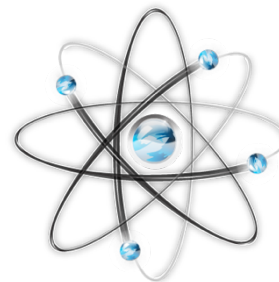


**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ  
ISSN 2303-9868**



**Meždunarodnyj  
naučno-issledovatel'skij  
žurnal**

**№2 (33) 2015  
Часть 1**

Периодический теоретический и научно-практический журнал.  
Выходит 12 раз в год.  
Учредитель журнала: ИП Соколова М.В.  
Главный редактор: Миллер А.В.  
Адрес редакции: 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская,  
д. 4, корп. А, оф. 17  
Электронная почта: [editors@research-journal.org](mailto:editors@research-journal.org)  
Сайт: [www.research-journal.org](http://www.research-journal.org)

Подписано в печать 12.03.2015.  
Тираж 900 экз.  
Заказ 25012  
Отпечатано с готового оригинал-макета.  
Отпечатано в типографии ООО "Компания ПОЛИГРАФИСТ"  
623701, г. Березовский, ул. Театральная, дом № 1, оф. 88.

Сборник по результатам XXXVI заочной научной конференции Research Journal of International Studies.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Полное или частичное воспроизведение или размножение, каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения авторов.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ПИ № ФС 77 – 51217.**

**Члены редколлегии:**

- Филологические науки:** Растягаев А.В. д-р филол. наук, Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Штрекер Н.Ю. к.филол.н., Вербицкая О.М. к.филол.н.
- Технические науки:** Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Герасимова Л.Г., д-р техн. наук, Курасов В.С., д-р техн. наук, проф., Оськин С.В., д-р техн. наук, проф.
- Педагогические науки:** Лежнева Н.В. д-р пед. наук, Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Лукьянова М.И. д-р пед. наук.
- Психологические науки:** Мазилев В.А. д-р психол. наук, Розенова М.И., д-р психол. наук, проф., Ивков Н.Н. д-р психол. наук.
- Физико-математические науки:** Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Свищунов Ю.А., д-р физ.-мат. наук, проф.
- Географические науки:** Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к.техн.н. проф., Брылев В.А. д-р геогр. наук, проф., Огуреева Г.Н., д-р геогр. наук, проф.
- Биологические науки:** Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Еськов Е.К., д-р биол. наук, проф., Шеуджен А.Х., д-р биол. наук, проф.
- Архитектура:** Янковская Ю.С., д-р архитектуры, проф.
- Ветеринарные науки:** Алиев А.С., д-р ветеринар. наук, проф., Татарникова Н.А., д-р ветеринар. наук, проф.
- Медицинские науки:** Медведев И.Н., д-р мед. наук, д.биол.н., проф., Никольский В.И., д-р мед. наук, проф.
- Исторические науки:** Меерович М.Г. д-р ист. наук, к.архитектуры, проф., Бакулин В.И., д-р ист. наук, проф., Бердинских В.А., д-р ист. наук, Лёвочкина Н.А., к.иси.наук, к.экон.н.
- Культурология:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
- Искусствоведение:** Куценков П.А., д-р культурологии, к.искусствоведения.
- Философские науки:** Петров М.А., д-р филос. наук, Бессонов А.В., д-р филос. наук, проф.
- Юридические науки:** Грудцына Л.Ю., д-р юрид. наук, проф., Костенко Р.В., д-р юрид. наук, проф., Камышанский В.П., д-р юрид. наук, проф., Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Ергашев Е.Р., д-р юрид. наук, проф.
- Сельскохозяйственные науки:** Важов В.М., д-р с.-х. наук, проф., Раков А.Ю., д-р с.-х. наук, Комлацкий В.И., д-р с.-х. наук, проф., Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Наумкин В.П., д-р с.-х. наук, проф.
- Социологические науки:** Замараева З.П., д-р социол. наук, проф., Солодова Г.С., д-р социол. наук, проф., Кораблева Г.Б., д-р социол. наук.
- Химические науки:** Абдиев К.Ж., д-р хим. наук, проф., Мельдешов А. д-р хим. наук.
- Науки о Земле:** Горяинов П.М., д-р геол.-минерал. наук, проф.
- Экономические науки:** Бурда А.Г., д-р экон. нау, проф., Лёвочкина Н.А., д-р экон. наук, к.ист.н., Ламоттке М.Н., к.экон.н.
- Политические науки:** Завершинский К.Ф., д-р полит. наук, проф.
- Фармацевтические науки:** Тринеева О.В. к.фарм.н., Кайшева Н.Ш., д-р фарм. наук, Ерофеева Л.Н., д-р фарм. наук, проф.

**Екатеринбург - 2015**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ / PHYSICS AND MATHEMATICS</b>	<b>4</b>
О ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ШУМА НА СЦЕНАРИЙ РЮЭЛЯ-ТАКЕНСА-НЬЮХАУЗА В БАЛКАХ ТИМОШЕНКО	4
FOX-7: ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	5
HERMOREMA- MAGNETIZATION OF THE THROTTLE IN WEAK MAGNETIC FIELDS	7
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ / CHEMISTRY</b>	<b>9</b>
ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ СТЕКЛА МОЛИБДЕНОВОЙ ГРУППЫ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ НЕФТЕСОСОРБЕНТОВ И НОВЫХ ПУТЕЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ	9
СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В СУСПЕНЗИИ ГЛИНЫ С ДОБАВКАМИ	10
FINDING THE CONDITIONS OF HYDROCARBONS SAFE STORING AND TRANSPORTATION IN TANKS OF DIFFERENT SHAPES	12
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY</b>	<b>17</b>
МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ ПОЙМЫ РЕКИ ДЕРКУЛ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)	17
СОЗДАНИЕ ENV ПСЕВДОВИРУСОВ НА ОСНОВЕ ШТАММОВ ВИЧ-1, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	19
CHEMICAL MUTAGENESIS – AN EFFECTIVE METHOD OF CREATION HIGH POTENTIAL INITIAL MATERIAL OF COTTON PLANT	21
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД БАШКИРАМИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА	23
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING</b>	<b>24</b>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПЕРИОДЧИНОСТИ РЕМОНТА	24
МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА В ЦЕХАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	26
ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	27
ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ НАГРУЗОК НА УЛИЧНО-ДОРОЖНУЮ СЕТЬ КРУПНЫХ ГОРОДОВ	29
ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ В ГОРОДАХ МИЛЛИОННИКАХ: БУДУЩЕЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ	30
РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМОБЕТОНОВ КОРУНДОВОГО СОСТАВА	31
INCREASE OF ACCURACY OF POSITIONING OF MOBILE STATIONS IN CELLULAR SYSTEMS BASED ON WAVE EQUATIONS	34
О БЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МЯСОПРОДУКТОВ	35
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ВЫБОР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА ЕЁ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ	36
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ФИБР	39
МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОЙ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	44
НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО СТЕКЛА	45
МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ИХ ДЕЙСТВИЙ	47
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЕ С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ	48
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА НА ТОЧНОСТЬ СФЕРЫ ТОРЦА РОЛИКОВ	50
ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И МЕТОДЫ ЕЕ УВЕЛИЧЕНИЯ	52
К СЕМИДЕСЯТИЛЕТИЮ УСИЛЕНИЯ ШИННЫХ РЕЗИН ПЕЧНЫМ ТЕХУГЛЕРОДОМ	54
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЧАСТКОВ ПЕРВОГО ПОДЪЕМА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С НАКАПЛИВАЮЩИМ РЕЗЕРВУАРОМ	59

ВЫБОР АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ Т.СААТИ	60
THE CAPABILITIES SYSTEMS OPERATIONAL ANALYSIS OF DATA FOR INTENSIFICATION THE PROCESS OF COMMERCIALIZATION INNOVATION	63
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНО-ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БЕРЕЗЫ	64
АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ	66
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»	69
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ НЕФТИ В МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ	73
STUDYING ABSORPTION CONDITION METHYLDIETHANOLAMINE TO PROCESS PURIFICATION NATURAL GAS	78
DEVELOPMENT OF THE ALGORITM TO IDENTIFY SPACE AND TEMPORAL CHANGES IN CELLULAR OPERATOR NETWORKS	81
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА СКЛАДАХ	82
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	83
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ	85
THE APPLICATION OF FUZZY CLUSTERING METHOD FOR EFFICIENT MANEGEMENT OF CELLULAR RESOURCES.	86
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ НА ШЛАМОТВАЛАХ ТЭЦ КАК МЕРА МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА	87
ОСНОВНЫЕ РИСКИ ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ И ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ	88
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ	91
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И МОНТАЖА СТАЛЬНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ	95
РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ	99
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРШИН ЗЕРЕН ПРИ ШЛИФОВАНИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗНАШИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ	101
ТРАНСМИССИЯ ДЛЯ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ	106
ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОВ В ЗОНЕ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	108

**Крылова Е.Ю.<sup>1</sup>, Душаканова Н.<sup>2</sup>, Папкина И.В.<sup>3</sup> (науч.рук.), Бабенкова Т.В.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат физико-математических наук, Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,  
<sup>2</sup>Студент, <sup>3,4</sup>Кандидат физико-математических наук, доцент Саратовский государственный технический университет им.  
 Гагарина Ю.А.

**О ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ШУМА НА СЦЕНАРИЙ РЮЭЛЯ-ТАКЕНСА-НЬЮХАУЗА В БАЛКАХ ТИМОШЕНКО**

*Аннотация*

*Работа посвящена анализу влияния внешнего шума на параметрические колебания динамических систем. Показано, что с помощью внешнего воздействия можно управлять характером их колебаний.*

**Ключевые слова:** нелинейная динамика, индуцированные шумом переходы, параметрические колебания.

**Krylova E.Y.<sup>1</sup>, Dyshakanova N.<sup>2</sup>, Papkova I.V.<sup>3</sup>, Babenkova T.V.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>PhD in Physics and mathematics, Saratov State University, <sup>2</sup>Student, <sup>3,4</sup>PhD in Physics and mathematics, associate professor, Saratov State Technical University

**ABOUT INFLUENCE OF EXTERNAL NOISE ON THE SCENARIO RUELLE-TAKENS-NEWHOUSE IN TIMOSHENKO BEAM**

*Abstract*

*The purpose of work is analysis of external noise influences on the parametric oscillations of dynamical systems.*

**Keywords:** nonlinear dynamics, noise-induced transitions, parametric oscillations.

В работе рассматривается влияние аддитивного внешнего шума на характер параметрических колебаний гибкой упругой балки модели Тимошенко. В таких областях как физика, химия, биология, уже показано, что случайные воздействия играют весьма существенную роль в поведении динамических систем [1]. Внешние шумы способны приводить не только к флуктуациям в характеристиках динамических систем, но и вызывать качественную перестройку их режимов.

Рассматривается однослойная, упругая, изотропная балка, как область пространства  $R^2$  в декартовой системе координат XOZ (ось OX направлена слева направо вдоль срединной линии балки, ось OZ – вниз, перпендикулярно оси OX). Под срединной линией балки понимается фиксированная линия приведения  $z = 0$ . В указанной системе координат область, занимаемая балкой определяется в виде:  $\Omega = \{x \in [0, a]; -h \leq z \leq h\}$ ,  $2h$  – высота,  $a$  – длина балки. Балка находится под действием поперечной

знакопеременной нагрузки  $q = q_0(x) \sin(\omega_p t)$ , приложенной к некоторой области балки, где  $q_0$  и  $\omega_p$  амплитуда и частота нагрузки соответственно.

Математическая модель нелинейных диссипативных колебаний балки строится на основе гипотезы Тимошенко [2], с учетом нелинейной зависимости между деформациями и перемещениями в форме Кармана [3]. К уравнениям движения элемента балки присоединяются граничные условия шарнирного опирания и нулевые начальные условия. Дифференциальная задача приводится к системе обыкновенных дифференциальных уравнений по пространственной координате методом конечных разностей (МКР) с

погрешностью  $O(h^2)$ , которая по времени решается методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности. Применение МКР позволяет рассматривать балку, как механическую систему с потенциально бесконечным числом степеней свободы. Аддитивный шум добавлен в систему в форме случайного слагаемого с постоянной интенсивностью

$p_n = p_{n0} (2.0 * \text{rand}() / (\text{RAND\_MAX} + 1.0) - 1.0)$ , где  $p_{n0}$  – интенсивность шума. При исследовании колебаний результаты, полученные для центральной точки срединной линии балки, обобщаются на всю балку. При получении численных результатов использовались следующие параметры:  $\lambda = a / (2h) = 50$  – отношение линейных размеров балки,  $\varepsilon = 1$  –

коэффициент диссипации среды;  $n = 40$  – число разбиений отрезка  $x \in [0; 1]$  в МКР;  $\Delta t = 39,0625 \cdot 10^{-4}$  – шаг по времени в методе Рунге-Кутты,  $t \in [0; 2348]$ .

При частоте нормальной нагрузки  $\omega_p = 5.3$  был получен сценарий Рюэля-Такенса-Ньюхауса. Далее проводился анализ влияния интенсивности аддитивного шума на характер колебаний балки.

Разрушения сценария Рюэля-Такенса-Ньюхауса обнаружено не было.

В численных экспериментах с интенсивностью аддитивного шума менее 1000 ( $p_{n0} < 1000$ ) отмечалось, что при отношении амплитуды нормальной нагрузки к интенсивности шума более чем в 2 раз ( $q_0 / p_{n0} \geq 2$ ) происходит снижение реакции системы на шум. В случае  $p_{n0} = 10$ , при превышении амплитудой внешней нагрузки значение 50 спектр мощности

Фурье стал очищаться в области частот больших  $\omega_p / 2$ . При  $q_0 = 500$  шумовая составляющая на спектре осталась только в области низких частот. При  $q_0 = 1500$  спектр с учетом внешних флуктуаций и спектр без учета шумовой составляющей

идентичны. В случае интенсивности шума  $p_{n0} = 100$  хаотическая реакция системы на внешний шум стала сокращаться при  $q_0 > 700$ , при  $q_0 > 5000$  шумовых составляющих в спектре Фурье почти не осталось.

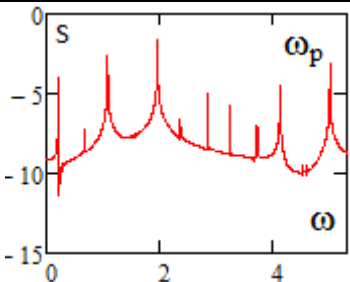
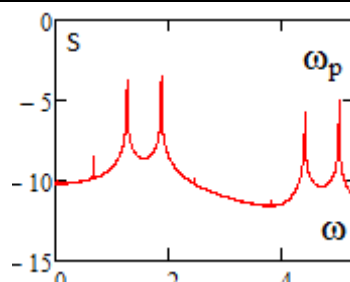
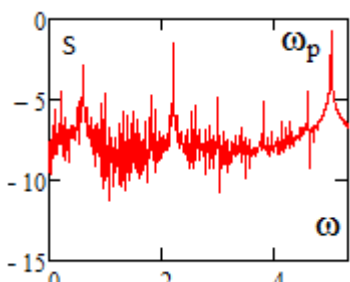
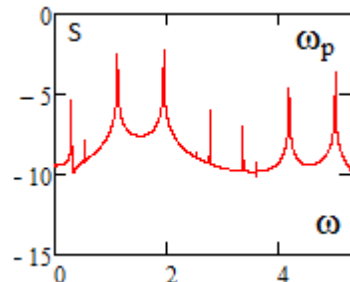
В численных экспериментах с  $p_{n0} > 1000$ . Спектры мощность Фурье были серьезно зашумлены по всему рассматриваемому интервалу амплитуд внешней нагрузки ( $q_0 \in [10, 15000]$ ). Наблюдалось незначительное снижение реакции на аддитивный внешний шум.

В численном эксперименте с интенсивностью внешнего шума  $p_{n0} = 5000$  были обнаружены области, где система не только не проявляла хаотических реакций на внешнее шумовое воздействие, но и под влиянием шумовой составляющей происходило

уменьшение количества частот в спектре Фурье. Так, при  $q_0 = 15000$  хаотические колебания под действием внешнего шума перешли в квазипериодические (Таблица 1).

Полученные в результате численных экспериментов результаты позволяют сделать вывод о том, что с помощью внешнего воздействия можно управлять характером колебаний рассматриваемых распределенных механических систем.

Таблица 1

Амплитуда нормальной нагрузки, $q_0$	Интенсивность шума $p_{n0} = 0$	Интенсивность шума $p_{n0} = 5000$
$q_0 = 5000$		
$q_0 = 15000$		

#### Литература

1. Хорстхемке В. Индуцированные шумом переходы: Теория и применение в физике, химии и биологии/ В. Хорстхемке, Р. Лефевр: Пер. с англ.-М.:Мир,1987.-400с.
2. Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек / А.С. Вольмир.- М.: Наука, 1972.- 492 с.
3. Karman, Th. Festigkeitsprobleme in Maschinenbau/ Th. Karman // Encyklo. D. Math. Wiss. 1910. Vol. 4, №4, P. 311 – 385.

#### References

1. Horsthemke V. Inducirovannye shumom perehody: Teorija i primenenie v fizike, himii i biologii/ V. Horsthemke, R. Lefevr: Per. s angl.-M.:Mir,1987.-400s.
2. Vol'mir A.S. Nelinejnaja dinamika plastinok i oboloček / A.S. Vol'mir.- M.: Nauka, 1972.- 492 s.
3. Karman, Th. Festigkeitsprobleme in Maschinenbau/ Th. Karman // Encyklo. D. Math. Wiss. 1910. Vol. 4, №4, P. 311 – 385.

**Празян Т. Л.**

Магистрант, физический факультет, ФГБОУ ВПО КемГУ, Россия, г. Кемерово

*Prazyan.tigran@yandex.ru*

#### FOX-7: ПЕРВОПРИНЦИПНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

*Аннотация*

Целью настоящей работы является представление данных о структурном и электронном строении FOX-7 в газовой фазе, полученные различными *ab initio* методами.

**Ключевые слова:** высокоэнергетические материалы, FOX-7, первопринципные методы.

**Prazyan T. L.**

Undergraduate student, Department of General Physics, Kemerovo State University, Russian Federation, Kemerovo

#### FOX-7: AB INITIO STUDY OF THE HIGH ENERGY MATERIALS

*Abstract*

The aim of this work is to obtain data on the structural and electronic structure of FOX-7 in the gas phase obtained by different *ab initio* methods.

**Keywords:** high energy materials, FOX-7, *ab initio* methods.

Расчеты по оптимизации геометрии, расчету и анализу электронных свойств  $C_2N_4O_4H_4$  (далее FOX-7) [1] проводились с использованием программного пакета CRYSTAL09 [2], основанный на методе линейной комбинации атомных орбиталей (ЛКАО). Базисные наборы [3], использовавшиеся при расчетах: C\_6-21G\*, H\_3-1p1G, N\_6-31d1G, O\_6-31d1. В настоящей работе результаты приведены для FOX-7 в газовой фазе. Как было выяснено ранее, данная модель удовлетворительно описывает свойства изучаемых материалов и дает достаточно точные результаты в сравнении с экспериментальными данными.

На рис.1 (слева) показано молекулярное строение FOX-7. Как можно заметить, рассматриваемая молекула имеет две нитрогруппы и две аминогруппы, атомы кислорода и водорода которых отклонены от основной плоскости молекулы. Справа рис.1 представлена карта распределения электростатического потенциала для молекулы FOX-7. Видно, с аминогрупп вытекает заряд, на это указывают сплошные линии, а не нитрогруппы – натекает. Области отрицательного потенциала обозначены пунктирными линиями, положительного потенциала – сплошными линиями, поверхности нулевого потенциала – штрих-пунктирными линиями.

