнения вязкой несжимаемой жидкости в форме Ламба-Громека:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \times \text{rot} \vec{v} = \mu \cdot \Delta \vec{v} - \nabla Q + \vec{f}; \quad (1)$$

$$\text{div} \vec{v} = 0,$$

$$\vec{v}|_{t=0} = \vec{v}_0(x), \text{div} \vec{v}_0(x) = 0, \quad \vec{v}|_S = 0, \quad (2)$$

где  $x = (x_1, x_2, x_3)$ ,  $Q = P + |\vec{v}|^2/2$  – полный напор. Будем считать, что область  $\Omega \subset R^3$  – прямоугольный параллелепипед. В работах [1], [3] предложены некоторые численные методы решения задач (1)–(2) в переменных «функция тока – вихрь скоростей». В [3] показано эквивалентность двух задач. Рассмотрим задачу (1)–(2) в переменных «функция тока – вихрь скоростей»:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \text{rot}(\text{rot} \times \omega) = \mu \cdot \Delta \omega - \text{rot} f, \quad (3)$$

$$\Delta \psi = -\omega,$$

со следующими начально-краевыми условиями:

$$\begin{aligned} \omega|_{t=0} &= \omega_0(x), \\ \psi \cdot \tau_1|_S &= \psi \cdot \tau_2|_S = 0, \quad (\omega \cdot n)|_{x_1=0} = 0 \\ \text{rot} \psi \cdot \tau_1|_S &= \text{rot} \psi \cdot \tau_2|_S = 0, \\ \text{div} \psi|_S &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

**Теорема 2.** Обобщенное решение задачи (8)–(9) сходится к обобщенному решению задачи (3), (5), (6) при  $\varepsilon \rightarrow 0$  со скоростью

$$\|\psi^\varepsilon - \psi\|_{L_1(0,T;L_2(\Omega))}^2 + \int_0^T \|\omega^\varepsilon - \omega\|_{L_2(\Omega)} dt \leq C\sqrt{\varepsilon}.$$

**Список литературы**

1. Бессонов О.А., Брайловская В.А., Ру Б. Численное моделирование трехмерного сдвигового течения в полости

Для ясности продемонстрируем граничное условие (4) в случае прямоугольной области. Пусть часть границы области лежит на оси  $x_1 = 0$ . Тогда начально-краевые условия преобразуются следующим образом:

$$\omega|_{t=0} = \omega_0(x),$$

$$\psi_2|_{x_1=0} = \psi_3|_{x_1=0} = 0, \quad \frac{\partial \psi_1}{\partial x_1}|_{x_1=0} = 0. \quad (5)$$

и

$$\begin{aligned} (\omega \cdot n)|_{x_1=0} &= \omega_1|_{x_1=0} = 0, \\ \left( \frac{\partial \psi_2}{\partial x_1} - \frac{\partial \psi_1}{\partial x_2} \right)|_{x_1=0} &= 0, \quad \left( \frac{\partial \psi_3}{\partial x_1} - \frac{\partial \psi_1}{\partial x_3} \right)|_{x_1=0} = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

Исходная система уравнений с малым параметром имеет вид:

$$\frac{\partial \omega^\varepsilon}{\partial t} + \text{rot}(\text{rot} \psi^\varepsilon \times \omega^\varepsilon) = \mu \cdot \Delta \omega^\varepsilon - \text{rot} f; \quad (8)$$

$$\varepsilon \frac{\partial \psi^\varepsilon}{\partial t} = \Delta \psi^\varepsilon + \omega;$$

с начально-краевыми условиями:

$$\begin{aligned} \omega^\varepsilon|_{t=0} &= \omega_0(x), \quad \psi^\varepsilon|_{t=0} = \psi_0(x); \\ \psi_2^\varepsilon|_{x_1=0} &= \psi_3^\varepsilon|_{x_1=0} = 0, \quad \frac{\partial \psi_1^\varepsilon}{\partial x_1}|_{x_1=0} = 0, \quad \omega_1^\varepsilon|_{x_1=0} = 0; \\ \left( \frac{\partial \psi_2^\varepsilon}{\partial x_1} - \frac{\partial \psi_1^\varepsilon}{\partial x_2} \right)|_{x_1=0} &= 0; \\ \left( \frac{\partial \psi_3^\varepsilon}{\partial x_1} - \frac{\partial \psi_1^\varepsilon}{\partial x_3} \right)|_{x_1=0} &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Определение обобщенного решения задач (8), (9) дается аналогично [2].