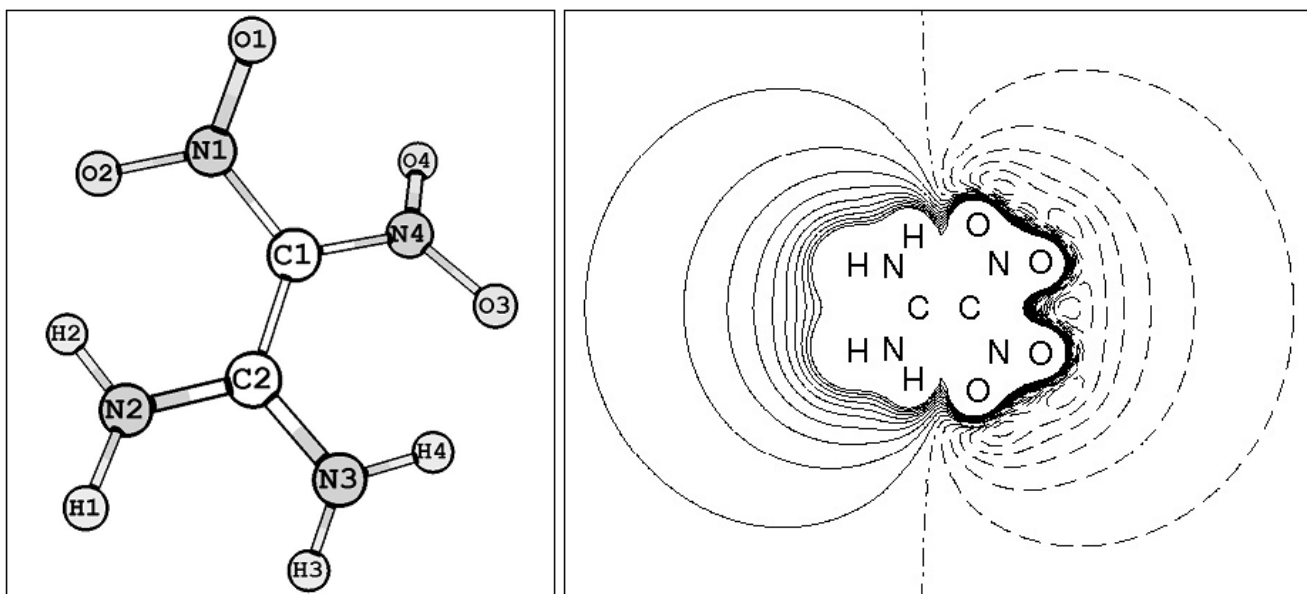


Рис. 1 – Структура молекулы FOX-7 (слева), распределение электростатического потенциала (справа)

Результаты, полученные из первопринципных расчетов в данной работе, представлены в сравнении с экспериментальными данными [4] (таб. 1). Анализируя полученные значения длин связей (в Å), а также сравнив между собой минимумы энергий  $E_{tot}$  (в эВ), можно сделать вывод о том, что метод расчета B3LYP, выбранный ранее для изучения высокоэнергетических материалов, таких как PETN, TATB [5] и др., является наиболее приемлемым для описания как структурных и электронных свойств, так и физико-химических [6,7].

Таблица 1 – Минимум энергии и длины связей в молекуле FOX-7

	EXP [4]	B3LYP	HF	LDA	PBE	PWGGA
$E_{tot}$		-16273.16	-16192.13	-16096.68	-16265.05	-16277.35
C <sub>1</sub> – C <sub>1</sub>	1.46	1.43	1.41	1.44	1.44	1.43
C–NO <sub>2</sub>	1.40	1.43	1.42	1.40	1.44	1.44
C–NH <sub>2</sub>	1.33	1.34	1.33	1.32	1.35	1.35
N <sub>1</sub> – O <sub>1</sub>	1.24	1.22	1.18	1.21	1.23	1.23
N <sub>1</sub> – O <sub>2</sub>	1.25	1.25	1.21	1.26	1.27	1.27
N <sub>2</sub> – H <sub>1</sub>	1.01	1.01	0.99	1.02	1.01	1.01
N <sub>2</sub> – H <sub>2</sub>	1.01	1.01	0.99	1.08	1.04	1.03

Также из первых принципов получен частотный спектр (рис. 2). При частоте  $1296\text{ см}^{-1}$  и интенсивностью  $556\text{ км/моль}$  колеблются атомы азота N<sub>1</sub> и N<sub>4</sub>, а также атомы водорода H<sub>1</sub> и H<sub>3</sub>. При частоте  $1638\text{ см}^{-1}$  и интенсивностью  $1028\text{ км/моль}$  – атомы углерода C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>, атомы водорода H<sub>1</sub> – H<sub>4</sub>. При частотах  $3436$ ,  $3459$  и  $3705\text{ см}^{-1}$  и интенсивностями  $210$ ,  $104$  и  $131\text{ км/моль}$ , соответственно, колеблются атомы водорода H<sub>1</sub> – H<sub>4</sub>.

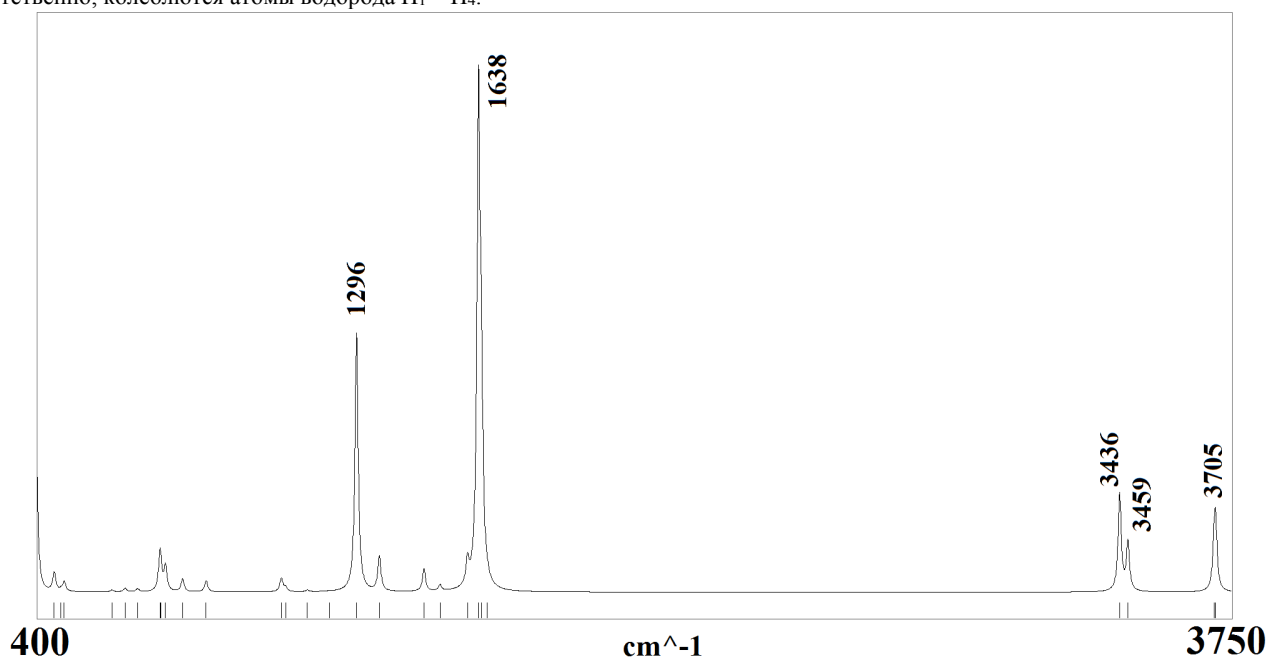


Рис. 2 – Частотный спектр молекулы FOX-7

#### Литература

- Appalakondaiah S. Structural, vibrational, and quasiparticle band structure of 1, 1 -diamino-2, 2 - dinitroethelene from ab-initio calculations / S. Appalakondaiah, G. Vaiheeswaran // The J. Of Chem. Physics. – 2014. - № 140 (1). – P. 1-16.
- Dovesi R. CRYSTAL09 User's Manual / R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti [et al.]. - Torino: University of Torino, 2010.

3. CRYSTAL Basis Sets Library [Электронный ресурс] URL: [http://www.crystal.unito.it/Basis\\_Sets/Ptable.html](http://www.crystal.unito.it/Basis_Sets/Ptable.html) (дата обращения 24.02.2015).
4. Bemm U., Östmark H. Acta Crystallogr., 1998. P. 1997.
5. Valenzano L. Accurate prediction of second-order elastic constants from first principles: PETN and TATB / L.Valenzano, W. J. Slough, W. F. Perger // AIP Conf. Proc. -2012. - № 1426. – P. 1191-1194.
6. Празян Т. Л. Исследование физико-химических свойств ряда взрывчатых веществ методами компьютерного моделирования / Т. Л. Празян, Ю. Н. Журавлев // Вестник КемГУ. – 2014. – № 4 (60). – Т. 2. – С. 137-144.

#### References

1. Appalakondaiah S. Structural, vibrational, and quasiparticle band structure of 1, 1 -diamino-2, 2 - dinitroethelene from ab-initio calculations / S. Appalakondaiah, G. Vaiheeswaran // The J. Of Chem. Phisics. – 2014. - № 140 (1). – P. 1-16.
2. Dovesi R. CRYSTAL09 User's Manual / R. Dovesi, V.R. Saunders, C. Roetti [et al.]. - Torino: University of Torino, 2010.
3. CRYSTAL Basis Sets Library [Elektronnyj resurs] URL: [http://www.crystal.unito.it/Basis\\_Sets/Ptable.html](http://www.crystal.unito.it/Basis_Sets/Ptable.html) (data obrashhenija 24.02.2015).
4. Bemm U., Östmark H. Acta Crystallogr., 1998. P. 1997.
5. Valenzano L. Accurate prediction of second-order elastic constants from first principles: PETN and TATB / L.Valenzano, W. J. Slough, W. F. Perger // AIP Conf. Proc. -2012. - № 1426. – P. 1191-1194.
6. Prazyan T. L. Issledovanie fiziko-himicheskikh svojstv rjada vzryvchatyh veshhestv metodami komp'yuternogo modelirovanija / T. L. Prazyan, Ju. N. Zhuravlev // Vestnik KemGU. – 2014. – № 4 (60). – Т. 2. – S. 137-144.

Урусова Б.И.<sup>1</sup>, Джатдоева С.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Доктор физико – математических наук, <sup>2</sup>Аспирант, Карачаево – Черкесский Государственный университет имени У.Д. Алиева  
**ТЕРМОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ ГОРНЫХ РУД В СЛАБЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ**

*Аннотация*

*В работе экспериментально исследовано влияние слабых магнитных полей на термоостаточную намагниченность горных руд.*

**Ключевые слова:** магнитное поле, горная руда, габбро, намагниченность насыщения, термоостаточная намагниченность.

Urusova B.I.<sup>1</sup>, Dzhatdоеva S. U.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doktor Physics - Mathematical Sciences, <sup>2</sup>Aspirant, Karachay - Circassian State University named U.D. Aliyev  
**HERMOREMA- MAGNETIZATION OF THE THROTTLE IN WEAK MAGNETIC FIELDS**

*Abstract*

*The paper used experimentally investigated the influence of the effect of weak magnetic fields on thermorema- magnetization of ores.*

**Keywords:** magnetic field, mining ore, gabbro, saturation magnetization, thermoremanent magnetization.

We have previously [1] investigated the influence of strong magnetic fields on thermorema- magnetization of ores.

It was of interest to investigate the influence of weak magnetic fields on thermorema- magnetization of ores.

The aim of this work is to experimentally investigate the effect of weak magnetic fields on thermorema- magnetization of ores (gabbro).

Samples of ore mining (gabbro) were taken from the left bank of the river. Maruja, Zelenchuksky District, Karachay - Cherkess Republic, № 7/1022 borehole and age vPR-PZ<sub>1</sub>.

Thermoremanent magnetization measurement was performed by the method of [2] in weak magnetic fields up to H = 1E.

Figure 1 shows the dependence of the intensity of thermoremanent magnetization  $-I_{T_c}^{T_0}, H(T)$  mining ores (gabbro) from the external magnetic field H = 1E.

Fig. 1 shows that the intensity of thermoremanent magnetization of ores (gabbro) slightly increased. Evidently, weak field to form a more effective thermoremanent magnetization.

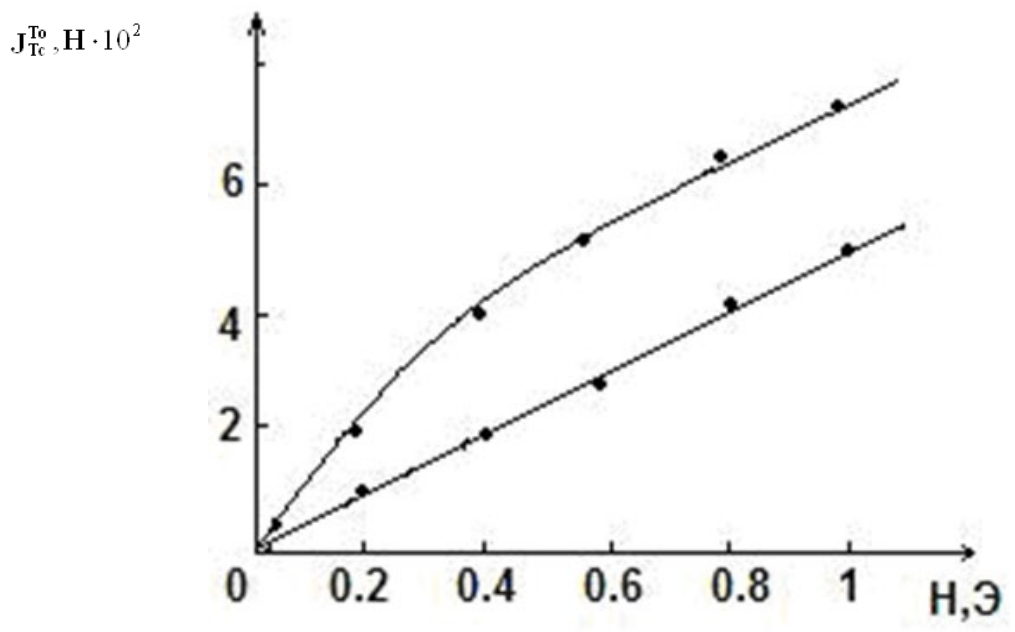


Fig. 1 - Intensity thermoremanent magnetization of ores (gabbro) in weak fields.

Thermoremanent magnetization dependence of weak magnetic fields can be expressed by the equation:

$$I_{T_c}^{T_0}, H(T) \propto \tanh(a, H), \quad (1)$$

where  $T_0$ - initial temperature;  $T_c$ -critical temperature;  $a$  –const

Graphically, the expression (1) is shown in figure 2.



$$J_{Rc}^{T_0}, H \cdot 10^2$$

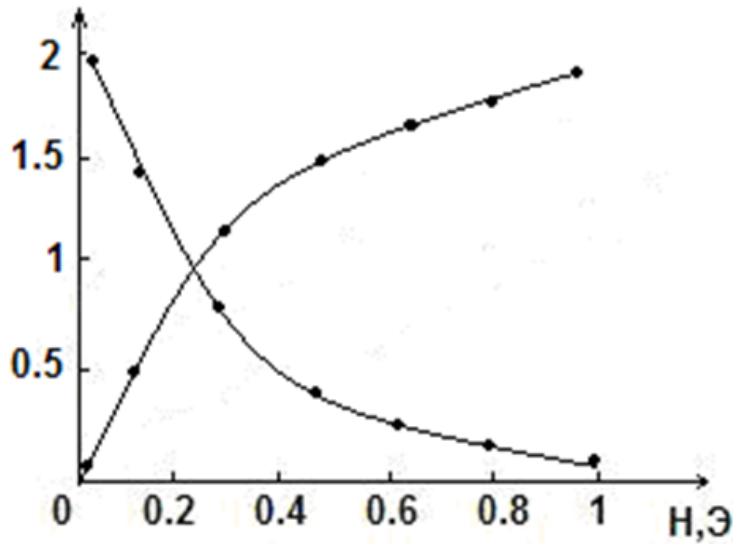


Fig. 2 - Dependence thermoremanent magnetization of the magnetic field - N.

Mining ore (gabbro) during cooling in the earth's magnetic field becomes more stable and thermorema- magnetization. Upon further cooling intensity of magnetization termooostatochnoy  $J_{Tc}^{T_0}, H(T)$  passes through the blocking temperature -  $T_b$  (see figure 3).

A quantitative comparison of the experimentally obtained curves (sm.ris.1-3) leads to the fact that thermoremanent magnetization in weak magnetic fields obeys the additive, that is.

$$\frac{\Delta J}{H} \cdot 10^2$$

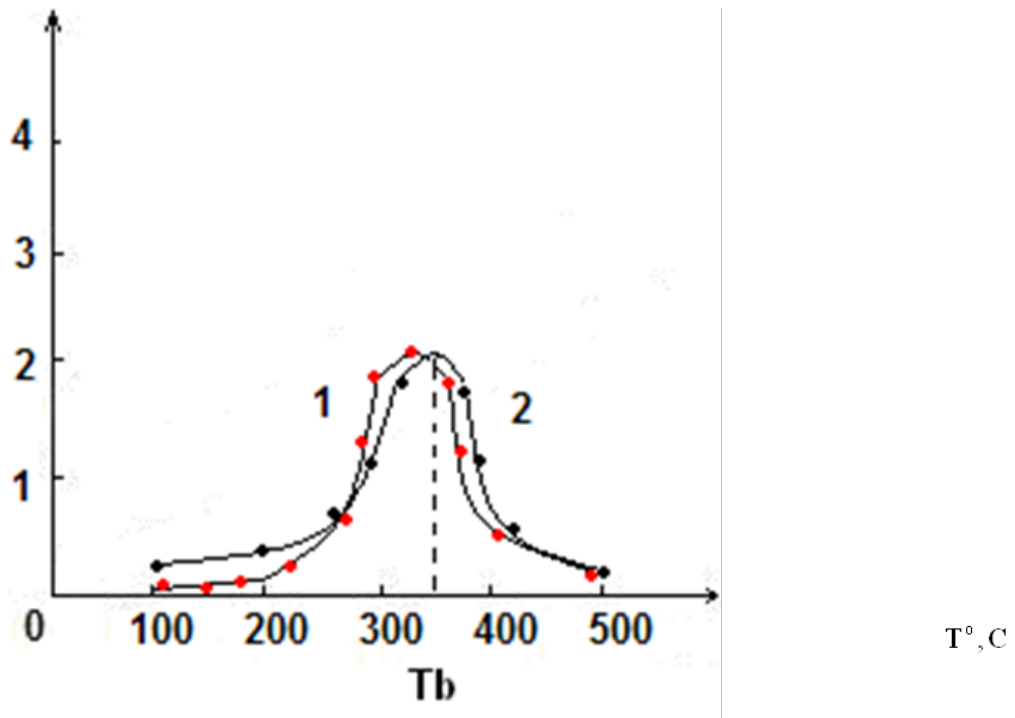


Fig.3 - The spectrum of thermoremanent magnetization mining ore (gabbro): 1-curve derived theoretically; 2- experimentally.

There is a partial thermomagnetization mining ores (gabbro).

Thus, experimental studies termostatochnoy magnetization of ores (gabbro) in weak magnetic fields up to  $H = 1E$  showed:

- thermoremanent magnetization intensity increases slightly;
- maximum thermoremanent magnetization lies in the region of the blocking temperature -  $T_b$ ;
- thermoremanent magnetization obeys the additive.

#### References

1. B.I. Urusova, A. S. Chausheva, FA Uzdenova, U.M.Laypanov "Thermorema- magnetization of rocks." Bulletin Iz GTU. Izhevsk. №2 (42) 2009.P119-122.
2. O.S. Galkina, B.I. Urusova, V.F.Shalashov "Magnetic properties of alloys Ho-Pr», FMM, №56, v.2,1983.P.-398-401.