**Теорема 1.**

$$\psi_0(x) \in W_2^2(\Omega),$$

$$\omega_0(x) \in W_2^1(\Omega),$$

$$S \in C^2.$$

Тогда существует хотя бы одно обобщенное решение задачи (8)–(9) и для него имеет место оценки:

$$\varepsilon \|\psi^\varepsilon\|_{L_1(0,T;L_2(\Omega))} + \|\Delta \psi^\varepsilon\|_{L_1(0,T;L_2(\Omega))} + \|\omega^\varepsilon\|_{L_1(0,T;L_2(\Omega))} \leq C < \infty.$$

с движущимися крышками // Механика жидкости и газа. – 1998. – № 3. – С. 41–49.

2. Антонцев С.Н., Кажихов А.В., Монахов В.Н. Краевые задачи механики неоднородных жидкостей. – Новосибирск: Наука, 1983. – 318 с.

3. Калтаев А., Смагулов Ш.С., Шлембаев К.Т. К теории численного решения пространственных задач течения вязкой жидкости в переменных «функция тока – вихрь скоростей» в односвязной области // Труды международной конференции «Современные проблемы механики». – Алматы, 2001. – С. 77–82.

«Фундаментальные исследования»,  
Доминиканская республика, 13-22 апреля 2013 г.

Медицинские науки

**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
МИОКАРДА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ  
ОСТРОМ ДЕСТРУКТИВНОМ ПАНКРЕАТИТЕ**

Андреева С.Д.

ФГБОУ ВПО «Вятская государственная  
сельскохозяйственная академия», Киров,  
e-mail: a\_s\_d\_16@bk.ru

Воспалительный процесс при панкреатите не ограничивается тканью железы, а носит системный характер с вовлечением в патологический процесс других жизненно важных органов (легкие, сердце, почки, печень). Во внутренних органах крыс при экспериментальном остром деструктивном панкреатите (ЭОДП) наблюдаются нарастающие процессы воспаления, альтерации и расстройства микроциркуляции.

**Цель исследования** – изучить морфологические изменения миокарда крыс при ЭОДП на 40 беспородных белых крысах обоего пола массой 180–220 г. Криовоздействие на селезеночный сегмент поджелудочной железы осуществлялось хлорэтилом в течение 1 минуты с последующим исследованием аутопатов внутренних органов (сердце, поджелудочная железа) через 1 час и на 1–3–7–14-е сутки после операции с помощью световой микроскопии и окраской гистологических препаратов гематоксилином и эозином и по Ван-Гизону. При микроскопическом исследовании поджелудочной

железы было установлено, что в ней развивался деструктивный панкреатит с образованием фокусов некроза и демаркационного воспаления. Через 1 час ЭОДП в миокарде отмечались участки пересокращений кардиомиоцитов и выраженного интерстициального отека. Через 24 часа после операции в миокарде отмечено полнокровие сосудов микроциркуляторного русла с единичными диапедезными кровоизлияниями. На 3 сутки дистрофические изменения в органах увеличились, уровень расстройств микроциркуляции усилился. К 7-м суткам эксперимента в миокарде преобладали очаговая буряя атрофия кардиомиоцитов и незначительный отек стромы. На 14-е сутки ЭОДП наблюдалось полнокровие сосудов и очаговые кровоизлияния между волокнами кардиомиоцитов. Структурные изменения в миокарде (повреждение кардиомиоцитов в виде их пересокращений и значительным отеком интерстициальной ткани) могут быть связаны с циркуляцией медиаторов воспаления, а также действием на миокард специфического фактора депрессии миокарда, вырабатываемого поджелудочной железой при различных стрессовых состояниях. Таким образом, причиной структурных повреждений миокарда при остром деструктивном панкреатите является воспалительная реакция системного характера, ведущая в итоге к развитию множественной полиорганной дисфункции.

Технические науки

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ ГРАНИЦ ЗЕРЕН  
СТАЛИ, ОСЛАБЛЕННЫХ ФОСФОРОМ  
И ОСТАТОЧНЫМИ НАПРЯЖЕНИЯМИ**

Волоконский М.В., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет,  
Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru

Снижение прочности границ зерен может быть вызвано с одной стороны, за счет повышения концентрации вредных примесей (фосфора, серы и др.), образующих сегрегации на границах зерен, с другой за счет остаточных внутренних микронапряжений, которые преимущественно локализованы в местах выхода кристаллов мартенсита на границы исходных аустенитных зерен [1].

Целью работы является оценка прочности границ зерен закаленной стали, ослабленных сегрегациями примеси фосфора и остаточными внутренними напряжениями.

Использовали сталь 18X2H4BA с добавлением различных количеств примеси фосфора. С целью вскрытия границ зерен использовали испытания на замедленное разрушение, при котором зарождение и развитие трещины происходит на границе зерен.

По методике [2], с помощью расчета методом конечных элементов, экспериментально определенные значения номинальных напряжений пересчитывали в значения локальных напряжений в зоне зарождения трещины. Устанавливали пороговые локальные напряжения, которые характеризуют прочность границ зерен в зависимости от содержания фосфора и уровня остаточных внутренних микронапряжений.

Таким образом, разработанный метод разделения вкладов примеси фосфора и остаточных микронапряжений в снижение прочности границ зерен закаленной стали, может быть использован в качестве основы методики про-

гнозирования пороговых нагрузок для высокопрочных стальных деталей, склонных к замедленному разрушению.

**Список литературы**

1. Саррак В.И., Филиппов Г.А. Хрупкость мартенсита // *МиТОМ*. – 1978. – № 4. – С. 21–26.
2. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // *Деформация и разрушение материалов*. – 2007. – № 3. – С. 37–42.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СВЯЗИ ХЛАДНОЛОМКОСТИ СТАЛИ СО СТРУКТУРНЫМИ И ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

Сибилёв А.В., Мишин В.М.

*Северо-Кавказский федеральный университет, Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru*

Влияние структуры, в частности размера зерна на температуру хладноломкости стальных образцов заключается в проявлении смещения температуры хладноломкости в область повышенных температур. Полагали, что с помощью критерия локального разрушения представляется возможным установить основные закономерности влияния размера зерна на температуру хладноломкости сплавов на основе железа [1].

**Целью** работы являлась разработка физико-механической модели связи температуры хладноломкости с характеристиками текучести, прочности, геометрическими характеристиками образца или детали и способом нагружения.

По методике [2] на стали 10кп было установлено, что зависимость температуры хладноломкости стальных образцов с надрезом от размера зерна, перенапряжения и предела текучести (определенного при заданной скорости нагружения) может быть выражена в виде:

$$T_{кр} = \left[ \frac{1}{T_0} + \frac{1}{\beta} \left( \ln \frac{A - K \cdot d^{-\frac{1}{2}}}{Q_{OT} \cdot \sigma_T(T_0, \dot{\epsilon})} \right)^{\frac{1}{n}} \right]^{-1},$$

где  $T_0 = 293$  К;  $\beta, n, A, K$  – справочные коэффициенты,  $Q_{OT}$  – перенапряжение общей текучести образца или детали заданной геометрии  $\sigma_T(T_0, \dot{\epsilon})$  предел текучести, определенный при 293 К и скорости нагружения  $\dot{\epsilon}$ .

Таким образом, разработана модель связи температуры хладноломкости стали с характеристиками прочности, пластичности, размера зерна и внешними условиями нагружения – геометрией образца и концентратора напряжений, способа и условий нагружения (скорости и температуры).

**Список литературы**

1. Мишин В.М., Сибилев А.Н. Критерий хладноломкости стальных деталей. // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2011. – № 11. – С. 102–104.
2. Мишин В.М., Кислюк И.В., Саррак В.И. Анализ влияния легирования на порог хладноломкости железа в рамках схемы Иоффе-Орвана // *Физика металлов и металловедение*. – 1991. – № 7. – С. 188–192.