**Гафиуллина А.А.<sup>1</sup>, Коган В.Е.<sup>2</sup>, Згонник П.В.<sup>3</sup>, Шахпаронова Т.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Студентка, <sup>2</sup>доктор химических наук, профессор, <sup>3</sup>кандидат химических наук, доцент, <sup>4</sup>кандидат химических наук, доцент,  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

**ЭЛЕКТРОВАКУУМНЫЕ СТЕКЛА МОЛИБДЕНОВОЙ ГРУППЫ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКАЯ ОСНОВА СОЗДАНИЯ НЕФТЕСОРБЕНТОВ И НОВЫХ ПУТЕЙ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ**

*Аннотация*

*В статье рассмотрены результаты исследований возможности получения пеностекла из стекла C52-1. Практическая непотопляемость и результаты исследования кинетики поглощения полученным пеностеклом нефти и нефтепродуктов говорят о перспективности его использования в качестве сорбента. Установленное в работе наличие ликвации в стекле C52-1 и отсутствие избыточного углерода на поверхности полученного пеностекла открывают возможности его наноструктурирования путем применения технологии получения пористых стекол.*

**Ключевые слова:** нефтесорбенты, пеностекло, метастабильная ликвация, пористое стекло.

**Gafullina A.A.<sup>1</sup>, Kogan V.E.<sup>2</sup>, Zgonnik P.V.<sup>3</sup>, Shakhparonova T.S.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>Doctor of Chemical Sciences, professor, <sup>3</sup>PhD in Chemistry, associate professor, <sup>4</sup>PhD in Chemistry, associate professor,  
National Mineral Resources University (University of Mines)

**ELECTROVACUUM GLASSES OF THE MOLYBDENIC GROUP – PERSPECTIVE MATERIALS RESEARCH BASIS OF CREATION OF OIL SORBENTS AND NEW WAYS OF THEIR RECEIVING**

*Abstract*

*In the paper results of researches of possibility of receiving a foam glass from C52-1 glass are considered. Practical floodability and results of research of kinetics of absorption by the received foam glass of oil and oil products speak about prospects of its use in quality of a sorbent. The existence of a liquation in C52-1 glass established in work and lack of excess carbon on a surface of the received foam glass open possibilities of its nanostructuring by application of technology of receiving porous glasses.*

**Keywords:** oil sorbents, foam glass, metastable liquation, porous glass.

Уже более двух столетий ведется активная добыча все большего и большего количества нефти. Следствием этого является увеличение объемов загрязнения в штатных ситуациях и, что самое опасное, учащаются случаи аварий при транспортировке нефти, среди которых наиболее тяжелыми по масштабам и последствиям являются аварии при водной транспортировке.

Как отмечается в работе [1], нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно дает не постоянную, а «залповую» нагрузку на среду, вызывая ее быструю ответную реакцию. При оценке последствий такого загрязнения не всегда можно однозначно судить о возможности возврата экосистемы к ее устойчивому состоянию.

Освоение природных ресурсов и преобразование природных систем не сопровождается деградацией окружающей среды – вот та глобальная задача, которая стоит в настоящее время перед обществом. В случае нерационального использования сама среда не в состоянии справиться с загрязнениями и требуется проведение активной очистки.

Несмотря на принимаемые меры борьбы с загрязнением окружающей среды, количество техногенных катастроф при транспортировке нефти в России практически не снижается. При аварийных разливах нефти происходит быстрое и устойчивое загрязнение больших площадей грунта и акваторий, в том числе и придонной зоны, а также грунтовых вод и водосточных пластов.

Во всех мероприятиях, связанных с ликвидацией загрязнения, с восстановлением экосистемы, необходимо исходить из главного принципа: не нанести экосистеме больший вред, чем тот, который уже нанесен при загрязнении [2].

Методы ликвидации загрязнений нефтью и нефтепродуктами водной поверхности можно разделить на четыре основные группы [1; 3]: механические, осуществляемые с помощью всевозможных конструкций и устройств для сбора нефти; физико-химические, основанные на использовании физико-химических явлений; биологические, реализуемые с помощью микробиологических культур, и фотохимические, происходящие под действием солнечного света и катализаторов.

К преимуществам сорбционного метода можно отнести возможность удаления загрязнений чрезвычайно широкой природы практически до любой остаточной концентрации независимо от их химической устойчивости, отсутствие вторичных загрязнений и управляемость процессом.

Тенденция развития технологической сорбционной очистки воды определяется переходом от активированных углей к все возрастающему ассортименту и количеству естественных минеральных и органических веществ, к созданию новых синтетических сорбентов и, особенно, сорбентов с иммобилизованными углеводородокисляющими микроорганизмами – биосорбентов, использование которых по методу ликвидации загрязнений с водной поверхности относится к биологическим методам [4].

Весьма подробный анализ сорбционных материалов для очистки сточных и природных вод от нефтепродуктов приведен в работе [5], в которой, в частности, отмечается работа [6], авторы которой предложили новый тип биосорбента, представляющий собой ассоциации штаммов – деструкторов углеводов, иммобилизованных на пористом сорбенте, представляющем собой пеностекло, полученное из пылевидной фракции стеклообразного фосфорного удобрения AVA, включающего калий, магний, кальций, бор, кремний и микроэлементы и создающего оптимальные условия для питания и жизнедеятельности клеток микроорганизмов.

Говоря о биосорбенте, рассмотренном в работе [6], следует отметить его основные недостатки, к которым следует отнести недостаточно высокую плавучесть, а также тот факт, что ассоциации штаммов – деструкторов углеводов – могут работать лишь при температурах более 8 °С, а срок их хранения не превышает двух лет. При этом следует учитывать и то, что биосорбенты не могут обеспечить необходимой оперативности при ликвидации аварийных разливов нефти.

Все сказанное выше говорит о том, что пеностекла, первоначально предполагавшиеся для использования в качестве плавающего материала, в качестве нефтесорбентов до наших работ [3, 7, 8] в качестве нефтесорбентов никем не исследовались.

В настоящей работе, как и в работах [3, 7, 8], в качестве объекта исследования использовано промышленное стекло – стекло молибденовой группы C52-1 по ОСТ 11ПО.735.002-73 (гранулят производства ООО «Светлана. Маловишерский стекольный завод»), состав которого относится к стеклам системы  $(Na,K)_2O - Al_2O_3 - B_2O_3 - SiO_2$ .

Проведенная в первом приближении (замена  $Na_2O$  на  $Me_2O = Na_2O + K_2O$ , а  $B_2O_3$  на  $R_2O_3 = B_2O_3 + Al_2O_3$ ) оценка на основании изотерм метастабильной ликвации в системе  $Na_2O - B_2O_3 - SiO_2$ , приводящихся в работе [9], показала, что состав стекла C52-1 будет находиться на изотерме при температуре 750 °С. Таким образом, исследуемое нами стекло C52-1, в отличие от однофазных стекол, изучавшихся в работах [3, 7, 8], является ликвирующим, а проведение политермической обработки по режиму, тождественному режиму вспенивания, способствует завершению процесса фазового разделения с образованием химически нестойкой щелочнообратной фазы, что подтверждают электронно-микроскопические исследования. Данный факт говорит в пользу того, что достижение позитивного результата по вспениванию стекла C52-1 открывает возможности дальнейшей модификации пористой структуры сорбентов (ее наноструктурирования) по методике получения пористых стекол.

Исходя из сказанного, при отработке рецептурно-технологических параметров получения пеностекла в качестве функции отклика помимо практической непотопляемости было выбрано отсутствие на поверхности стекла локализованного остаточного

углерода, наличие которого практически исключало бы возможность дальнейших исследований по выщелачиванию щелочнооборотных фрагментов структуры.

Позитивные результаты были получены при дополнительном использовании, помимо основного вспенивателя (мела и диатомита), разработанных нами рецептур на основе органических веществ растительного происхождения в специально подобранном растворителе, в которых суммарное содержание углерода не менее 1 моль на 100 г стекла. Ряд полученных результатов патентноспособен, что вынуждает нас не останавливаться детально на рассмотрении конкретных составов, способов и режимов получения нефтесорбентов. Отметим лишь, что нами получено десятикратное увеличение объема при вспенивании стекла, о чем говорит соответствующее понижение плотности.

Характер кинетических кривых поглощения коррелирует с таковым для сорбентов со стеклообразной поверхностью [3; 7; 8] (имеется максимум при нахождении сорбента в нефти 7,5 мин и в дизельном топливе – 5 мин). Высота максимума и абсолютные значения поглощения меньше в случае дизельного топлива, что обусловлено его более низкими плотностью и кинематической вязкостью (837,8 кг/м<sup>3</sup> и 4,1 сСт), чем у нефти (863,3 кг/м<sup>3</sup> и 25,0 сСт) при 20 °С.

Полученные сорбенты характеризуются закрытоячеистой структурой, и процесс поглощения ими обусловлен наличием открытых пор на поверхности образцов, на что указывает электронно-микроскопическое исследование, и капиллярными силами, действующими, в частности, в пространстве порозности между образцами сорбента.

Результаты получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по проекту № 4.982.2014/К «Развитие термодинамической и кинетической теории межфазного ионного обмена применительно к природным и промышленным объектам» от 11.07.2014.

#### Литература

1. Каменщиков Ф.А. Нефтяные сорбенты / Ф.А. Каменщиков, Е.И. Богомольный. – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 278 с.
2. Исмаилов Н.М. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем / Н.М. Исмаилов, Ю.И. Пиковский. – М.: Наука, 1988. – С. 222 – 230.
3. Коган В.Е. Использование пеностекла и полимерных материалов в качестве эффективных нефтесорбентов / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина, В.А. Черняев // Стекло и керамика. – 2013. – № 12. – С. 3 – 7 (Kogan V.E. Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – 2014. – V. 70, N 11 – 12. – P. 425 – 428).
4. Аренс В.Ж. Нефтяные загрязнения: как решить проблему / В.Ж. Аренс, О.М. Гридин, А.Л. Яншин // Экология и промышленность России. – 1999. – № 9. – С. 33 – 36.
5. Собгайда Н.А. Сорбционные материалы для очистки сточных и природных вод от нефтепродуктов // Вестник ХНАДУ. – 2011. – Вып. 52. – С. 120 – 124.
6. Карапетян Г.О. Экологически безопасное стеклообразное удобрение «Агровитаква-AVA», восстанавливающее природные ресурсы / Г.О. Карапетян, К.Г. Карапетян, В.Е. Коган // Тр. юбилейной научно-техн. конф. АИН РФ. – СПб.: СПбГТУ, 2001. – С. 15 – 18.
7. Коган В.Е. Нефтесорбенты из пеностекла и кинетика нефтепоглощения / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Д.О. Ковина // Теория и практика современной науки. Т. II / Науч.-инф. издат. центр: «Институт стратегических исследований». – М.: Изд-во Спецкнига, 2013. – С. 36 – 41.
8. Коган В.Е. Физико-химические аспекты получения нефтесорбентов из фосфатных пеностекел и кинетика нефтепоглощения / В.Е. Коган, П.В. Згонник, Т.С. Шапаронова, Д.О.Ковина // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2014. – № 04 (63). Ч. I. – С. 33 – 36.
9. Явления ликвации в стеклах / Под ред. М.М. Шульца. – Л.: Наука, 1974. – 219 с.

#### References

1. Kamenshnikov F.A. Neftjanye sorbenty / F.A. Kamenshnikov, E.I. Bogomol'nyj. – М. – Izhevsk: NIC "Reguljarnaja i haoticheskaja dinamika", 2005. – 278 s.
2. Ismailov N.M. Vosstanovlenie neftezagrjzennnyh pochvennyh jekosistem / N.M. Ismailov, Ju.I. Pikovskij. – М.: Nauka, 1988. – S. 222 – 230.
3. Kogan V.E. Ispol'zovanie penostekla i polimernyh materialov v kachestve jeffektivnyh neftesorbentov / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernjaev // Steklo i keramika. – 2013. – № 12j. – S. 3 – 7 (Kogan V.E. Foam glass and polymer materials: effective oil sorbents / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina, V.A. Chernyaev // Glass and Ceram. – 2014. – V. 70, N 11 – 12. – P. 425 – 428).
4. Arens V.Zh. Neftjanye zagrjznenija: kak reshit' problemu / V.Zh. Arens, O.M. Gridin, A.L. Janshin // Jekologija i promyshlennost' Rossii. – 1999. – № 9. – S. 33 – 36.
5. Sobgajda N.A. Sorbcionnye materialy dlja ochistki stochnyh i prirodnyh vod ot nefteproduktov // Vestnik HNADU. – 2011. – Vyp. 52. – S. 120 – 124.
6. Karapetjan G.O. Jekologicheski bezopasnoe stekloobraznoe udobrenie "Agrovitakva – AVA", vosstanavlivajushhee prirodnye resursy / G.O. Karapetjan, K.G. Karapetjan, V.E. Kogan // Tr. jubilejnoj nauchno-tehn. konf. AIN RF. – SPb.: SPbGTU, 2001. – S. 15 – 18.
7. Kogan V.E. Neftesorbenty iz penostekla i kinetika neftepegloshhenija / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, D.O. Kovina // Teorija i praktika sovremennoj nauki. T. II / Nauch.-inf. izdat. centr: "Institut strategicheskikh issledovanij". – М.: Izd-vo Speckniga, 2013. – S. 36 – 41.
8. Kogan V.E. Fiziko-himicheskie aspekty poluchenija neftesorbentov iz fosfatnyh penostekel i kinetika neftepegloshhenija / V.E. Kogan, P.V. Zgonnik, T.S. Shahparonova, D.O. Kovina // Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2014. – № 04 (63). Ch. I. – S. 33 – 36.
9. Javlenija likvacii v steklah / Pod red. M.M. Shul'ca. – L.: Nauka, 1974. – 219 s.

#### Здоренко Н.М.

Кандидат технических наук, Белгородский инновационно-технологический центр «ТРАНСФЕР»  
**СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В СУСПЕНЗИИ ГЛИНЫ С ДОБАВКАМИ**

#### Аннотация

*Приведены результаты исследований влияния комплексных добавок на структурообразование глинистых суспензий. Представлены графики зависимости критической концентрации структурообразования суспензий от концентрации добавок. Выявлено, что наиболее эффективными при малых концентрациях являются комплексы, содержащие оксифенолфурфурольные олигомеры. Показана возможность применения добавок для повышения подвижности глинистой суспензии.*

**Ключевые слова:** суспензии, комплексная добавка, структурообразование, подвижность.

Results of researches of influence of complex additives on structurization of clay suspensions are given. Schedules of dependence of critical concentration of structurization of suspensions on concentration of additives are submitted. It is revealed that the most effective at small concentration are complexes, the containing oksifenolfurfuroolny oligomer. Possibility of application of additives for increase of mobility of clay suspension is shown.

**Keywords:** suspensions, complex additive, structurization, mobility.

Огнеупорные глины – основное сырье для производства огнеупорных изделий. Применяют такие изделия для футеровки печей различного назначения, емкостей для транспортировки жидкого металла и т.д. Одним из способов изготовления огнеупоров является способ шликерного литья, для которого готовится достаточно подвижная сырьевая смесь. От качества приготовления данной смеси и от количества содержащейся в ней влаги зависят свойства готовых изделий. Получение шликера с минимальной влажностью и достаточной подвижностью достигается путем введения разжижающих добавок. Как показывают исследования [1-6], наиболее эффективным является применение комплексных добавок, содержащих традиционные электролиты, такие как триполифосфат натрия (ТПФН), суперпластификатор С-3, а также оксифенолфурфурольные олигомеры.

Анализ литературных источников [7,8] показал, что при определенном соотношении в суспензиях дисперсной фазы и дисперсионной среды наблюдается резкое изменение физико-химических параметров системы, характеризующее переход системы от свобододисперсной к структурированной. Графики зависимости физико-химических параметров системы от содержания дисперсной фазы (или дисперсионной среды) в суспензиях глин имеют излом в точке, соответствующей началу структурообразования. Концентрацию дисперсной фазы, при которой наблюдается такой переход, называют критической концентрацией структурообразования (ККС).

Нами было исследовано влияние комплексных добавок на ККС суспензии огнеупорной глины Часов-Ярского месторождения (Донецкая обл., Украина). Данную глину применяют при производстве огнеупоров для разнообразных отраслей народного хозяйства, в металлургической, керамической, цементной отрасли и т.д. Использовали следующие комплексы: ТПФН+С-3, ТПФН+СБ-5 (продукт конденсации кубовых остатков производства резорцина с фурфуролом), ТПФН+СБ-ФФ (продукт конденсации флороглюцина с фурфуролом). Соотношение компонентов в комплексных добавках составляло 4:1 соответственно. В качестве параметра, характеризующего начало структурообразования, использовали предельное динамическое напряжение сдвига  $\tau_0$ . Готовили суспензии с различным содержанием твердой фазы, определяли  $\tau_0$  и по точке излома на кривой зависимости  $\tau_0$  от концентрации твердой фазы определяли начало структурообразования.

Влияние содержания комплексных добавок на критическую концентрацию структурообразования представлено на рис. 1.

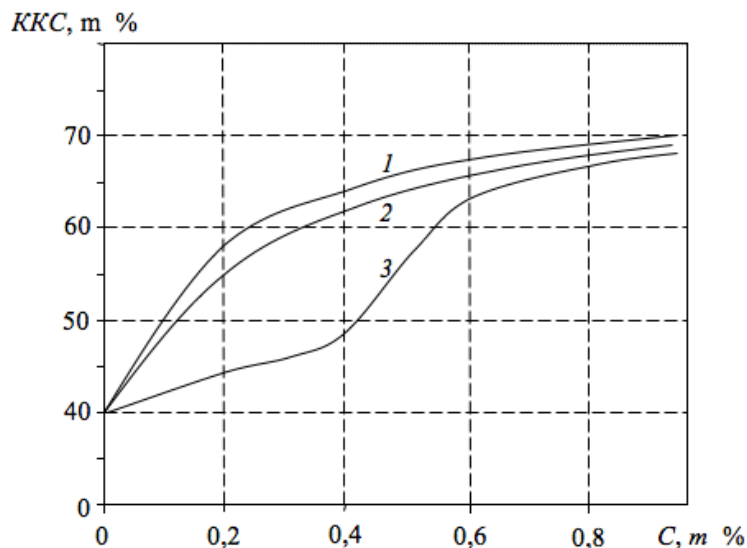


Рис.1 - Зависимость критической концентрации структурообразования глинистой суспензии ККС от содержания комплексной добавки С: 1 – ТПФН + СБ-ФФ; 2 – ТПФН + СБ-5; 3 – ТПФН + С-3.

Как видно из рисунка, глинистая суспензия без добавок имеет значение ККС, близкое к 40%. При введении предлагаемых комплексов происходит значительное повышение значения ККС. Так, введение 0,8% комплекса СБ-ФФ + ТПФН повышает значение ККС с 40 до 67%, комплекса с СБ-5 – до 66%, комплекса, содержащего С-3 – до 64%.

Следует отметить, что при содержании добавок от 0,2 до 0,6%, предлагаемые добавки на основе оксифенолфурфурольных олигомеров более эффективны, что с экономической точки зрения более выгодно, так как эффект может быть получен при небольших расходах добавок.

Повышение значения ККС при введении в суспензию добавок объясняется тем, что на поверхности частиц образуется развитый адсорбционный слой из молекул добавок и молекул воды, что обеспечивает агрегативную устойчивость системы при значительно более высокой концентрации дисперсной фазы.

Таким образом, введение рассматриваемых комплексных добавок в глинистые суспензии повышает значение ККС. При этом добавки на основе оксифенолфурфурольных олигомеров более эффективны, чем комплекс на основе С-3, особенно в области малой концентрации добавок. Следовательно, при введении данных комплексных добавок подвижность глинистых суспензий увеличивается, что является немаловажным при производстве изделий литьевым методом.

#### Литература

1. Слюсарь О.А., Здоренко Н.М. Модифицирующие комплексные добавки для каолиновых суспензий // Перспективные материалы. –2014. –№ 1. – С. 44-48.
2. Слюсарь О.А., Здоренко Н.М. Новые комплексные добавки для каолиновых масс // Огнеупоры и техническая керамика. – 2013. – № 6. – С. 9-11.
3. Шаповалов Н.А., Слюсарь А.А., Слюсарь О.А. Влияние олигомерных электролитов на агрегативную устойчивость и реологические свойства водных минеральных суспензий // Коллоидный журнал. –2006. –Т. 68. –№ 3. –С. 384-390.