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

Журнал публикует обзорные и теоретические статьи, материалы международных научных конференций (тезисы докладов) 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 формата А4 (1 страница – 2000 знаков, шрифт 12 Times New Roman, интервал – 1,5, поля: слева, справа, верх, низ – 2 см), 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 пт.*

*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 по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru) необходимо предоставить публикуемые материалы, сопроводительное письмо и копию платежного документа. Оригиналы запрашиваются редакцией при необходимости.

14. 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 615.035.4

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРИОДА ТИТРАЦИИ ДОЗЫ ВАРФАРИНА У ПАЦИЕНТОВ С ФИБРИЛЛЯЦИЕЙ ПРЕДСЕРДИЙ. ВЗАИМОСВЯЗЬ С КЛИНИЧЕСКИМИ ФАКТОРАМИ

<sup>1</sup>Шварц Ю.Г., <sup>1</sup>Артанова Е.Л., <sup>1</sup>Салеева Е.В., <sup>1</sup>Соколов И.М.

<sup>1</sup>ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздравсоцразвития России», Саратов, Россия (410012, Саратов, ГСП ул. Большая Казачья, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

Проведен анализ взаимосвязи особенностей индивидуального подбора терапевтической дозы варфарина и клинических характеристик у больных фибрилляцией предсердий. Учитывались следующие характеристики периода подбора дозы: окончательная терапевтическая доза варфарина в мг, длительность подбора дозы в днях и максимальное значение международного нормализованного отношения (МНО), зарегистрированная в процессе титрования. При назначении варфарина больным с фибрилляцией предсердий его терапевтическая доза, длительность ее подбора и колебания при этом МНО, зависят от следующих клинических факторов – инсульта в анамнезе, наличие ожирения, поражения щитовидной железы, курения, и сопутствующей терапии, в частности, применение амиодарона. Однако у пациентов с сочетанием ишемической болезни сердца и фибрилляции предсердий не установлено существенной зависимости особенностей подбора дозы варфарина от таких характеристик, как пол, возраст, количество сопутствующих заболеваний, наличие желчнокаменной болезни, сахарного диабета II типа, продолжительность аритмии, стойкости фибрилляции предсердий, функционального класса сердечной недостаточности и наличия стенокардии напряжения. По данным непараметрического корреляционного анализа изучаемые нами характеристики периода подбора терапевтической дозы варфарина не были значимо связаны между собой.

Ключевые слова: варфарин, фибрилляция предсердий, международное нормализованное отношение (МНО)

### CHARACTERISTICS OF THE PERIOD DOSE TITRATION WARFARIN IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION. RELATIONSHIP WITH CLINICAL FACTORS

<sup>1</sup>Shvarts Y.G., <sup>1</sup>Artanova E.L., <sup>1</sup>Saleeva E.V., <sup>1</sup>Sokolov I.M.

<sup>1</sup>Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, Russia (410012, Saratov, street B.Kazachya, 112), e-mail: kateha007@bk.ru

We have done the analysis of the relationship characteristics of the individual selection of therapeutic doses of warfarin and clinical characteristics in patients with atrial fibrillation. Following characteristics of the period of selection of a dose were considered: a definitive therapeutic dose of warfarin in mg, duration of selection of a dose in days and the maximum value of the international normalized relation (INR), registered in the course of titration. Therapeutic dose of warfarin, duration of its selection and fluctuations in thus INR depend on the following clinical factors – a history of stroke, obesity, thyroid lesions, smoking, and concomitant therapy, specifically, the use of amiodarone, in cases of appointment of warfarin in patients with atrial fibrillation. However at patients with combination Ischemic heart trouble and atrial fibrillation it is not established essential dependence of features of selection of a dose of warfarin from such characteristics, as a sex, age, quantity of accompanying diseases, presence of cholelithic illness, a diabetes of II type, duration of an arrhythmia, firmness of fibrillation of auricles, a functional class of warm insufficiency and presence of a stenocardia of pressure. According to the nonparametric correlation analysis characteristics of the period of selection of a therapeutic dose of warfarin haven't been significantly connected among themselves.