4. Слюсарь А. А., Слюсарь О.А., Ефимов К.А. Пластификатор на основе флороглюцина как разжижающая добавка для полиминеральных суспензий // Изв. вузов. Строительство. – 2006. – № 6. – С. 39 – 42.
5. Слюсарь А. А., Слюсарь О.А., Ефимов К.А. Влияние комплексных добавок на подвижность глинистых суспензий // Огнеупоры и техническая керамика. – 2008. – № 11-12. – С. 60 – 65.
6. Слюсарь О. А. Разжижающая добавка для каолиновых суспензий // Строительное материаловедение. Вестник БГТУ В.Г. Шухова – 2003. – №5. – С. 139 – 142.
7. Слюсарь А.А., Слюсарь О.А., Здоренко Н.М. Реологические свойства и критическая концентрация структурообразования суспензий каолина с комплексными добавками // Стекло и керамика. – 2008. – №8. – С.35 - 36.
8. Слюсарь О.А. Влияние добавок на структурообразование дисперсной системы // Новые огнеупоры. – 2014. – №12. – С.32 - 35.

#### References

1. Sljusar' O.A., Zdorenko N.M. Modificirujushhie kompleksnye dobavki dlja kaolinovyh suspenzij // Perspektivnye materialy. – 2014. – № 1. – С. 44-48.
2. Sljusar' O.A., Zdorenko N.M. Novye kompleksnye dobavki dlja kaolinovyh mass // Ogneupory i tehničeskaja keramika. – 2013. – № 6. – С. 9-11.
3. Shapovalov N.A., Sljusar' A.A., Sljusar' O.A. Vlijanie oligomernyh jelektrolitov na agregativnuju ustojčivost' i reologičeskie svoystva vodnyh mineral'nyh suspenzij // Kolloidnyj zhurnal. – 2006. – Т. 68. – № 3. – С. 384-390.
4. Sljusar' A. A., Sljusar' O.A., Efimov K.A. Plastifikator na osnove florigljucina kak razzhizhajushhaja dobavka dlja polimineral'nyh suspenzij // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. – 2006. – № 6. – С. 39 – 42.
5. Sljusar' A. A., Sljusar' O.A., Efimov K.A. Vlijanie kompleksnyh dobavok na podvizhnost' glinistyh suspenzij // Ogneupory i tehničeskaja keramika. – 2008. – № 11-12. – С. 60 – 65.
6. Sljusar' O. A. Razzhizhajushhaja dobavka dlja kaolinovyh suspenzij // Stroitel'noe materialovedenie. Vestnik BGTU V.G. Shuhova – 2003. – №5. – С. 139 – 142.
7. Sljusar' A.A., Sljusar' O.A., Zdorenko N.M. Reologičeskie svoystva i kritičeskaja koncentracija strukturoobrazovanija suspenzij kaolina s kompleksnymi dobavkami // Steklo i keramika. – 2008. – №8. – С.35 - 36.
8. Sljusar' O.A. Vlijanie dobavok na strukturoobrazovanie dispersnoj sistemy // Novye ogneupory. – 2014. – №12. – С.32 - 35.

Шариков Ю.В.<sup>1</sup>, Снегирев Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Профессор, доктор технических наук, <sup>2</sup>студент, Национальный минерально-сырьевой университет «ГОРНЫЙ» (Горный университет)

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ЕМКОСТЯХ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ

*Аннотация*

В статье рассматривается применение программного пакета ConvEx при проектировании емкостей для хранения нефтепродуктов, склонных к саморазложению. Было исследовано влияние геометрической формы сосуда на критическую температуру хранения с целью повышения промышленной безопасности на нефтехранилищах

**Ключевые слова:** тепловой взрыв, безопасность, саморазложение, математическое моделирование.

Sharikov I.V.<sup>1</sup>, Snegirev N.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor, Dr. of Science (Chem. Engng.), <sup>2</sup>student, National mineral resources university (mining university)

#### FINDING THE CONDITIONS OF HYDROCARBONS SAFE STORING AND TRANSPORTATION IN TANKS OF DIFFERENT SHAPES

*Abstract*

The article examines using the ConvEx software for designing of tanks for self-decomposition hydrocarbons storing. There was studied an influence of tank geometrical shapes for critical temperature of storing in order to increase an industrial safety of storages.

**Keywords:** thermal explosion, safety, self-decomposition, mathematical modeling.

#### Introduction

The current state of society is characterized by the increasing influence of the role of human technological activity on life environment. It is associated with increasing frequency of accidents. As the analysis of the causes and consequences of disasters, they are most often associated with working with hazardous chemicals substance. Runaway process occurrence involve to a thermal explosion [1].

At tank process analysis we must to consider a natural convection due to the temperature difference occurring at various points of space during storage and transportation of low viscosity liquids

There are several approaches to solving this problem, beginning only the experimental determination of the critical conditions and ending with a numerical simulation based on the general very complex mathematical models. The power of modern computers and proven mathematical models, which can describe a complex multi-step reaction, allow to wide use a numerical simulation to study the convective processes in the liquid phase. ConvEx is a software suite allow to make these calculations [2].

Mathematical model, which adequately describes the natural convection in liquid multi-component reactive environment, uses the following assumptions:

- fluid is a Newtonian fluid;
- energy scattering due to viscous dissipation equal to nothing;
- thermodiffusion and diffusion thermal conductivity equal to nothing;
- uses Boussinesq approximation.

The Boussinesq approximation consist of the following:

- density depends on temperature and concentration, but is independent of pressure;
- change in density can be neglected everywhere except the members responsible for the lift force in the equation of momentum transfer.

Today there is no doubt that the model based on this approximations, adequately describes the natural convective processes in liquids. The mathematical model for:

- vertical cylinder is:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a_r \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) + a_x \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\Delta H}{c_v \cdot \rho} \cdot w_r$$

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D_r \cdot \left( \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial c}{\partial r} \right) + D_x \cdot \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - w_r$$

- 
- infinite horizontal cylinder:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = a \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\Delta H}{C_v \cdot \rho} \cdot W_r$$

$$\frac{\partial c}{\partial \tau} = D \cdot \left( \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial c}{\partial r} \right) - W_r$$

However, during model using to simulate the explosive reaction mode must be aware that the model becomes not adequate for new physical occurrences (for example, such as boiling), causes by the temperature increasing. So on the basis of calculations using this model we can conclude only that the thermal explosion occurs or not, but doesn't analyze the process of thermal explosion evaluation. This is consistent with the main task of process safety: to prevent uncontrolled self-acceleration of reaction [3,4]. On practice the conclusion about the start of the thermal explosion can be made when a maximum temperature on the graph express bend upward.

The compound includes the following components:

- 0,7 mass. % of cumene hydroperoxide;
- 0,2 mass % of cumene (isopropylbenzol);
- 0,1 mass % of hydrogen oxide.

The critical diameter of tank is selected from the following causes: thermal explosion mustn't occur earlier than after 50 hours under the worst storage conditions. The worst storage conditions is the temperature to which may become hot temperature of the tank wall in direct sunlight (assumed equal to 80°C) in place of the thinnest tank insulation (assumed equal to 7 mm.). Rigid polyurethane foam is a heat insulation of both tanks.

The construction of vertical cylinder presents on fig. 1.

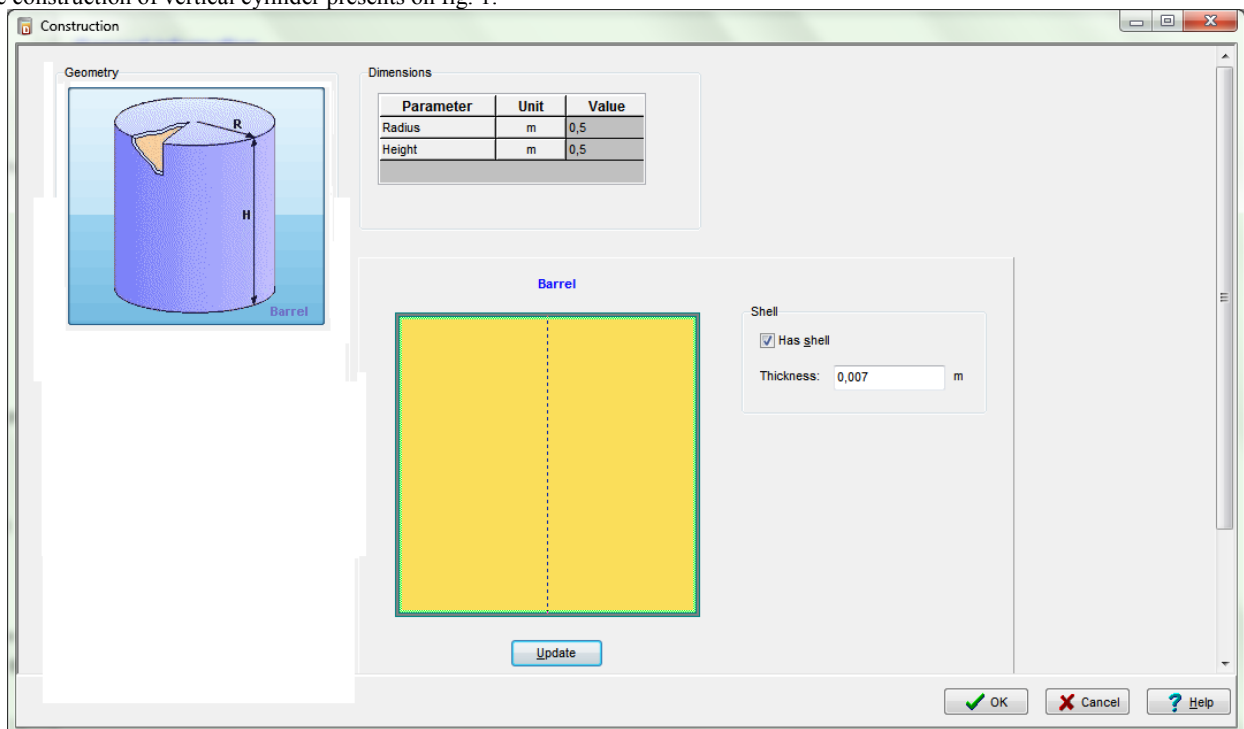


Fig. 1 - The construction of vertical tank

Further sets tank materials, heat insulation of tank, all the products involved and produced in the reaction and the boundary conditions. Fig. 2 and 3 show an example of setting the boundary properties and insulation properties (rigid polyurethane foam properties took from GOST 30732-2006).

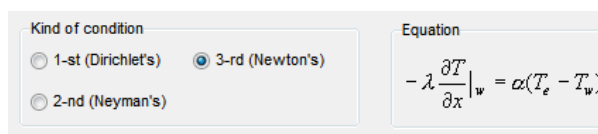


Fig. 2 - Boundary conditions



Fig. 3 - Properties of heat insulation

Kinetic equations describing the processes in tank are shown in fig. 4

#	Sources	Products	Rate of Reaction
r1	C9H12O2	-> C9H11O + HO	$k_1 * [C9H12O2]^n1$
r2	HO + C9H12	-> H2O + C9H11	$k_2 * [HO]^n21 * [C9H12]^n22$
r3	C9H12O2 + C9H11	-> C9H12O + C9H11O	$k_3 * [C9H12O2]^n31 * [C9H11]^n32$
r4	2*C9H11O	-> C18H22O2	$k_4 * [C9H11O]^n41$

Fig. 4 – Kinetics

Conditions of the occurrence of thermal explosion is conveniently characterized by using the Frank-Kamenetsky's parameter:

$$\delta = \frac{Q\rho E}{\lambda RT^2} r^2 k_0 e^{-E/RT}$$

Where:  $Q$  – energy-releasing effect of reaction, J;  
 $\rho$  – density of mixture, kg/m<sup>3</sup>;  
 $E$  – activation energy, J/mol;

$\lambda$  – thermal conductivity coefficient,  $\frac{W}{m \cdot K}$  ;

$R$  – universal gas constant,  $\frac{J}{mol \cdot K}$  ;

$T$  – initial temperature of storage, K;

$r$  – radius of tank, m;

$k_0$  – preexponential factor.

If  $\delta > \delta_c$ , thermal explosion are expands, where for vertical tank with only conductive heat transfer conditions  $\delta_c = 1$ . But in our case there is intense natural convection because of low viscosity of liquids, and natural convection influence on the tank processes characterized Rayleigh number:

$$Ra = \frac{g\beta_r RT^2}{E\nu a} r^3$$

Where:  $g$  – acceleration of gravity, m/s<sup>2</sup>;

$\beta_r$  – thermal volume-expansion coefficient,  $\frac{1}{K}$  ;

$\nu$  – kinematical viscosity, m<sup>2</sup>/s;

$a$  – thermal diffusivity, m<sup>2</sup>/s.

Thermal diffusivity is calculated as:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

Where  $c_p$  – specific heat,  $\frac{J}{kg \cdot K}$  .

At Rayleigh numbers about  $10^3$ , the influence of convection on heat transfer becomes significant. It turns out that convection can delay the occurrence of thermal explosion. It means the critical value of the Frank-Kamenetsky in a convection exceed obtained considering only conductive heat transfer. In addition, natural convection increases the induction period of thermal explosion.

### Experimental results and discussion

As a result of experiments with model critical diameter of vertical tank is  $D_{crit} = 1$  m with  $H = 0,5$  m.

By trial and error was found that the critical temperature for vertical cylinder equal to 58°C. It means  $T_{crit} = 58^\circ\text{C}$  – is the temperature at which still no thermal explosion. Changing the temperature during the process shown in fig. 5.

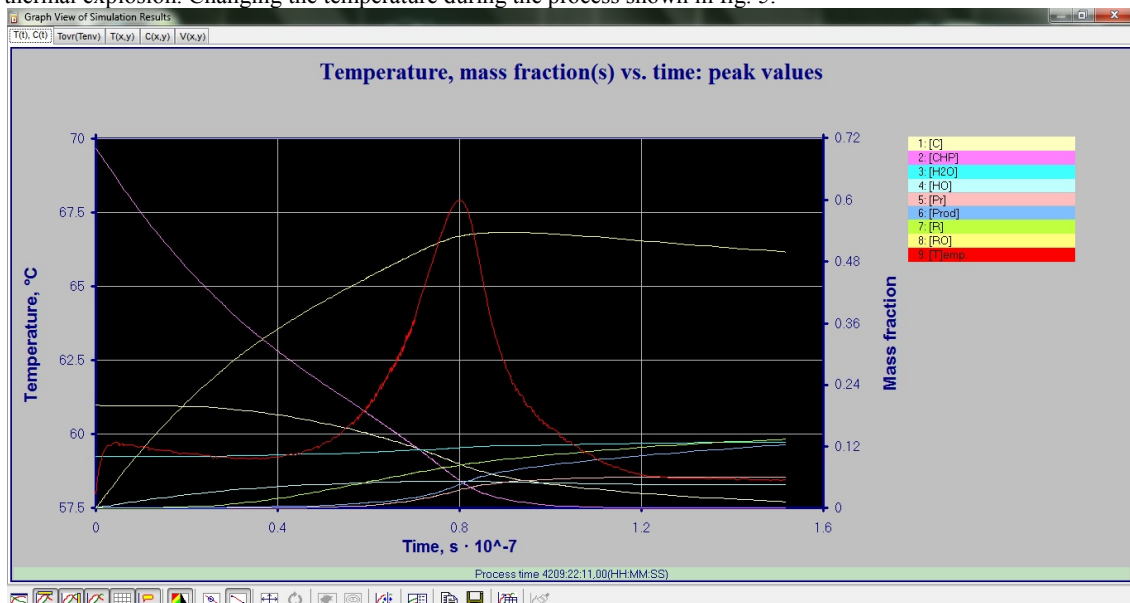


Fig. 5 - Changing of temperature during storage in vertical tank

Safe storage temperature is a temperature which below the critical on 10%, so

$$T_{\text{safe}} = 58 - 0,1 \cdot 58 \approx 52 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Frank-Kamenetsky's parameter and Rayleigh's coefficient calculated using MathCAD software in dimensions of SI units:

$$Q := 40.5131 \cdot 10^3$$

$$\rho := 969.459$$

$$E := 95.4154 \cdot 10^3$$

$$\lambda := 0.04$$

$$R := 8.314$$

$$r := 0.5$$

$$k_0 := e^{19.326}$$

$$T := 58 + 273.15$$

$$\delta := \frac{Q \cdot \rho \cdot E}{\lambda \cdot R \cdot T^2} \cdot r^2 \cdot k_0 \cdot e^{\frac{-E}{R \cdot T}} \quad \delta = 5.64738$$

$$\mu := 5.52969 \cdot 10^{-4}$$

$$v := \frac{\mu}{\rho} \quad v = 5.70389 \times 10^{-7}$$

$$c_p := 2200$$

$$a := \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad a = 1.875 \times 10^{-8}$$

$$\beta T := \frac{1}{T} \quad \beta T = 3.02 \times 10^{-3}$$

$$g := 9.81$$

$$Ra := \frac{g \cdot \beta T \cdot R \cdot T^2 \cdot r^3}{E \cdot v \cdot a} \quad Ra = 3.308 \times 10^{12}$$

The construction of infinite horizontal cylinder shows on fig. 6.



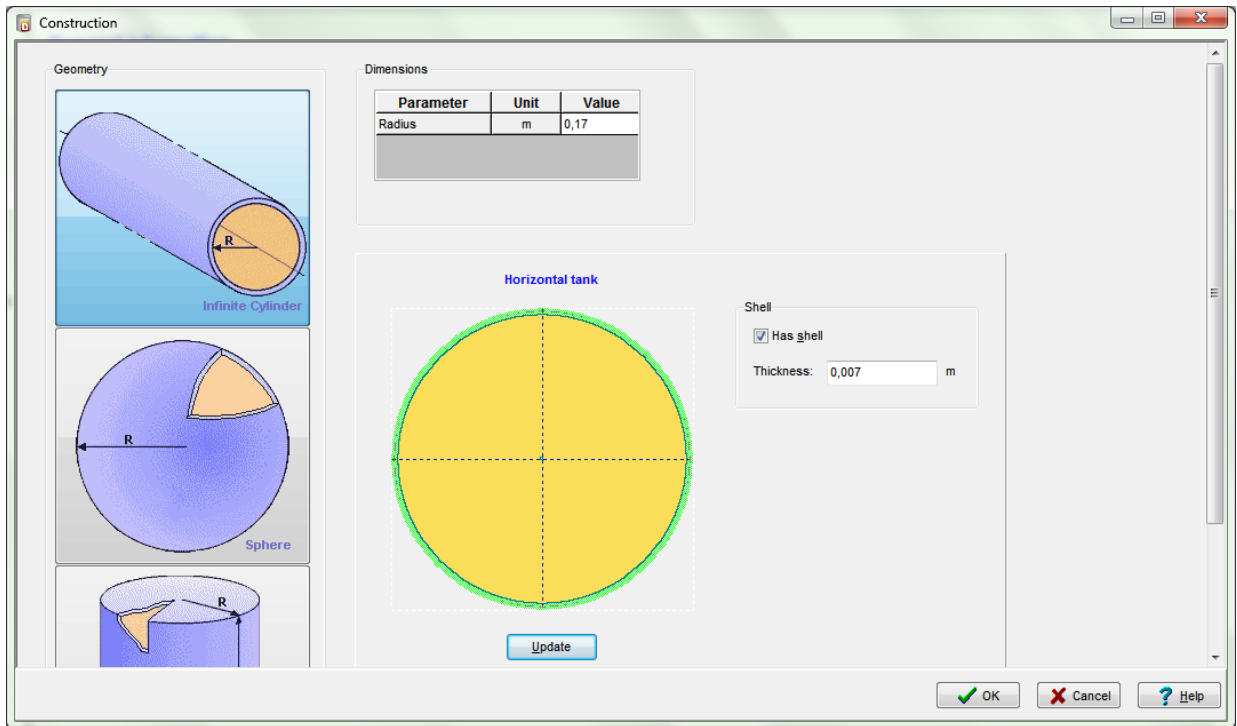


Fig. 6 - The construction of infinite cylinder

According to the results of modeling the critical diameter  $D_{crit} = 0,34$  m,  $T_{crit} = 65$  °C (см. рис. 7),  $T_{safe} = 58$  °C.

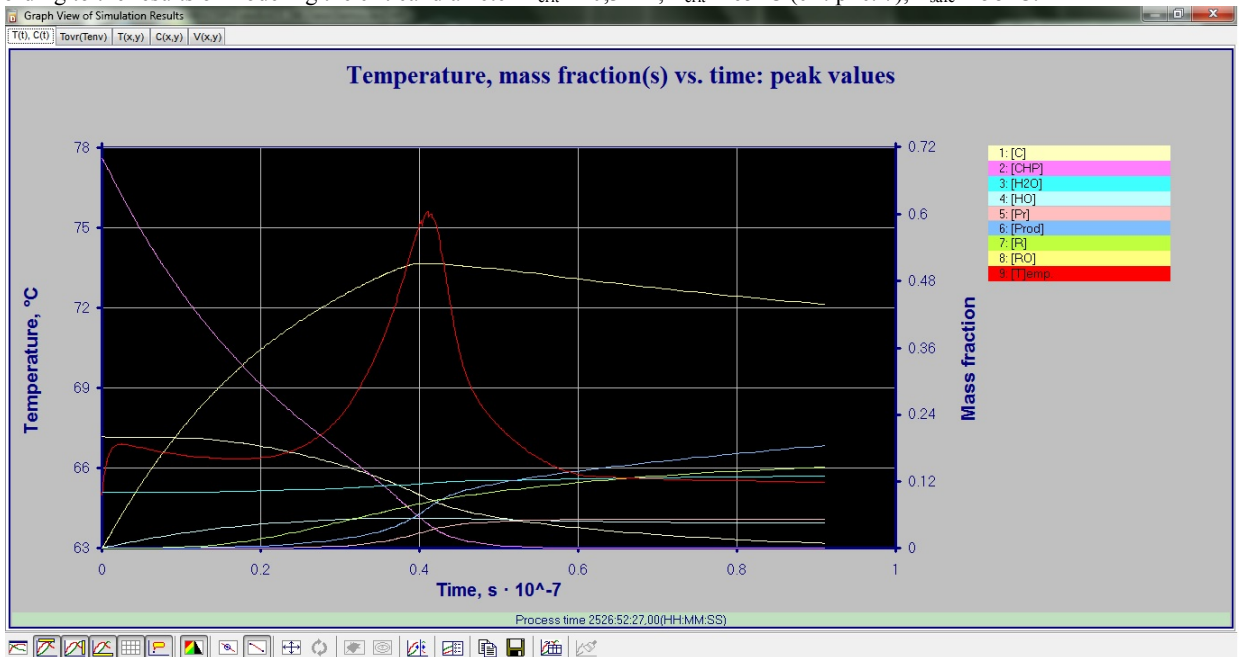


Fig. 7 - Changing of temperature during storage in infinite cylinder

Frank-Kamenetsky's parameter and Rayleigh's coefficient:

$$Q := 40.5131 \cdot 10^3$$

$$\rho := 969.459$$

$$E := 95.4154 \cdot 10^3$$

$$\lambda := 0.04$$

$$R := 8.314$$

$$r := 0.17$$

$$k_0 := e^{19.326}$$

$$T := 65 + 273.15$$

$$\delta := \frac{Q \cdot \rho \cdot E}{\lambda \cdot R \cdot T^2} \cdot r^2 \cdot k_0 \cdot e^{\frac{-E}{R \cdot T}} \quad \delta = 1.28294$$

$$\mu := 5.52969 \cdot 10^{-4}$$

$$v := \frac{\mu}{\rho} \quad v = 5.70389 \times 10^{-7}$$

$$c_p := 2200$$

$$a := \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad a = 1.875 \times 10^{-8}$$

$$\beta T := \frac{1}{T} \quad \beta T = 2.957 \times 10^{-3}$$

$$g := 9.81$$

$$Ra := \frac{g \cdot \beta T \cdot R \cdot T^2 \cdot r^3}{E \cdot v \cdot a} \quad Ra = 1.328 \times 10^{11}$$

### Conclusion

Horizontal cylindrical container has a slightly higher critical temperature storage (65 °C vs. 58 °C) but at a much smaller diameter (~3-fold) and the length substantially exceeding its diameter. This can lead to additional inconveniences during transport of such containers because of their length with a small capacity, which makes it less effective to use. Vertical cylindrical vessel possesses little lower critical temperature of the storage has a lower surface area, which makes it more advantageous in terms of heat transfer and therefore advantageous to store such a liquid mixture.

The foregoing procedure can be used to determine safe conditions for storage and use of potentially hazardous liquids. As it is evident from the foregoing for methods addressed using there is necessary a data of thermal decomposition kinetic, thermal-physical properties of research liquids, constructions materials and heat insulation materials.

### References

- 1 Marshall. Main dangerous of chemical industries, 1989, 671 p.
- 2 Kossoy A., Sheinman I., Evaluating thermal explosion hazard by using kinetics-based simulation approach, Process Safety and Envir. Protection. Trans IchemE, V. 82, Issue B6, November 2004, p.421-430. (B6 Special Issue: Risk Management)
- 3 Beloglazov I. N., Sharikov Y.V. Modeling of system. Part 1. Models synthesis of technological objects based on hydrodynamic equations and chemical kinetics. Saint – Petersburg, 2011, 108 p.
- 4 Beloglazov I. N., Sharikov Y.V. Modeling of system. Part 2. Methodical of numeric implementing. Saint – Petersburg, 2011, 118 p.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ / BIOLOGY**

**Гагушкина О.М.**

Студентка, Поволжская государственная социально-гуманитарная академия

**МАТЕРИАЛЫ К ФЛОРЕ ПОЙМЫ РЕКИ ДЕРКУЛ (РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)**

*Аннотация*

*В статье приводятся данные по анализу флоры левобережной части поймы реки Деркул расположенной в окрестностях г. Уральск, Казахстан.*

**Ключевые слова:** анализ флоры, пойма реки Деркул, город Уральск, Республика Казахстан.

The article presents data on the analysis of flora left bank of the river floodplain Derkul is located in the vicinity of Uralsk, Kazakhstan.

**Keywords:** analysis of the flora, river floodplain Derkul, Uralsk, Kazakhstan.

Изучение флоры левобережной поймы р. Деркул было начато в 2013 году в рамках научно-исследовательских работ по повышению продуктивности луговых фитоценозов. Река Деркул – крупнейший приток р. Чаган, находится в Западно-Казакстанской области, в бассейне р. Урал, в 5-7 км от г. Уральска [1]. Мы поставили перед собой цель – определить видовое разнообразие и провести анализ луговой флоры выбранной территории.

В результате обработки полученных материалов во флоре левобережной части поймы р. Деркул достоверно произрастает 106 видов высших сосудистых растений. Они принадлежат к 85 родам, 31 семейству и 2 отделам (таблица 1). Соотношение крупных таксономических групп показывает доминирование представителей отдела *Magnoliophyta*, из них 88 видов (83,02%) являются двудольными (*Magnoliopsida*) и 17 видов (16,04%) – однодольными (*Liliopsida*) растениями. Один вид – *Equisetum arvense* принадлежит отделу *Equisetophyta*.

Таблица 1 - Таксономическое разнообразие флоры левобережной поймы р. Деркул

Систематическая группа	Число семейств	Число родов	Число видов	% от общего числа видов
Отдел <i>Equisetophyta</i>	1	1	1	0,94
Отдел <i>Magnoliophyta</i>	30	84	105	99,06
Класс <i>Magnoliopsida</i>	26	70	88	83,02
Класс <i>Liliopsida</i>	4	14	17	16,04
Всего:	31	85	106	100

Общий обзор 31 семейства растений по количеству видов, позволил выявить среди них ведущие. Довольно высокая степень устойчивости флоры отмечается всего у 3-х семейств: *Asteraceae* – 23 вида, *Fabaceae* – 12 и *Poaceae* – 10 видов. В сем. *Brassicaceae* – 6 видов, у *Lamiaceae*, *Cyperaceae* и *Apiaceae* – по 5 видов. Остальные семейства малочисленны и содержат от 1 до 3 видов.

Среди жизненных форм растений преобладают поликарпические наземные травы – 73 вида (68,9%). Монокарпики, в сумме составляют 29 видов (27,2%). Кустарники – 2 вида (1,9%) (*Caragana frutex*, *Rhamnus cathartica*), полукустарничек – 1 вид (0,9%) (*Artemisia austriaca*) и деревья – 1 вид (0,9%) (*Populus alba*).

Флористический состав левобережной части поймы р. Деркул представлен 12 эколого-фитоценотическими группами растений. Основу растительного покрова составляет луговая (24 вида; 22,6%) и лесостепная (22 вида; 20,7%) группы. Остальные 10: лугово-лесная и сорная (по 12 видов; 11,3%), лесная (6 видов; 5,7%), лугово-степная (5 видов; 4,7%), адвентивная и сорно-рудеральная (по 3 вида; 2,8%), лесолуговая (2 вида; 1,9%) и прибрежно-водная (1 вид; 0,9%).

Анализ флоры по отношению к водному режиму выявил 7 экологических групп растений. Среди них многочисленны мезофиты – 57 видов (53,8%). Злаковую основу луговых фитоценозов составляют *Poa pratensis* и *Festuca pratensis*, из осоковых – *Carex melanostachya*, из разнотравья – *Artemisia vulgaris*, *Galium verum*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Cichorium intybus* и др. Ксерофитов 18 видов (16,98%), их представители встречаются на возвышениях микрорельефа, где наблюдается недостаток влаги в определённые временные периоды. Гигрофитов 1 вид (1,9%) – *Carex acuta*. Промежуточные экологические группы составляют – ксеро-мезофиты (17 видов; 16,03%), мезо-ксерофиты (8 видов; 7,5%), гигро-мезофиты (4 вида; 3,8%) и мезо-гигрофиты (1 вид; 0,9%).

По хозяйственно-полезным характеристикам изученные растения представлены 26 группами. Больше всего лекарственных растений (61 вид) и далее, по убывающей – медоносных (36 видов), кормовых (32 вида), сорных (17 видов), красильных (14 видов), ядовитых (13 видов), пищевых (11 видов), эфирномасличных (10 видов), пряных (9 видов). Остальные группы содержат меньшее число видов.

Таким образом, изучение флористического разнообразия левобережной части поймы р. Деркул позволило нам сформулировать некоторые рекомендации по дальнейшему перспективному использованию данной территории в природоохранных и образовательных целях с учетом непосредственной близости к г. Уральску: 1) создание ООПТ и мониторинг будущего памятника природы [2, 3]; 2) организация научно-исследовательской работы со студентами и школьниками, в том числе экологических экспедиций [4, 5, 6]; 3) проведение учебных экскурсий экологической тематики со студентами и школьниками [7]; 4) организация и проведение биоэкологических мероприятий с населением.

#### Литература

- Гагушкина О. М., Митрошенкова А. Е. Эколого-биологическая характеристика луговой флоры левобережной части реки Деркул (Республика Казахстан) // VI Общероссийская студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2014» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2014>. свободный. – Дата обращения : 15.02.2015 г.
- Ильина В. Н., Митрошенкова А. Е., Устинова А. А. Организация и мониторинг особо охраняемых природных территорий в Самарской области // Самарский научный вестник. № 3 (4). Самара : Изд-во ПГСГА. – 2013. – С. 41-44.
- Ильина В. Н., Митрошенкова А. Е. Сохранение фиторазнообразия на особо охраняемых природных территориях Самарской области // Проблемы современной биологии. – 2014. № XII. – С. 20-26.
- Митрошенкова А. Е. Особо охраняемые природные территории как потенциальные объекты для научно-исследовательской и учебной деятельности студентов // Самарский научный вестник. – 2014. № 2 (7). – С. 68-71.
- Митрошенкова А. Е., Ильина В. Н. Ботаническое краеведение Самарской области: актуальные проблемы и перспективы развития // Самарский научный вестник. – 2014. № 2 (7). – С. 71-74.
- Митрошенкова А. Е. Педагогический проект «Экспедиция учащихся в рамках геоботанической научной школы Поволжской государственной социально-гуманитарной академии» // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. № 5. – С. 106-110.
- Устинова А. А., Митрошенкова А. Е., Ильина В. Н. Вопросы ботанического образования в Педагогическом вузе // Сибирский педагогический журнал. № 4. Новосибирск. – 2013. – С. 169-172.

## References

1. Gagushkina O. M., Mitroshenkova A. E. Jekologo-biologicheskaja harakteristika lugovoj flory levoberezhnoj chasti reki Derkul (Respublika Kazahstan) // VI Obshherossijskaja studencheskaja jelektronnaja nauchnaja konferencija «Studencheskij nauchnyj forum 2014» [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: [http://www.scienceforum.ru/2014\\_svobodnyj](http://www.scienceforum.ru/2014_svobodnyj). – Data obrashhenija : 15.02.2015 g.
2. Il'ina V. N., Mitroshenkova A. E., Ustinova A. A. Organizacija i monitoring osobo ohranjaemyh prirodnyh territorij v Samarskoj oblasti // Samarskij nauchnyj vestnik. № 3 (4). Samara : Izd-vo PGSGA. – 2013. – S. 41-44.
3. Il'ina V. N., Mitroshenkova A. E. Sohranenie fitoraznoobrazija na osobo ohranjaemyh prirodnyh territorijah Samarskoj oblasti // Problemy sovremennoj biologii. – 2014. № XII. – S. 20-26.
4. Mitroshenkova A. E. Osobo ohranjaemye prirodnye territorii kak potencial'nye ob#ekty dlja nauchno-issledovatel'skoj i uchebnoj dejatel'nosti studentov // Samarskij nauchnyj vestnik. – 2014. № 2 (7). – S. 68-71.
5. Mitroshenkova A. E., Il'ina V. N. Botanicheskoe kraevedenie Samarskoj oblasti: aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya // Samarskij nauchnyj vestnik. – 2014. № 2 (7). – S. 71-74.
6. Mitroshenkova A. E. Pedagogicheskij proekt «Jekspedicija uchashhihsja v ramkah geobotanicheskoy nauchnoj shkoly Povolzhskoj gosudarstvennoj social'no-gumanitarnoj akademii» // Nauchno-metodicheskij jelektronnyj zhurnal «Koncept». – 2014. № 5. – S. 106-110.
7. Ustinova A. A., Mitroshenkova A. E., Il'ina V. N. Voprosy botanicheskogo obrazovaniya v Pedagogicheskom vuze // Sibirskij pedagogicheskij zhurnal. № 4. Novosibirsk . – 2013. – S. 169-172.

**Рудометов А.П.<sup>1</sup>, Щербакова Н.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Аспирант, Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»

*Работа выполнена при поддержке гранта Минобрнауки России «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы» ФЦП № 303*

### **СОЗДАНИЕ ENV ПСЕВДОВИРУСОВ НА ОСНОВЕ ШТАММОВ ВИЧ-1, ЦИРКУЛИРУЮЩИХ В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация*

*В статье рассмотрено – создание Env псевдовирuсов на основе штаммов ВИЧ-1, выделенных из сывороток ВИЧ-инфицированных пациентов Новосибирской области. Получено 3 функционально активных псевдовирuса, относящихся к циркулирующей рекомбинантной форме CRF63\_02A1.*

**Ключевые слова:** ВИЧ-1, псевдовирuсы, вируснейтрализация.

**Rudometov A.P.<sup>1</sup>, Shcherbakova N.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ph.D. student, State Research Center of Virology and Biotechnology “Vector”

### **PRODUCTION OF ENV PSEUDOVIRUSES BASED ON HIV-1 STRAINS CIRCULATING IN THE NOVOSIBIRSK REGION**

*Abstract*

*In the article we describe the production of Env pseudoviruses based on HIV-1 strains isolated from HIV-positive patients in Novosibirsk region. We assembled 3 functionally active pseudoviruses expressing HIV-1 envelope from circulating recombinant form CRF63\_02A1.*

**Keywords:** HIV-1, pseudoviruses, virus neutralization.

ВИЧ-инфекция в России стала национальной угрозой. На 1 января 2014 года в России выявлено 798122 ВИЧ-инфицированных, в том числе 7256 детей. В Сибирском Федеральном округе выявлено 127 635 ВИЧ-положительных пациентов, данный регион занимает 3-е место в стране по количеству инфицированных ВИЧ-1 [1]. В 2008 г. в Новосибирской области выявлен новый генетический вариант CRF02\_AG ВИЧ-1, который продолжает стремительно распространяться в Сибирском регионе.

Разработка безопасной и эффективной вакцины против ВИЧ-1 является одной из важнейших задач в борьбе с эпидемией СПИДа. Клинические испытания RV-144 в Тайланде показали, что создание вакцины против ВИЧ-1 возможно [2]. Одним из основных показателей эффективности вакцины является способность индуцировать антитела, нейтрализующие большое количество первичных изолятов ВИЧ-1 разных субтипов. В связи с этим изучение вируснейтрализующих свойств антител, индуцированных ВИЧ-1 иммуногенами, является важной процедурой при создании вакцины.

На смену трудоемкому и дорогостоящему методу анализа нейтрализации ВИЧ с помощью лимфоцитов периферической крови и не клонированных вирусных изолятов, пришла новая технология псевдотипированных вирусuсов, с использованием генно-инженерных линий клеток [3]. Сегодня данный метод анализа нейтрализующей активности антител, оценки антиретровирусной активности препаратов и вакцин является одним из основных в странах Европы и США [4].

Псевдовирuсы представляют собой рекомбинантные вирусные частицы, которые иммунологически практически идентичны природным изолятам ВИЧ-1, но биологически безопасны. Псевдовирuсы получают ко-трансфекцией плазмид, одна из которых несет ген *Env*, кодирующий белки оболочки ВИЧ-1 определенного штамма, другая – геном ВИЧ-1, за исключением гена *Env*. Только Env-минус-плазида способна реплицироваться в клетках 293T/17, ее участие необходимо для упаковки псевдовирuона и доставки *tat*-гена в клетки TZM-bl. Таким образом, ко-трансфекция клеток 293T/17 вышеуказанными плазидами формирует потомство инфекционных псевдовирuсных частиц [3]. Благодаря наличию комплекса поверхностных гликопротеинов gp120-gp41 псевдовирuсы способны однократно инфицировать клетки, несущие рецепторы CD4+ и CCR5/X4, но из-за дефектного генома не способны к дальнейшему размножению, соответственно работа с ними безопаснее для исследователя [5].

Клетки-мишени TZM-bl, созданные методами генной инженерии, содержат рецептор CD4 и корецепторы CCR5 и CXCR4, а также репортерный *tat*-зависимый ген люциферазы, который активируется в результате инфицирования этих клеток псевдовирuсной частицей. Экспрессия активированного гена люциферазы в инфицированных клетках детектируется с помощью люминометра, при этом интенсивность люминесценции пропорциональна уровню инфекции, а подавление люминесценции соответствует нейтрализации вирусa [6].

**Целью** нашего исследования было получить псевдовирuсы на основе штаммов ВИЧ-1, циркулирующих на территории Новосибирской области.

#### **Результаты и обсуждения**

Для проведения работы были получены 10 сывороток ВИЧ-инфицированных больных из Областного центра по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями по Новосибирской области. Из полученных образцов сывороток крови была выделена мРНК ВИЧ-1. Для амплификации гена *env*, кодирующего оболочечные белки ВИЧ-1, с полученной мРНК была проведена полимеразная цепная реакция с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) (таб.1 праймеры 1 и 2) с последующим проведением гнездовой ПЦР (таб.1 праймеры 2 и 3).

Таблица 1 - Праймеры, используемые при проведении ПЦР

№ п/п	Нуклеотидная последовательность (5' → 3')	Ориентация	Положение относительно HXB2
1	TACAGTGCAGGGGAAAGAATAATAGACATAATA	S	4809-4834
2	AGACCCAGTACAGGCRARAAGC	A	9523-9548
3	TTAGGCATCTCCTATGGCAGGAAGAAG	S	5957-5983
4	TCCAGTCCCCCCTTTTCTTTTAAAAAG	A	9063-9089

Были получены 8 амплифицированных фрагментов полноразмерного гена *env* длиной 3132 п.н. (Рис. 1).