Keywords: warfarin, atrial fibrillation, an international normalized ratio (INR)

#### Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) – наиболее встречаемый вид аритмии в практике врача [7]. Инвалидизация и смертность больных с ФП остается высокой, особенно от ишемического инсульта и системные эмболии [4]...

Список литературы

1....

---

**Список литературы**

---

Единый формат оформления пристатейных библиографических ссылок в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 2008 «Библиографическая ссылка»

(Примеры оформления ссылок и пристатейных 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.

Марьянских 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).

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).

### **КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

Краткие сообщения представляются объемом не более 1 стр. машинописного текста без иллюстраций. Электронный вариант краткого сообщения может быть направлен по электронной почте [edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru).

### **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 5837035110 КПП 583701001 ООО «Издательство «Академия Естествознания»	Сч. №	40702810822000010498
	БИК	
<b>Банк получателя</b> АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва	Сч. №	30101810500000000976

Назначение платежа: Издательские услуги. Без НДС. ФИО.

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

☎ (499)-7041341, (8452)-477677,

(8452)-534116

Факс (8452)-477677

✉ [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru);

[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)

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

<http://www.congressinform.ru>

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

№ п/п	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. Николаямская, 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.

## УВАЖАЕМЫЕ АВТОРЫ!

ДЛЯ ВАШЕГО УДОБСТВА ПРЕДЛАГАЕМ РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ  
ПОДПИСКИ НА ЖУРНАЛ «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

### Стоимость подписки

На 1 месяц (2012 г.)	На 6 месяцев (2012 г.)	На 12 месяцев (2012 г.)
720 руб. (один номер)	4320 руб. (шесть номеров)	8640 руб. (двенадцать номеров)

Заполните приведенную ниже форму и оплатите в любом отделении сбербанка.

✂

<b>Извещение</b>	<i>Форма № ПД-4</i>		
	<b>СБЕРБАНК РОССИИ</b> <b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b>		
	<small>(наименование получателя платежа)</small>		
	ИНН 5837035110	40702810822000010498	
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>	
	<b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва</b>		
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>		
	БИК 044525976	30101810500000000976	
	КПП 583701001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>	
	<b>Кассир</b>	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____			
<b>Подписка на журнал « _____ »</b>			
<small>(наименование платежа)</small>			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201_г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
<b>Подпись плательщика</b> _____			
<b>Квитанция</b>		<i>Форма № ПД-4</i>	
		<b>СБЕРБАНК РОССИИ</b> <b>ООО «Издательство «Академия Естествознания»</b>	
	<small>(наименование получателя платежа)</small>		
	ИНН 5837035110	40702810822000010498	
	<small>(ИНН получателя платежа)</small>	<small>(номер счёта получателя платежа)</small>	
	<b>АКБ «АБСОЛЮТ БАНК» (ЗАО) г. Москва</b>		
	<small>(наименование банка получателя платежа)</small>		
	БИК 044525976	30101810500000000976	
	КПП 583701001	<small>(№ кор./сч. банка получателя платежа)</small>	
	<b>Кассир</b>	Ф.И.О. плательщика _____	
Адрес плательщика _____			
<b>Подписка на журнал « _____ »</b>			
<small>(наименование платежа)</small>			
Сумма платежа _____ руб. _____ коп.		Сумма оплаты за услуги _____ руб. _____ коп.	
Итого _____ руб. _____ коп.		«_____» _____ 201_г.	
С условиями приёма указанной в платёжном документе суммы, в т.ч. суммой взимаемой платы за услуги банка, ознакомлен и согласен			
<b>Подпись плательщика</b> _____			

✂

Копию документа об оплате вместе с подписной карточкой необходимо выслать по факсу 845-2-47-76-77 или **E-mail: stukova@rae.ru**

**Подписная карточка**

Ф.И.О. ПОЛУЧАТЕЛЯ (ПОЛНОСТЬЮ)	
АДРЕС ДЛЯ ВЫСЫЛКИ ЗАКАЗНОЙ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ (ИНДЕКС ОБЯЗАТЕЛЬНО)	
НАЗВАНИЕ ЖУРНАЛА (укажите номер и год)	
Телефон (указать код города)	
E-mail, ФАКС	

**ЗАКАЗ ЖУРНАЛА «СОВРЕМЕННЫЕ НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

Для приобретения журнала необходимо:

1. Оплатить заказ.
2. Заполнить форму заказа журнала.
3. Выслать форму заказа журнала и сканкопию платежного документа в редакцию журнала по **E-mail: stukova@rae.ru**.