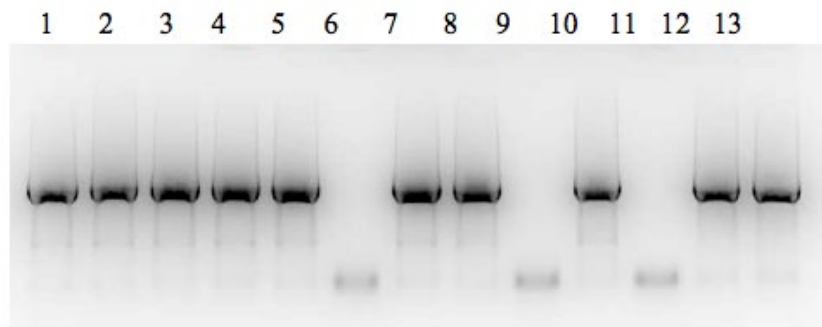


Рис. 1 - Электрофореграмма продуктов ПЦР-реакции в 1% агарозном геле. 1-10 – исследуемые образцы сывороток крови; 11 – отрицательный контроль; 12 – положительный контроль ОТ-ПЦР; 13 – положительный контроль гнездовой ПЦР

Для построения филогенетического дерева и определения субтипа полученных изолятов было проведено определение их нуклеотидных последовательностей в районе гена *env* (ЦКП «Геномика», Новосибирск). Филогенетические деревья строили методом максимального правдоподобия при помощи программы RAxML версия 7.2.7. Рекомбинацию изучали, используя программу SimPlot версия 3.5. Достоверность филогенетических отношений определяли методом бутстреп-анализа.

В качестве референсных использовали ранее охарактеризованные последовательности субтипов и рекомбинантных форм ВИЧ-1, полученные из коллекции HIV Sequence Database [7].

Филогенетический анализ показал, что все 8 проанализированных последовательностей гена *env* относятся к рекомбинантной форме CRF63\_02A1, распространенной на территории Новосибирской области [8].

Амплифицированные фрагменты полноразмерного гена *env* были клонированы в составе векторной плазмиды pcDNA<sup>TM</sup>3.1/V5-His TOPO® TA (Invitrogen). Полученными рекомбинантными плазмидами rEnv были трансформированы компетентные клетки *E.coli* Stb13. Отбор клонов, содержащих вставку, проводили методом ПЦР с праймерами 3 и 4 (табл. 1).

Псевдовirusy получали магнитной ко-трансфекцией (MATra, PromoKine) эукариотических клеток 293T двумя видами плазмид в эквимольных концентрациях: полученной нами rEnv, кодирующей оболочечные белки ВИЧ-1, и pSG3Δenv (backbone-плазида), кодирующей остальные белки ВИЧ-1, за исключением Env.

Функциональную активность псевдовirusov определяли в клетках TZM-bl по методике Montefiori [4]. Было показано, что 3 из 8 полученных псевдовirusov обладают функциональной активностью.

Таким образом, были получены 3 функционально активных псевдовirusa рекомбинантной формы CRF63\_02A1, распространенной в Новосибирской области.

Полученные псевдовirusy будут использованы для анализа нейтрализующей активности антител, индуцированных ВИЧ-1 иммуногенами, и могут применяться при тестировании антиретровирусных препаратов.

#### Литература

1. Федеральный научно-методический Центр по профилактике и борьбе со СПИДом [Электронный ресурс] URL: <http://www.hivrussia.ru/> (дата обращения 20.02.2015).
2. Rerks-Ngarm S., Pitisuttithum, P., Nitayaphan, S. et al. Vaccination with ALVAC and AIDSVAX to prevent HIV-1 infection in Thailand // *New England Journal of Medicine*. – 2009 - 361(23) – С. 2209-2220.
3. Рыжиков А.Б., Саркисян К.А., Л.И. Карпенко и др. Апробация в доклинических испытаниях метода определения вируснейтрализующей активности вакцины-кандидата против ВИЧ-инфекции КомбиВИЧвак с использованием технологии псевдовirusov ВИЧ-1 // *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. – 2014. - 2 (63) – С. 70-76.
4. Montefiori D. C. Measuring HIV neutralization in a luciferase reporter gene assay // *HIV protocols*. – Humana Press, 2009. – С. 395-405.
5. Li M., Gao F., Mascola J. R. et al. Human immunodeficiency virus type 1 env clones from acute and early subtype B infections for standardized assessments of vaccine-elicited neutralizing antibodies // *Journal of virology*. – 2005. - 79(16) – С. 10108-10125.
6. Mascola J. R., D'Souza P., Gilbert P. et al. Recommendations for the design and use of standard virus panels to assess neutralizing antibody responses elicited by candidate human immunodeficiency virus type 1 vaccines // *Journal of virology*. – 2005. - 79(16) – С. 10103-10107.
7. HIV Sequence Database [Электронный ресурс] URL: <http://www.hiv.lanl.gov/content/sequence/HIV/mainpage.html/> (20.02.2015).
8. Shcherbakova N.S., Shalamova L.A., Delgado E. et al. Molecular Epidemiology, Phylogeny, and Phylodynamics of CRF63\_02A1, a Recently Originated HIV-1 Circulating Recombinant Form Spreading in Siberia // *AIDS Research and Human Retroviruses*. – 2014. – V. 30. – N. 9. – P. 912-919.

#### References

1. Federal'nyj nauchno-metodicheskij Centr po profilaktike i bor'be so SPIDom [Elektronnyj resurs] URL: <http://www.hivrussia.ru/> (data obrashhenija 20.02.2015).
2. Rerks-Ngarm S., Pitisuttithum, P., Nitayaphan, S. et al. Vaccination with ALVAC and AIDSVAX to prevent HIV-1 infection in Thailand // *New England Journal of Medicine*. – 2009 - 361(23) – S. 2209-2220.
3. Ryzhikov A.B., Sarkisjan K.A., L.I. Karpenko i dr. Aprobacija v doklinicheskijh ispytaniyah metoda opredelenija virusnejtralizujushhej aktivnosti vakciny-kandidata protiv VICH-infekcii KombiVICHvak s ispol'zovaniem tehnologii pсевдовirusov VICH-1 // *Jepidemiologija i Vakcino profilaktika*. – 2014. - 2 (63) – S. 70-76.
4. Montefiori D. C. Measuring HIV neutralization in a luciferase reporter gene assay // *HIV protocols*. – Humana Press, 2009. – S. 395-405.

5. Li M., Gao F., Mascola J. R. et al. Human immunodeficiency virus type 1 env clones from acute and early subtype B infections for standardized assessments of vaccine-elicited neutralizing antibodies // Journal of virology. – 2005. - 79(16) – S. 10108-10125.
6. Mascola J. R., D'Souza P., Gilbert P. et al. Recommendations for the design and use of standard virus panels to assess neutralizing antibody responses elicited by candidate human immunodeficiency virus type 1 vaccines // Journal of virology. – 2005. - 79(16) – S. 10103-10107.
7. HIV Sequence Database [Elektronnyj resurs] URL: <http://www.hiv.lanl.gov/content/sequence/HIV/mainpage.html/> (20.02.2015).
8. Shcherbakova N.S., Shalamova L.A., Delgado E. et al. Molecular Epidemiology, Phylogeny, and Phylodynamics of CRF63\_02A1, a Recently Originated HIV-1 Circulating Recombinant Form Spreading in Siberia // AIDS Research and Human Retroviruses. – 2014. – V. 30. – N. 9. – P. 912-919.

**Тагиев А.А.**

Кандидат биологических наук, Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Хлопководства  
**ХИМИЧЕСКИЙ МУТАГЕНЕЗ – ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО  
ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ХЛОПЧАТНИКА**

*Аннотация*

*Использование индуцированных мутантов, одновременно несущих несколько измененных признаков в различных комбинациях скрещиваний, показали высокую эффективность этого метода, ускоряющего селекционный процесс и повышающего результативность мутационной селекции за счет расширения спектров изменчивости, увеличения числа форм, комплексно сочетающих 5-7 ценных признаков, а также появление растений с 8 хозяйственно-важными показателями, с усилением степени выраженности ценных мутантных признаков у различных рекомбинантов.*

**Ключевые слова:** хлопок, гибрид, мутант, сорт, выход волокна.

**Tagiyev A.A.**

Candidate of biological sciences, Azerbaijan Cotton-Planting Research Institute  
**CHEMICAL MUTAGENESIS – AN EFFECTIVE METHOD OF CREATION HIGH POTENTIAL INITIAL MATERIAL OF  
COTTON PLANT**

*Abstract*

*Application of the induced mutants carrying some changed characters at a time in different cross-breeding combinations showed high efficiency of this method, which quickens the breeding process and rises the result of mutation breeding due the widening of the changing specters, increasing the number of forms with complex of 5-7 valuable characters, appearance of plants with 8 economically important characters and fastening the express of valuable mutant characters of different recombinants.*

**Keywords:** cotton, hybrid, mutant, variety, fiber output.

The chemical mutagenesis became one of the actual methods of cultivated plants selection. There have been created nearly 2 thousands mutant varieties in the world agricultural production. 40 of them are cotton varieties by direct increasing of the best induced mutants or improvement at cross-breeding with other forms and varieties [1-4].

The importance of chemical mutagenesis for selection is determined not only by quantity of varieties, created with this method, but also by possibility of solving some practical tasks, which are inaccessible or solved with difficulty by the other methods of selection.

At the present time the place of chemical mutagenesis has been determined as a method of increasing the genetic changeability, improving some signs of varieties and also solving some specific tasks of selection successfully. Some ways of using the induced mutants [5-6] have been worked out and checked during experiments. Dry seeds of cotton varieties 3038, AzNIKHi-33, Mugan-395, AzNIKHi-104, AzNIKHi-170 and 3273 are thought to be certificated varieties, but besides the positive characters they also have negative characters. These seeds were treated by chemical mutagens DAB, NDMM, DMS and EI in different concentrations during 18 hours; afterwards they were washed and dried out. Untreated seeds were used as a control in the experiment.

Each variant of experiment had been conducted at four repeated plantations (single row plots in 10 meter of length) on the experimental field of AzCRI (Azerbaijan Cotton-Planting Research Institute). There had been sown 320 seeds on each variant.

During the vegetation period there had been conducted the following observations and calculation over the height and development of plants in 50% sprouts and accordingly the time of first flowers and ripening, there had been noted 100% sprouts, had been studied the lifetime of plants within comparison by the control. For getting the correct characterization of height, the plants were sized up no later than two weeks before flowering.

The notes of height and development are taken every month for determining from the period of budding till ripening start, over the present leaves, height of plants, and quantity of monopodial and sympodial branches, number of fruit organs, including buds, flowers, bolls and height of the place of the first sympodial branch.

Phenotypic description of the plants in M<sub>1</sub> and M<sub>2</sub> mutant families in M<sub>3</sub> and the next generations had been conducted at the end of vegetation. It had been noted that the range of family equality, fur-trimmed of stems, color of stems and branches, form and size of the leaf superficial, types of fruit branches, color of corolla petals, presence of antocian spot at the base of flower, color and shape of bract, calyx and the size of the boll. There had been chosen approximately 150-200 plants on each variant.

Plants with dominating macro mutations among the plants of M<sub>1</sub> for phenotypic description had been chosen. Valuable samples by quantity characters (yielding, quality of fiber, soon ripening and etc.) of economical significance were checked as well. The collected seeds were sown separately for the next year.

A great importance was attached to volume of M<sub>2</sub> generation, which undoubtedly needs to be the maximum. During the vegetation period, the bushes of M<sub>2</sub> were carefully studied and were noted all samples which had declinations from control. If the suspicion of given mutation plants row appeared then the seeds of these plants were sown in separate rows for getting next generation (M<sub>3</sub>).

Studying of mutant families in respect of 10 studying economically valuable characters were lasted in M<sub>4</sub> generation. The seeds got from M<sub>4</sub> plants were sown for further studying of mutants in M<sub>4</sub> on valuable quantity and quality characters.

The arising economically valuable mutations may be combined both useful and deleterious morphological mutation of the experiment there were obtained mutant lines characterized by comparatively wide specter of mutations with 4-8 positive characters.

We have obtained 626 positive mutant lines of cotton plant by chemical mutagenesis. But the most of mutants obtained by experimental way don't correspond with the modern type of variety, though they carry valuable and sometimes specific character and property. That's why selectionist wants to obtain such selection material and new varieties on its base. Mutant lines which surpass the initial variety on some characters couldn't be a direct ancestor of new varieties due the absence of all characters complex, determining the modern type of variety. That's why we decided to study possibility of improvement of induced mutants by conducting different cross-breeding. For this purpose there had been chosen some more valuable mutants which had 3-5 positively changed characters at a time.

Application of induced mutants at cross-breeding looks forward their hybridization both with the initial varieties, and between themselves.

During the cross-breeding of mutants with different varieties there may be possible recombination or combination of the variety and mutant, changing the influence of mutant's gene in the new genotypic environment which will bring to the exposition of transgressive forms. Intermutant cross-breeding had been conducted on different agricultural plant with the main purpose of determining the likeness of mutants

[7-8]. But much cross-breeding are also great interests as one may get free from lethal genes, harmful inversions and other undesirable chromosomal micro aberrations, and mainly it's possible to achieve more expressing valuable character of hybrid due the feasible duplications, translocations and increasing of polymer gene number which control the quantity characters determining the yielding and its quality.

Application of different schemes of cross-breeding by presence of induced mutants helped to create valuable mutant variety and intermutant selection initial material. There are tens of forms, which gave the beginning of mutant lines per years with 7 economically valuable characters at a time.

Table 1 – Characterization of perspective mutant-variety and intermutant hybrids of cotton plant

Variety, hybrid	Vegetation period, days	Yielding, cent/hect	Fiber output, %	Mass of row-cotton from a boll, gms	Length of fiber, mm	Fiber quality			
						Strength of fiber, gs	Metric number, m/tex	Breaking load, gs/tex	Staple length, mm
AzNIKhI-33, standard	130	30.0	37.0	5.6	34.0	4.7	5850	27.5	33/34
Mutant-variety hybrids									
Mutant-1/7 x 3038	125	33.5	39.0	6.5	34.5	4.8	5850	28.1	34/35
Mutant-4/12 x AzNIKhI-104	126	32.0	37.0	7.0	35.0	4.9	5805	28.4	34/35
Mutant-3/7 x Mugan-395	127	34.0	37.0	6.3	36.5	4.9	5900	28.9	35/36
Mutant-1/7 x 3038	128	32.5	40.5	6.3	35.5	4.7	6100	28.7	34/35
Mutant-3/15 x Mugan-395	128	33.0	40.0	6.0	35.0	4.8	5950	28.6	34/35
Mutant-4/21 x AzNIKhI-104	127	31.5	38.0	6.5	36.0	4.9	6070	29.7	35/36
Mutant-6/8 x 3273	125	32.8	38.0	6.2	35.0	4.9	6120	30.0	34/35
Mutant-5/18 x AzNIKhI-170	125	35.0	38.0	6.5	35.5	4.8	5800	27.8	34/35
Mutant-1/9 x 3038	126	38.0	36.5	6.0	36.0	4.8	5760	27.6	35/36
Mutant-6/18 x 3273	124	37.0	37.0	6.3	35.0	4.7	6000	28.2	34/35
Intermutant hybrids									
Mutant-1/3 x Mutant-3/11	128	34.0	39.5	7.0	35.0	4.9	5850	28.7	34/35
Mutant-1/17 x Mutant-3/15	127	32.5	40.0	6.5	34.5	4.9	5970	29.2	34/35
Mutant-2/9 x Mutant-6/8	127	35.0	39.0	6.2	35.5	4.8	6150	29.5	34/35
Mutant-3/11 x Mutant-4/14	126	31.0	40.5	6.8	36.5	4.7	6040	28.4	35/36
Mutant-3/15 x Mutant-4/18	125	33.5	40.0	6.3	36.0	4.8	5800	27.8	35/36
Mutant-6/8 x Mutant-3/28	126	32.0	39.0	6.0	36.0	4.9	5750	28.2	35/36
Mutant-3/28 x Mutant-5/18	124	34.5	37.0	6.5	35.5	4.8	6010	28.8	34/35
Mutant-2/15 x Mutant-1/14	125	35.0	38.0	6.3	34.5	4.8	6070	29.1	33/34
Mutant-2/17 x Mutant-1/19	125	34.5	37.5	6.1	35.0	4.9	5900	28.9	34/35
Mutant-5/18 x Mutant-6/34	124	36.6	37.0	6.5	35.5	4.8	5950	28.6	35/36

As it's seen from the table the mutant-variety and intermutant hybrids obtained from cross-breeding by a majority on indications and characters exceed the variety-standard which testifies to complete hybridization of mutants both with initial variety and mutants. But analysis of hybrid generations of numerous cross-breeds shows that by these signs determining the productivities of cotton plant and technological quantity of fiber it's expedient to use intermutant cross-breeds by using mutants with improved character (or characters) over the variety-standard.

Using the induced mutants at cross-breeding permitted to add 2-3 valuable characters to their genotype. If the majority of initial mutant forms used at the hybridization had 4-5 selection-valuable characters at a time, then the hybrids obtained with their presence which carries 6-7 signs.

So the use of mutants at different cross-breeding schemes permits to create selection material and varieties at the right time and meets the requirements of modern cotton-growing.

#### References

1. Azovtseva A.P. Rising of effectiveness of chemical mutagenesis at selection of oats and directed selection in mutant population // Siberian herald of agricultural science. – 2004, – P. 90-98.
2. Yepishko I.A., Shishlov M.P. The induced mutagenesis in creation of initial material for selection of barley // Agriculture-problems and perspectives: Collection of scientific works in two volumes. Grodno, –2010, – P. 55-62.
3. Mamedov K.M. and others. The new variety of thin-fiber type of cotton “Bahar-27” // In the book: “Chemical mutagenesis at selection processes”, Moscow, “Science”, – 1987, – P. 149-151.
4. Eiges N.S. and others. Chemical mutagenesis – the effective method of obtaining the varieties of wheat with new valuable characters // Materials of scientific-practical conference: The eighth international seminar-presentation of innovative scientific-technical projects “Biotechnology – 2005”. Sciencetown, Pushino, – 2005, – P. 92-94.
5. Asadov S.I. Studying of the effectiveness of mutants at working out of the cotton-plant for creating genetic diversity. // Materials of VIII meeting Ukr. OG and S. by the name of N.I.Vavilov, – 2007, – P. 13-15.
6. Musayev D.A. and others. Experimental mutagenesis at genetic analysis of cotton characters // Collection of materials of International Conference “Gene fond of world cotton diversity – basis of fundamental and applied researches. Tashkent, – 2010, – P. 97-100.
7. Nigmatov M.M. Interactive of economically valuable characters by hybrid of the first population of cotton plant under conditions of Gissar valley // Reports of TAAS, Dushanbe, – 2009, - № 1, – P. 3-7.
8. Salnicov T.V. Induced mutants at selection programs of cross-breeds // In the book “Chemical mutagenesis and hybridization”, M., “Science”, – 1978, – P. 33-44.



Хайретдинов С.С.

Кандидат биологических наук, доцент, Башкирский государственный университет

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД БАШКИРАМИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА

Аннотация

Цель исследования выявление дикорастущих ягодных растений, использовавшихся башкирами в пищу. Проводился опрос для установления заготавливаемых ягод, объемов заготовок и способов их длительного хранения. Установлено, что бурзянскими башкирами применялись плоды 12 видов, относящихся к 3 семействам растений. Результаты могут использоваться для расширения ассортимента и способов длительного и экономичного хранения плодов местных растений.

**Ключевые слова:** башкиры, растения, ягоды, хранение.

Khairtudinov S.S.

PhD in biology, Associate Professor, Bashkir State University

## THE USE AND STORAGE OF WILD BERRIES BY BASHKIRS IN THE FIRST HALF OF THE XX CENTURY

Abstract

The purpose of the investigation is to identify wild berries considered edible by Bashkirs. The survey was conducted to establish the harvested berries, their volumes and methods of long-term storage. It is found out that the Burzyan Bashkirs used fruit of 12 species belonging to three families of plants. The results can be used to extend the range and long-term and cost-effective ways of storing fruit of local plants.

**Keywords:** Bashkirs, plants, berries, storage.

Изучение использования в быту дикорастущих пищевых растений различными этносами является одним из актуальных разделов современной этноботаники и ботанического ресурсосведения. Широкое использование дикоросов присуще и башкирам, обитающим на территории Южного Урала и прилегающих регионах уже несколько веков. Исследование особенностей использования их башкирами, и другими народами Урала имеет большое значение для выявления общих закономерностей влияния природных условий на особенности быта народов в зоне контакта Европы и Азии.

Ранее отмечалось, что “башкиры ... ягоды собирали всевозможные: полевую клубнику, землянику, малину, красную и черную смородину, ежевику, костянику, полевые вишни, и особенно в большом количестве черемуху... в золе башкиры пекли сарану” [2, с. 126]. Богатая фауна и флора башкирского края позволяли сочетать скотоводство с охотой, бортничеством, рыболовством, сбором плодов и корней растений. Существенно разнообразило меню употребление в пищу башкирами черемухи, клубники, земляники, малины, смородины, ежевики, костяники и дикой вишни. Ягоды употреблялись как свежие, так и в виде пастилы, сушеную черемуху и вишню употребляли для пирогов. Ели также корни и листья растений. Э.В. Мигранова [1, с. 29] считает, что употребление в пищу дикорастущих съедобных трав и корней (дикого лука, чеснока, борщевика, сараны и др.), а также ягод и плодов связано с присваивающим хозяйственно-культурным типом и относится к раннему пласту системы питания башкир. Многие дикорастущие пищевые растения, особенно плодово-ягодные (ежевика, земляника зеленая и лесная, малина, черемуха, шиповник и др.) в Башкортостане и в соседних регионах башкирами всё ещё используются массово. С.Н. Шитова [5, с. 130] указывает, что курганские башкиры даже в наши дни: “Из дикой вишни, полевой клубники, черной смородины, костяники, боярышника делают тонкую сухую пастилу или ягоды сушат и употребляют для начинки пирогов”. Тулвинские татары и башкиры из дикорастущих растений в пищу использовали лесные и луговые ягоды: клубнику, землянику, смородину, малину, калину, черемуху, рябину, режу, в качестве лакомства ежевику и костянику. Достаточно широко использовали дикорастущие травы: пиканы, молодые побеги борщевика, щавель, кислицу, медуницу, молодой стебли мать-и-мачехи [3, с 86, 87].

Исследования проводились в 2011–2013 гг. в Бурзянском р-не Башкортостана, издавна заселенном башкирами, которые составляют 96,7 % населения. Анкета, включала свыше 150 вопросов, в т. ч. и вопросы о применении дикорастущих ягодных растений. Возраст респондентов составил 62–86 лет. Начальное образование имели 16 респондентов, семи–восемилетнее – 7, средне-специальное – 3, высшее – 3, а М.Г. Байгильдина – неграмотная. До пенсии разнорабочими в колхозах работали – 10 человек, продавцами – 5, доярками и учителями – по 4, работниками культуры – 2, по одному – телеграфистом, поваром, пчеловодом, фельдшером и разнорабочим на заводе. Определение растений, уточнение их названий на русском и латинском языках проведены с использованием определителей растений и словаря С.С. Хайретдинова [4].

Установлено, что местные жители широко использовали в пищу дикорастущие ягоды. Заготавливались плоды не менее 12 видов дикорастущих растений, относящихся к семействам *Rosaceae* (10 видов), *Caprifoliaceae* и *Grassulariaceae* (по одному виду). Наиболее популярными были плоды *Padus avium* (указали 25 респондента), *Fragaria vesca* (23), *Viburnum opulus* (20), *Sorbus aucuparia* (19), *Fragaria viridis* (17), *Rubus idaeus* (16), *Cerasus fruticosa* (15), *Ribes nigrum* (9), *Rubus caesius* (5), *Rubus saxatilis* (3), а плоды видов рода *Rosa* и *Crataegus sanguinea* заготавливались редко. Возможно, это связано с тем, что в те годы, часто упомянутые в анкетах растения, имели крупные запасы и плодоносили обильно и ежегодно.

О популярности черемухи говорит и тот факт, что она не только упоминается чаще всех, но и указывается в анкетах обычно первым. У башкир плоды черемухи являются одними из любимых, для заготовки впрок они их мололи и получали черемуховую муку, из которой готовилось множество блюд. Земляника чаще указывается вторым, но иногда третьим или в конце списка и только 3 раза первым. Были популярны также плоды калины и рябины, но они практически всегда указываются в конце списка. Клубника по частоте упоминаний находится на 5 месте и чаще указывается третьей, но возможно, некоторые респонденты порусски ее ошибочно называют земляникой. Об объемах заготовок респонденты умолчали, только К.И. Юртбагитшев отметил, что обычно ягоды каждого растения его семья собирала не менее 2 ведер.

На вопрос: “Ягоды каких видов растений и каким образом заготавливались впрок?”, – 29 участников опроса отметили, что ягоды обычно сушили, 17 респондентов заявили, что из ягод делали пастилу, 4 сообщили о замораживании, 3 – о хранении ягод в топленом масле, а А.С. Каскинова о хранении их в толченом виде. Эти способы хранения позволяли башкирам пополнять дефицит витаминов даже зимой, так как в это время основу их рациона составляли мясные блюда. Длительное хранение ягод в сушеном виде 24 респондента упомянули первым, остальные 5 – вторым. О длительном хранении ягод в виде пастилы вспомнили 17 респондентов, этот способ первым отметили 6 респондентов, остальные 11 – вторым. Хранение ягод в замороженном виде практиковалось не часто, что было связано, в первую очередь, отсутствием холодильников. Но некоторые поздние ягоды хранились и в замороженном виде, в первую очередь это касается калины.

Состоятельные семьи могли хранить ягоды вишни, земляники, клубники в топленом масле. Каждая семья обычно применяла 2 способа хранения ягод (сушку и изготовление пастилы), 9 респондентов отметили только сушку, при этом ягоды обычно помещались в конопляные мешки. В настоящее время из-за резкого истощения запасов плоды боярышника и ежевики на зиму практически не заготавливаются, плоды рябины не используются из-за низких вкусовых качеств. Плоды остальных видов заготавливаются, но их хранят в виде варенья или замораживают в морозильниках. Пастила считается редким лакомством.

### Литература

1. Мигранова Э.В. Традиционная система питания башкирского народа / Э.В. Мигранова // Проблемы этногенеза и этнической истории башкирского народа. Материалы Всерос. науч.-практ. конф., посв. 70-летию С.Н. Шитовой. Уфа: Гилем, 2006. – С. 29–35.
2. Руденко С.И. Башкиры: Историко-этнографические очерки / С.И. Руденко. – М., Л.: Изд-во АН СССР, 1995. – 393 с.

3. Тулвинские татары и башкиры: Этнографические очерки и тексты / А.В. Черных [и др.]; отв. ред. А.В. Черных. – Пермь, 2004. – 456 с.
4. Хайретдинов С.С. Русско–башкирско–латинский словарь ботанических терминов (роды растений) / С.С. Хайретдинов. – Уфа: Науч. изд-во Башкирская энциклопедия, 2002. – 60 с.
5. Шитова С.Н. Материальная культура / С.Н. Шитова // Курганские башкиры: Историко-этнографические очерки / С.Н. Шитова. – Уфа, 2002. – С. 104–152.

#### References

1. Migranova Je.V. Tradicionnaja sistema pitaniya bashkirskogo naroda / Je.V. Migranova // Problemy jetnogeneza i jetnicheskoj istorii bashkirskogo naroda. Materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., posv. 70-letiju S.N. Shitovoj. Ufa: Gilem, 2006. – S. 29–35.
2. Rudenko S.I. Bashkiry: Istoriko-jetnograficheskie ocherki / S.I. Rudenko. – M., L.: Izd-vo AN SSSR, 1995. – 393 s.
3. Tulvinskie tatarj i bashkiry: Jetnograficheskie ocherki i teksty / A.V. Chernyh [i dr.]; отв. ред. А.В. Черных. – Perm', 2004. – 456 s.
4. Hajretdinov S.S. Russko–bashkirsko–latinskij slovar' botanicheskij terminov (rody rastenij) / S.S. Hajretdinov. – Ufa: Nauch. izd-vo Bashkirskaja jenciklopedija, 2002. – 60 s.
5. Shitova S.N. Material'naja kul'tura / S.N. Shitova // Kurganskije bashkiry: Istoriko-jetnograficheskie ocherki / S.N. Shitova. – Ufa, 2002. – S. 104–152.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ / ENGINEERING

**Шимохин А.В.<sup>1</sup>, Алгазин Д.Н.<sup>2</sup>, Кирасиров О.М.<sup>3</sup>, Зарипова Н.А.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Магистр науки и техники, <sup>2</sup>Кандидат технических наук, <sup>3</sup>Кандидат технических наук, <sup>4</sup>Кандидат технических наук, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина (ОмГАУ им. П.А. Столыпина)

#### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПЕРИОДИЧНОСТИ РЕМОНТА**

*Аннотация*

*В статье предложена система технического обслуживания и ремонта на основе концепции всеобщего ухода за оборудованием, позволяющая определить критическое оборудование и приоритетные направления повышения производственной эффективности организации и обеспечивать уменьшение отказов и простоев оборудования при эксплуатации.*

**Ключевые слова:** техническое обслуживание и ремонт оборудования; планирование ремонтов; периодичность ремонта; трудоемкость восстановительных работ.

**Shimokhin A.V.<sup>1</sup>, Algazin D.N.<sup>2</sup>, Kirasirov O.M.<sup>3</sup>, Zaripova N.A.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Master of science and technology, <sup>2</sup>Candidate of Technical Sciences, <sup>3</sup>Candidate of Technical Sciences, <sup>4</sup>Candidate of Technical Sciences, Omsk State Agrarian University named P. A. Stolypin

#### **THE DEFINITION OF CRITICAL EQUIPMENT FOR MAKING DECISIONS ABOUT CHANGING PERIODICITY OF REPAIR**

*Abstract*

*The article proposes a system of technical maintenance and repair based on the concept of universal care equipment, allowing to determine the critical equipment and priority directions of increasing production efficiency and reducing failures and downtime of the equipment during operation.*

**Keywords:** maintenance and repair of equipment; scheduling repairs, frequency of repair; labour input repair.

Традиционно для организаций используется система плано-предупредительного ремонта оборудования, сущность которой заключается в том, что после отработки определенного количества часов проводятся различные виды плановых ремонтов оборудования и технического обслуживания, чередование и периодичность которых определяются конструктивными и технологическими особенностями, с учетом условий эксплуатации [1].

Многие организации вынуждены продлевать ресурс оборудования. Система плано-предупредительного ремонта не учитывает фактические требования оборудования в текущем ремонте. Поэтому возможно, что подлежащий ремонту механизм имеет допустимое техническое состояние или может произойти преждевременный выход механизмов из строя. Вследствие чего затраты на техническое обслуживание и ремонт существенно возрастают.

В системах ремонта и технического обслуживания по фактическому состоянию, используются различные системы и методы диагностирования.

Однако в таких системах диагностирование связано с большими затратами, не может охватить все системы оборудования и всю номенклатуру оборудования организации, требует привлечение специалистов [2].

Один из способов обеспечения надежности оборудования, в этих условиях, является изменение периодичности ремонтов и осмотров, однако, зачастую изменения периодичности носят субъективный характер, основываются на личном опыте и знаниях инженера ремонтной службы.

Для получения оптимального решения изменения периодичности необходимо основываться на методики анализа статистических данных о наработке до отказа.

При планировании ремонта, во-первых необходимо определить оборудование, для которого требуется изменение периодичности ремонта.

Такое оборудование является критическим и несет наибольшие потери от простоев и затрат на восстановительные ремонты. Признаком критического оборудования является средняя наработка до отказа меньше межремонтного периода. Определение такого оборудования на этапе планирования ремонта, позволит оптимально изменить периодичность ремонта с учетом средней наработки до отказа.

Предложено определять критического оборудования методом статистической классификации [3], по параметрам средней наработки до отказа и средних затрат на восстановительные работы оборудования. Для определения принадлежности оборудования к критическому классу необходимо создать эталонные значения этого класса с помощью обобщенного параметра. При росте безотказности оборудования средняя наработка до отказа растет, а затраты на восстановительные работы уменьшаются тогда обобщенный параметр рассчитывается по формуле:

$$\Omega_{\text{крит}} = \frac{\sum T_i}{\sum C_i} \quad (1)$$

где  $\sum T_i$  – сумма средних значений наработки до отказа оборудования,  $\sum C_i$  – сумма трудоемкости ремонтов оборудования.

Для получения этих значений можно использовать значения трудоемкости ремонтно-восстановительных работ основных узлов определенного оборудования. И для каждого варианта средней наработки меньше межремонтного периода рассчитывать соответствующее значение трудоемкости. Применяя данный метод, получают регрессионные уравнения, которые в дальнейшем позволяют получить эталонные значения при различном значении межремонтного периода для определенных групп оборудования.

Для того чтобы проверить оборудование на принадлежность к критическому классу рассчитывается обобщенная точка данного оборудования (формула 2) и определяется её положение относительно эталонной точки.

$$\Omega_i = \frac{\bar{T}_i}{C_i} \quad (2)$$

Где  $\bar{T}_i$  – среднее значение наработки до отказа  $i$  – ого оборудования,  $C_i$  – трудоемкость восстановительных работ оборудования за межремонтный период.

К критическому относиться оборудование, если выполняется условие:

$$K_i = \Omega_{\text{крит}} - \Omega_i > 0 \quad (3)$$

При планировании процесса ремонта, с использованием статистического анализ наработки до отказа, определяется количество возможных отказов, а, следовательно, устанавливается межосмотровый период равный или меньше наработки, при которой возможно возникновение отказа для данного оборудования.

Рассмотрим в качестве примера, значения трудоемкости ремонтно-восстановительных работ для различных узлов фрезерных станков с ЧПУ 6P11Ф3, 6S20Ф3, 6P13Ф3 по укрупненным типовым нормам времени на работы по ремонту металлорежущего оборудования [4].

Таблица 1 - Значения трудоемкости ремонтно-восстановительных работ

Наименование операции	чел/ч.
Ремонт системы охлаждения	2,1
Ремонт шпиндельной головки	8,91
Ремонт коробки скоростей	6
Ремонт стола и салазок	31
Ремонт консоли	14,9
Ремонт гидрооборудования	2,9
Ремонт системы смазки	5,18
Ремонт пульта управления	5
Демонтаж панели электрошкафа	4,45
Ремонт панели управления	2,9
Ремонт панели электрошкафа	5,4
Ремонт электропривода	11,9

Среднее время аварийно- восстановительных работа для данных станков 8,4 чел/ч. Далее для возможных значений межремонтного периода данных станков, рассчитывается обобщенный параметр 2, таблица 2.

Таблица 2 - Данные для расчета обобщенного параметра при различном значении межремонтного периода

Межрем. период, ч.		Межрем. период, ч.		Межрем. период, ч.	
1500		2000		3000	
Наработка до отказа, ч	Затраты на восстановительные работы, ч	Наработка до отказа, ч	Затраты на восстановительные работы, чел/ч	Наработка до отказа, ч	Затраты на восстановительные работы, чел/ч
200	50,32	200	67	200	100,64
300	33,5	300	42	300	67
400	25,16	400	42	400	58,7
600	16,7	600	25,16	600	42
800	8,4	800	17	800	25
1000	8,4	1000	25,16	1000	25
1200	8,4	1200	8,4	1200	16
1400	8,4	1400	8,4	1400	16
-	-	1600	8,4	1600	8,4
-	-	1800	8,4	1800	8,4
-	-	-	-	2000	8,4
-	-	-	-	2200	8,4
-	-	-	-	2400	8,4
-	-	-	-	2600	8,4
-	-	-	-	2800	8,4
Средние значения		Средние значения		Среднее значение	
736,345	19,9	936,5	25,16	1425	27,4
Обобщенный параметр		Обобщенный параметр		Обобщенный параметр	
37,4		37,5		52,02	

Полученные эталонные значения, позволяют определить принадлежность данного оборудования по условию 3 к критическому классу, при различных межремонтных периодах, установленных в организации.

Для планирования ремонта критического оборудования проводится статистический анализ наработки до отказа, определяется закон распределения и уточняется значение средней наработки до отказа. Межосмотровой период принимается равным или меньше средней наработки до отказа. При осмотре могут быть найдены и устранены дефекты, либо устранение этих дефектов может быть включено в текущий ремонт. Межремонтный период определяется в соответствии со структурой межремонтного цикла.

Оперативное оценивание оборудования по обобщенному параметру позволяет, на этапе планирования ремонта, определить критическое оборудование и принять решение об изменении периодичности ремонта в соответствии с результатом статистического анализа наработки до отказа.

Предложенные мероприятия снижают к минимуму потери связанные с простоем оборудования вследствие аварий или выполнением работ непредусмотренных при плановом ремонте.

## Литература

1. Якобсон, М.О. Система плано-предупредительного ремонта/ М.О.Якобсон // Издательство: Машиностроение, 1967 – 460 с.
2. Ахтулов, А.Л. Применение вибродиагностики в условиях функционирования системы технического обслуживания и ремонта оборудования / А.Л. Ахтулов, Л.Н. Ахтулова, А.В. Шимохин // Омский научный вестник. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2012. - № 3(113). - С. 109-111
3. Гаскаров, Д.В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры/Д.В. Гаскаров, Д.В. Голинкевич, А.В. Мозгалевский // - М.: Сов. Радио, 1974.- 224 с.
4. Типовые укрупненные нормы времени на работы по ремонту станков с числовым программным управлением (по видам ремонта) [Электронный ресурс]: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902124632>

## References

1. Jakobson, M.O. Sistema planovo-predupreditel'nogo remonta/ M.O.Jakobson // Izdatel'stvo: Mashinostroenie, 1967 – 460 s.
2. Ahtulov, A.L. Primenenie vibrodiagnostiki v usloviyah funkcionirovaniya sistemy tehniceskogo obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya / A.L. Ahtulov, L.N. Ahtulova, A.V. Shimohin // Omskij nauchnyj vestnik. – Omsk: Izd-vo OmGTU, 2012. - № 3(113). - S. 109-111
3. Gaskarov, D.V. Prognozirovaniye tehniceskogo sostojaniya i nadezhnosti radiojelektronnoj apparatury/D.V. Gaskarov, D.V. Golinkevich, A.V. Mozgalevskij // - M.: Sov. Radio, 1974.- 224 s.
4. Tipovye ukрупnennye normy vremeni na raboty po remontu stankov s chislovyim programmnyim upravleniem (po vidam remonta) [Elektronnyj resurs]: jelektronnyj fond pravovoj i normativno-tehnicheskoy dokumentacii – rezhim dostupa: <http://docs.cntd.ru/document/902124632>

**Асоян Н. ДЖ.<sup>1</sup>, Минасян З. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Магистр; <sup>2</sup>Кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении

### МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА В ЦЕХАХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

#### Аннотация

*Предложен метод прогнозирования теплового режима в цехах предприятий легкой промышленности на основе проведенных экспериментов и формулы Миссенарда. Приведен конкретный пример прогнозирования теплового режима в цехе влажно-тепловой обработки швейных изделий.*

**Ключевые слова:** тепловой режим, тепловыделения, влаговыделения, эффективная температура, влажно-тепловой обработка.

**<sup>1</sup>ASOYAN N. J., <sup>2</sup>MINASYAN Z. A.**

<sup>1</sup>Master, <sup>2</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Engineering University of Armenia

### THE METHOD OF PROGNOSIS OF THERMAL REGIME IN THE WORKSHOPS OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES

#### Abstract

*Method of prognosis of thermal regime in the workshops of light industry on the basis of the experiments and the Misenard's formula. And a specific example of the prognosis of thermal regime has been carried out in workshops of moisture-releasing treatment of sewing production.*

**Keywords:** thermal regime, heat dissipation, moisture release, effective temperature, the wet and thermal processing.

**Введение.** Качество выпускаемой предприятием продукции в основном определяется совершенством технологического оборудования, процессов обработки, а также тепловым режимом в различных цехах предприятия.

Тепловой режим в цехах предприятия характеризуется абиотическими факторами производственной воздушной среды: температурой, давлением, влажностью и скоростью движения, а также наличием вредных веществ. Поэтому оценка теплового режима в цехах предприятий представляет важную актуальную задачу, решение которой позволит управлять процессом производства, повышая его эффективность и качество выпускаемой продукции.