**Стоимость одного экземпляра журнала (с учетом почтовых расходов):**

Для физических лиц – 615 рублей

Для юридических лиц – 1350 рублей

Для иностранных ученых – 1000 рублей

**ФОРМА ЗАКАЗА ЖУРНАЛА**

<b>Информация об оплате</b> способ оплаты, номер платежного документа, дата оплаты, сумма	
<b>Сканкопия</b> платежного документа об оплате	
<b>ФИО получателя</b> полностью	
<b>Адрес для высылки заказной корреспонденции</b> индекс обязательно	
<b>ФИО полностью первого автора</b> запрашиваемой работы	
<b>Название публикации</b>	
<b>Название журнала, номер и год</b>	
<b>Место работы</b>	
<b>Должность</b>	
<b>Ученая степень, звание</b>	
<b>Телефон</b> (указать код города)	
<b>E-mail</b>	

Особое внимание обратите на точность почтового адреса с индексом, по которому вы хотите получать издания. На все вопросы, связанные с подпиской, Вам ответят по телефону: 845-2-47-76-77.

По запросу (факс 845-2-47-76-77, E-mail: stukova@rae.ru) высылается счет для оплаты подписки и счет-фактура.

## РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (РАЕ)

РАЕ зарегистрирована 27 июля 1995 г.

в Главном Управлении Министерства Юстиции РФ в г. Москва

Академия Естествознания рассматривает науку как национальное достояние, определяющее будущее нашей страны и считает поддержку науки приоритетной задачей. Важнейшими принципами научной политики Академии являются:

- опора на отечественный потенциал в развитии российского общества;
- свобода научного творчества, последовательная демократизация научной сферы, обеспечение открытости и гласности при формировании и реализации научной политики;
- стимулирование развития фундаментальных научных исследований;
- сохранение и развитие ведущих отечественных научных школ;
- создание условий для здоровой конкуренции и предпринимательства в сфере науки и техники, стимулирование и поддержка инновационной деятельности;
- интеграция науки и образования, развитие целостной системы подготовки квалифицированных научных кадров всех уровней;

– защита прав интеллектуальной собственности исследователей на результаты научной деятельности;

– обеспечение беспрепятственного доступа к открытой информации и прав свободного обмена ею;

– развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций различных форм собственности, поддержка малого инновационного предпринимательства;

– формирование экономических условий для широкого использования достижений науки, содействие распространению ключевых для российского технологического уклада научно-технических нововведений;

– повышение престижности научного труда, создание достойных условий жизни ученых и специалистов;

– пропаганда современных достижений науки, ее значимости для будущего России;

– защита прав и интересов российских ученых.

### ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ АКАДЕМИИ

1. Содействие развитию отечественной науки, образования и культуры, как важнейших условий экономического и духовного возрождения России.

2. Содействие фундаментальным и прикладным научным исследованиям.

3. Содействие сотрудничеству в области науки, образования и культуры.

### СТРУКТУРА АКАДЕМИИ

Региональные отделения функционируют в 61 субъекте Российской Федерации. В составе РАЕ 24 секции: физико-математические науки, химические науки, биологические науки, геолого-минералогические науки, технические науки, сельскохозяйственные науки, географические науки, педагогические науки, медицинские науки, фармацевтические науки, ветеринарные науки, экономические науки, философские науки, проблемы развития ноосферы, экология животных, исторические науки, регионоведение, психологические науки, экология и здоровье населения, юридические науки, культурология и искусствоведение, экологические технологии, филологические науки.

Членами Академии являются более 5000 человек. В их числе 265 действитель-

ных членов академии, более 1000 членов-корреспондентов, 630 профессоров РАЕ, 9 советников. Почетными академиками РАЕ являются ряд выдающихся деятелей науки, культуры, известных политических деятелей, организаторов производства.

В Академии представлены ученые России, Украины, Белоруссии, Узбекистана, Туркменистана, Германии, Австрии, Югославии, Израиля, США.

В состав Академии Естествознания входят (в качестве коллективных членов, юридически самостоятельных подразделений, дочерних организаций, ассоциированных членов и др.) общественные, производственные и коммерческие организации. В Академии представлено около 350 вузов, НИИ и других научных учреждений и организаций России.

### ЧЛЕНСТВО В АКАДЕМИИ

Уставом Академии установлены следующие формы членства в академии.

1) профессор Академии

2) коллективный член Академии

3) советник Академии

4) член-корреспондент Академии

5) действительный член Академии (академик)

6) почетный член Академии (почетный академик)

Ученое звание профессора РАЕ присваивается преподавателям высших и средних учебных заведений, лицеев, гимназий, колледжей, высококвалифицированным специалистам (в том числе и не имеющим ученой степени) с целью признания их достижений в профессиональной, научно-педагогической деятельности и стимулирования развития инновационных процессов.

Коллективным членом может быть региональное отделение (межрайонное объединение), включающее не менее 5 человек и выбирающее руководителя объединения. Региональные отделения могут быть как юридическими, так и не юридическими лицами.

Членом-корреспондентом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, внесшие значительный вклад в развитие отечественной науки.

Действительным членом Академии могут быть ученые, имеющие степень доктора наук, ученое звание профессора и ранее избранные членами-корреспондентами РАЕ, внесшие выдающийся вклад в развитие отечественной науки.

Почетными членами Академии могут быть отечественные и зарубежные специалисты, имеющие значительные заслуги в развитии науки, а также особые заслуги перед Академией. Права почетных членов Академии устанавливаются Президиумом Академии.

С подробным перечнем документов можно ознакомиться на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

### ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Региональными отделениями под эгидой Академии издаются: монографии, материалы конференций, труды учреждений (более 100 наименований в год).

Издательство Академии Естествознания выпускает шесть общероссийских журналов:

1. «Успехи современного естествознания»
2. «Современные наукоемкие технологии»
3. «Фундаментальные исследования»

4. «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований»

5. «Международный журнал экспериментального образования»

6. «Современные проблемы науки и образования»

Издательский Дом «Академия Естествознания» принимает к публикации монографии, учебники, материалы трудов учреждений и конференций.

### ПРОВЕДЕНИЕ НАУЧНЫХ ФОРУМОВ

Ежегодно Академией проводится в России (Москва, Кисловодск, Сочи) и за рубежом (Италия, Франция, Турция, Египет, Та-

иланд, Греция, Хорватия) научные форумы (конгрессы, конференции, симпозиумы). План конференций – на сайте [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

### ПРИСУЖДЕНИЕ НАЦИОНАЛЬНОГО

#### СЕРТИФИКАТА КАЧЕСТВА РАЕ

Сертификат присуждается по следующим номинациям:

- Лучшее производство – производители продукции и услуг, добившиеся лучших успехов на рынке России;
- Лучшее научное достижение – коллективы, отдельные ученые, авторы приоритетных научно-исследовательских, научно-технических работ;

• Лучший новый продукт – новый вид продукции, признанный на российском рынке;

• Лучшая новая технология – разработка и внедрение в производство нового технологического решения;

• Лучший информационный продукт – издания, справочная литература, информационные издания, монографии, учебники.

Условия конкурса на присуждение «Национального сертификата качества» на сайте РАЕ [www.rae.ru](http://www.rae.ru).

С подробной информацией о деятельности РАЕ (в том числе с полными текстами общероссийских изданий РАЕ) можно ознакомиться на сайте РАЕ – [www.rae.ru](http://www.rae.ru)

105037, г. Москва, а/я 47,  
Российская Академия Естествознания.  
E-mail: [stukova@rae.ru](mailto:stukova@rae.ru)  
[edition@rae.ru](mailto:edition@rae.ru)