**Постановка задачи и обоснование методики.** Оценку теплового режима в цехах предприятий легкой промышленности предлагается проводить по результатам проведенных экспериментов и величине конечной эффективной температуры воздушной среды, установившейся в цехах за счет тепло- и влаговыделений от технологического оборудования.

Эффективная температура - температура неподвижной воздушной среды, насыщенной водяными парами, в которой человек испытывает субъективно такое же ощущение комфорта, как и в среде, для которой находится эффективная температура. Для определения величины конечной эффективной температура воздушной среды воспользуемся формулой Миссенарда [1]

$$t_{32} = t_2 - 0,4(t_2 - 10) \left(1 - \frac{\varphi_2}{100}\right), \quad (1)$$

где  $t_2$  - конечная температура воздушной среды в рассматриваемом цехе, °С;  $\varphi_2$  - конечная относительная влажность воздушной среды в том же цехе, %.

Для оценки теплового режима в цехе предприятий легкой промышленности предлагается следующая шкала, полученная на основе проведенных исследований теплоощущений работников цехов (табл. 1).

Исследования проводились на швейных предприятиях города Гюмри Республики Армения при различных сочетаниях тепло- и влаговыделений в цехах влажно-тепловой обработки швейных изделий. Теплоощущения 11 экспертов оценивались по заполненным ими опросным листам.

Таблица 1 - Эффективная температура воздушной среды в зависимости от теплоощущений экспертов

Эффективная температура, °С	> 30	24-30	Зона комфорта			1-6
			18-24	12-18	6-18	
Теплоощущения работников	Очень жарко	Жарко	Тепло	Умеренно тепло	Прохлада-но	Умеренно прохладно

Конечная температура в цехе фиксировать при помощи термометра марки ТТН N 4, а относительная влажность воздушной среды - по показаниям психрометра марки Вит-2 в конце рабочей смены.

Величину тепло- и влаговыделений технологическим оборудованием ( $Q_{т.о}$  и  $W_{т.о}$ ) на предприятиях легкой промышленности определяем согласно данным, приведенным в [2].

Тепловыделения от искусственного освещения определяем по формуле [2]

$$Q_{осв} = N_{осв} \cdot \eta, \quad (2)$$

где  $N_{осв}$  - суммарная мощность источников освещения, кВт;  $\eta$  - коэффициент перехода электрической энергии в тепловую, равный 0,92...0,97.

Тепловыделения от работников определяем по формуле [2]

$$Q_{раб} = q_{раб} \cdot n_{раб}, \quad (3)$$

где  $q_{раб}$  - тепловыделения одного работника (при легкой работе - 0,12 кВт, при работе средней тяжести - 0,145 кВт, при тяжелой физической работе - 0,175 кВт);  $n_{раб}$  - количество работников цеха.

Количество тепла, поступающего в цех от солнечной радиации определяется по формуле [2]

$$Q_{рад} = F_{ост} \cdot q_{ост} \cdot A_{ост}, \quad (4)$$

где  $F_{ост}$  - поверхность остекления, м<sup>2</sup>;  $q_{ост}$  - количество тепла, поступающего в цех через 1 м<sup>2</sup> остекленной поверхности, кВт/м<sup>2</sup>;  $A_{ост}$  - коэффициент, зависящий от количества рядов стекол и степени их загрязнения (для двойного остекления в одной раме - 1,15, для обычного загрязнения - 0,8).

Количество влаги, выделяемой находящимися в цехе работниками, определяем по формуле [2]

$$W_{раб} = u_{раб} \cdot n_{раб}, \quad (5)$$

где  $u_{раб}$  - влаговыделения каждого работника ( $u_{раб} = 0,1$  кг/ч).

Количество тепла и влаги, выделяющейся в цехе, определяем по следующим формулам

$$Q_{изб} = Q_{т.о} + Q_{раб} + Q_{рад} \quad (6)$$

$$W = W_{т.о} + W_{раб}. \quad (7)$$

Приведенная методика оценки экологической обстановки в цехах предприятий легкой промышленности справедлива для теплового и переходного периодов года. Ее можно использовать и для холодного периода года, но в этом случае формулу (6) необходимо записать в виде

$$Q_{изб} = Q_{т.о} + Q_{раб} + Q_{рад} - Q_{т.п}, \quad (8)$$

где  $Q_{т.п}$  - теплопотери цеха, кВт.

**Результаты исследования.** В качестве примера проведем расчет конечной эффективной температуры в цехе влажно-тепловой обработки швейной фабрики размерами (12 · 12 · 6) м, где установлено следующее технологическое оборудование: три гладильных прессы и пять электропаровых утюга мощностью 0,8 кВт.

Тепловыделения от одного гладильного прессы составляют 9,3 кВт, а от одного электропарового утюга - 2,5 кВт. Влаговыделения от одного гладильного прессы составляют 3,0 кг/ч, а от одного электропарового утюга - 0,45 кг/ч.

Оценку теплового режима проведем при следующих исходных данных:  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ ,  $n = 10$ ,  $F_{ост} = 14$  м<sup>2</sup>,  $q_{ост} = 0,07$  кВт/м<sup>2</sup>,  $N_{осв} = 3$  кВт,  $n_{раб} = 10$ .

Для оценки теплового режима используем формулы (1)-(8). Результаты оценки сводим в табл. 2.

Таблица 2 - Параметры и результаты для оценки экологической обстановки в цехе влажно-тепловой обработки швейных изделий

Параметр	1	2	3	4	5	6
	$Q_{т.о}$ , кВт	$W_{т.о}$ , кг/ч	$Q_{осв}$ , кВт	$Q_{раб}$ , кВт	$Q_{рад}$ , кВт	$W_{раб}$ , кг/ч
Значение	40.4	11.25	2.76	1.45	0.784	1
Параметр	7	8	9	10	11	
	$Q_{изб}$ , кВт	$W$ , кг/ч	$t_2$ , °C	$\varphi_2$ , %	$t_{э2}$ , °C	
Значение	42.634	12.25	30	44	25	

**Выводы.** В цехе влажно-тепловой обработки швейного предприятия в конце рабочей смены устанавливается достаточно высокая температура воздушной среды (30 °C) и относительная влажность (44 %). Эффективная температура воздуха равна 25 °C, что по предложенной нами шкале соответствует теплоощущениям работников, оцениваемых как "жарко". Для достижения комфортных теплоощущений и снижения конечной температуры воздушной среды необходимо усилить работу системы общеобменной вентиляции или увеличить объем цеха. Предложенную методику оценки теплового режима в производственных цехах можно применить и для других отраслей промышленности, но для этого необходимо исследовать теплоощущения работников этих цехов.

#### Литература

1. Missenard A. L. Homme et le climat. - Paris, 1936. - 186 p.
2. Колесникова Т. К. Отопление, вентиляция, сушка. - М.: Легкая индустрия, 1972. - 240 с.

#### References

1. Missenard A. L. Homme et le climat. - Paris, 1936. - 186 p.
2. Kolesnikova T. K. Otoplenie, ventiljacija, sushka. - M.: Legkaja industrija, 1972. - 240 s.

#### Бирюков В.К.<sup>1</sup>, Власов А.В.<sup>2</sup>, Демченко К.Н.<sup>3</sup>

Аспиранты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный лесотехнический университет" 620100 Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д.37

#### ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

#### Аннотация

Систематизированы проблемы транспортных систем городов, дана оценка системного подхода к решению транспортных проблем. Рассмотрены пути эффективного решения проблем транспортных систем городов. Даны рекомендации для разработки программ по развитию дорожных сетей городов страны.

**Ключевые слова:** организация и безопасность дорожного движения, транспортная система, транспортное планирование городов

**PROBLEMS OF URBAN TRANSPORT SYSTEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS**

**Abstract**

*Systematized problems of transport systems of cities, the estimation of systematic approach to solving transport problems. The ways of effectively addressing urban transport systems. Recommendations for the development of programs for the development of road networks cities.*

**Keywords:** organization and road safety, transport system, transport planning cities

Среди проблем транспортных систем городов одной из ключевых в настоящий момент для России является нормативно-правовая база, ибо грамотная и полноценная правовая база – это основа успеха транспортной политики.

Основные проблемы функционирования транспортных систем городов едины для всех. Их можно систематизировать и разделить на объективные и субъективные проблемы.

Объективные проблемы:

- Рост уровня автомобилизации населения;
- Увеличение интенсивности использования индивидуально транспорта;
- Снижение эффективности городского пассажирского транспорта;
- Увеличение потребности жителей города в перемещениях;
- Диспропорция между уровнем автомобилизации и темпами дорожного строительства;
- Градостроительно-планировочные проблемы развития городской территории.

Субъективные проблемы:

-Несовершенство системы организации и управления развитием дорожно-транспортного комплекса;

-Недостаточная законодательная база на местном и региональном уровне в области управления транспортной системой города, региона;

-Недостаточная информационная составляющая при принятии управленческих решений;

-Недостатки финансирования развития дорожных сетей и транспортной инфраструктуры;

-Нерешенность имущественных вопросов и вопросов разграничения прав собственности и управления объектами транспортной инфраструктуры;

-Негативное влияние человеческого фактора.

Системный подход к решению транспортных проблем - это осуществление на государственном уровне сложной интегрированной политики на основе синтеза систем управления транспортом, градостроительства, землепользования и организации дорожного движения, реализуемой через соответствующие отраслевые и правовой базы. Только такой синтез управления становится необходимым условием ликвидации транспортного коллапса в крупных городах.

Пути эффективного решения проблем транспортных систем городов:

-совершенствование отраслевой правовой базы и методов государственного управления автомобильным транспортом и системной организацией дорожного движения;

-рациональное комплексное транспортное и градостроительное планирование;

оперативная организация дорожного строительства и максимальное сохранение существующей дорожной сети;

-внедрение современных систем управления движением городского транспорта, обеспечивающих равноправный доступ участников дорожного движения к имеющимся ресурсам магистральных автотранспортных сетей.

Камнем преткновения в решении современных проблем в транспортной отрасли в целом сегодня является несовершенство нормативно-правовой базы, обеспечивающей реализацию транспортной политики крупных городов с учетом их специфических особенностей. Принимаемые законодательные акты грешат большим количеством недочетов и упущений, а также отсутствием четкого и всестороннего разграничения предметов в ведении между федеральным, региональным и местным уровнями управления.

Система показателей состояния транспортной системы города:

-Планировочные показатели;

-Показатели организации и безопасности движения;

-Финансовые показатели;

-Перевозочные показатели;

-Подвижность населения;

-Показатели соотношения общественного и частного транспорта;

-Показатели воздействия транспорта на внешнюю среду.

В настоящее время на федеральном уровне власти заботы в сфере организации дорожного движения взял на себя Департамент государственной политики в области дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. Для управления на регионально-муниципальном уровне в Закон об общих принципах организации законодательных и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации следует прописать обязанности субъектов по организации и обеспечению безопасности дорожного движения. Отдельно следует выделить создание специального органа в структуре органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации, непосредственно обеспечивающего реализацию государственной политики в области организации и обеспечения безопасности дорожного движения. Таким специальным органом должен стать Центр управления и организации дорожного движения.

Для оперативного управления и проведения слаженной государственной политики по рассматриваемым сегодня вопросам необходимо разработать и принять документ, определявший на ближайшую перспективу необходимость реализации государственных стратегических мер по выводу деятельности в сфере ОДД и транспортного планирования на лидирующие позиции.

Таким документом может стать Концепция государственной стратегии в сфере организации дорожного движения и транспортного планирования городов. Концепция станет основой для разработки принятия программ по развитию дорожных сетей городов страны.

Цель государственной политики – повышение качества жизни населения путем обеспечения гарантированной надежности, безопасности, устойчивости, адаптивности, эффективности функционирования транспортных систем городов. В концепции должны быть рассмотрены три уровня воздействия: управленческие, законодательные, организационно-технические в отношении пяти объектов приложения концепции.

**Литература**

1. Ваксман С.А. Транспортные системы городов: наука и практика первого десятилетия XXI века // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: Материалы X международной НПК. - Екатеринбург, 2004. - С. 12-18.
2. Вукан Вучик. Транспортные системы Москвы и возможные решения // ACADEMLA, архитектура и строительство. - 2005. - № 4.
3. Гамазин И.В. Современное состояние российских автомобильных дорог // Бюллетень транспортной информации. - 2007. - № 3.
4. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов. - М.: Транспорт, 1990. - 240 с.

#### References

1. Vaksman S.A. Transportnye sistemy gorodov: nauka i praktika pervogo desjatiletija XXI veka // Social'no-jekonomicheskie problemy razvitija transportnyh sistem gorodov i zon ih vlijanija: Materialy X mezhdunarodnoj NPK. - Ekaterinburg, 2004. - S. 12-18.
2. Vukan Vuchik. Transportnye sistemy Moskvy i vozmozhnye reshenija // ACADEMLA, arhitektura i stroitel'stvo. - 2005. - № 4.
3. Gamazin I.V. Sovremennoe sostojanie rossijskih avtomobil'nyh dorog // Bjulleten' transportnoj informacii. - 2007. - № 3.
4. Lobanov E.M. Transportnaja planirovka gorodov. - M.: Transport, 1990. - 240 s.

**Бирюков В.К.<sup>1</sup>, Власов А.В.<sup>2</sup>, Демченко К.Н.<sup>3</sup>**

*Аспиранты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный лесотехнический университет" 620100 Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д.37*

#### ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ НАГРУЗОК НА УЛИЧНО-ДОРОЖНУЮ СЕТЬ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

*Аннотация*

*Проведен анализ основных инструментов для уменьшения нагрузки на улично-дорожную сеть. Рассматривался зарубежный опыт реализации транспортной стратегии. Описаны проблемы транспортного планирования. Рассматривался вопрос организации контроля доступа к автомобильным дорогам.*

**Ключевые слова:** градостроительное регулирование, транспортное планирование, дорожное движение, контроль доступа, координированное управление.

**Biriukov V.K.<sup>1</sup>, Vlasov A.V.<sup>2</sup>, Demchenko K.N.<sup>3</sup>**

*Postgraduate student, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Ural State Forestry University" 620100 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Siberian highway, 37*

#### TOOLS TO REDUCE THE LOAD OF ROAD NETWORK IN MAJOR CITIES

*Abstract*

*The analysis of the main tools for reducing the load on the road network. Considered foreign experience implementing transport strategy. The problems of transport planning. Addressed the issue of the organization to control access to the road.*

**Keywords:** town planning, transport planning, traffic, access control, coordinated management.

Существуют три основных инструмента, для уменьшения нагрузок на улично-дорожную сеть, которые, к сожалению, редко упоминаются в российской градостроительной и транспортной литературе и периодике, но широко используются за рубежом. Это градостроительное регулирование, транспортное планирование и управление скоростными дорогами.

Градостроительное регулирование. Для российских архитекторов характерно стремление к увеличению плотности, тогда как транспортное сообщество имеет противоположную точку зрения, защищая идею снижения плотности застройки и расселения в наших городах.

Эта идея успешно реализуется в Европе. В качестве примера можно рассмотреть соразмерную Москве агломерацию Иль де Франс, в которую входят Париж и пригороды. За столетие с небольшим она претерпела эволюцию: Париж превратился из «галльского колпака» в «широкополое сомбреро». Сейчас это несколько департаментов, собственно Париж - департамент 75 с населением 2 миллиона - имеет плотность 200 человек на гектар. Остальные департаменты, входящие в состав агломерации, имеют плотность гораздо ниже.

Это произошло после того, как в 1960-е годы была принята концепция децентрализации и создания новых городов-спутников. Было обеспечено перемещение в эти города бизнеса, промышленности, учебных заведений.

Была сформирована и реализована транспортная стратегия: около 550 километров скоростных дорог, 4 трансмагистральных шоссе, которые, минуя Парижскую метрополию, соединили новые города-спутники, а также RER - Региональный скоростной железнодорожный транспорт - около 580 километров, из которых 70 в центре Парижа - подземные. В результате этих градостроительных и проектных усилий 60 % поездок в Париж осуществляется на общественном транспорте. Этот опыт агломерационного развития, развития региональных систем скоростного транспорта будет востребован у нас, в России.

Транспортное планирование. Важнейший инструмент градостроительного проектирования – это транспортное планирование, которое сегодня в России практически забыто. В 1985 году в Генплане Иркутска присутствовали расчеты матрицы корреспонденций, построение картограмм, пассажиропотоков, прогнозы интенсивности движения. В 2004 году Генплан делается без всех этих расчетов, все последующие проектные работы не содержат каких-либо прогнозов по интенсивности движения. Мы явно деградируем по сравнению с советским периодом.

При решении этой проблемы можно столкнуться с целым рядом трудностей. В первую очередь необходимы исходные данные: без точной оценки транспортного спроса невозможно получить качественные результаты. Во-вторых, следует учитывать появление объектов нового типа – объектов массового тяготения, крупных торговых центров.

Во всем цивилизованном мире проектировщики снабжают руководствами, справочным материалом, где содержатся необходимые числовые характеристики для расчета объема тяготения к торговым объектам и наоборот, объем поездок, генерируемый этим объектом в обратном направлении. В США институт инженеров-транспортников выпустил уже восьмое издание справочника по расчету генерирования поездок. Аналогичные руководства для проектировщиков необходимо делать и в России.

Управление городскими скоростными дорогами. Большинство российских городов пока не имеют городских скоростных дорог, тогда как в американской практике городские скоростные дороги осваивают от 30 до 50% пробега автомобильного транспорта в черте города. Это очень важный инструмент разгрузки всей остальной улично-дорожной сети.

Архитектурное сообщество России отрицательно относится к городским скоростным дорогам и уверовало, что главной панацеей от наших бед является капиллярная улично-дорожная сеть. Причина этого в том, что имеющиеся скоростные дороги доступны каждые 50 метров и быстро обрастают торговыми объектами. Пример этому – Московская кольцевая автодорога.

Чтобы этого избежать, необходимо на стадии норм проектирования дорог вводить понятие «контроль доступа» - который является очень важным элементом строительной политики и базой для применения различных средств организации движения, включая ИТС.

В рамках комитета по транспортным услугам в США, например, действует специальный подкомитет, который занимается только разработкой норм и руководств в области контроля доступа к автомобильным дорогам, в том числе в области обеспечения



доступа к автомобильным дорогам от объектов массового тяготения. Соответствующую нормативную базу необходимо разработать и в России.

Следующая задача - координированное управление городскими скоростными дорогами и сетью регулируемых улиц, в том числе координированная работа съездов со скоростной дороги и прилегающей регулируемой улично-дорожной сети.

Также необходимо заниматься развитием техники расчета прогнозирования длины очереди и вменить в наши нормы новое понятие «функциональная территория перекрестка». В этом случае у нас будет полный инструментарий для управления насыщенными улично-дорожными сетями.

Еще одна очень важная проблема, которая относится ко всем перечисленным - это методическое обеспечение инженеров, работающих в области организации движения и транспортного планирования. У нас острая нехватка современных руководств и пособий, без которых невозможно воспитывать грамотных специалистов, способных обеспечивать эффективную организацию дорожного движения в наших городах сегодня и в будущем.

#### Литература

1. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения. – М.: Транспорт, 1991. – 183 с.
2. Луканин В. Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда– 2: Учеб. пособие для вузов/ В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, М. В. Яшина; Под ред. В. Н. Луканина. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 646 с.
3. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.
4. Современные методы организации дорожного движения/ В. П. Мовчан, Н. И. Артемов, Р. А. Файзрахманов и др.; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2000. – 300 с.

#### References

1. Konopljanko V. I. Organizacija i bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija. – M.: Transport, 1991. – 183 s.
2. Lukanin V. N. Avtotransportnye potoki i okružhajushhaja sreda– 2: Ucheb. posobie dlja vuzov/ V. N. Lukanin, A. P. Buslaev, M. V. Jashina; Pod red. V. N. Lukanina. – M.: INFRA-M, 2001. – 646 s.
3. Sil'janov V. V. Teorija transportnyh potokov v proektirovanii dorog i organizacii dvizhenija. – M.: Transport, 1977. – 303 s.
4. Sovremennye metody organizacii dorozhnogo dvizhenija/ V. P. Movchan, N. I. Artemov, R. A. Fajzrahmanov i dr.; Perm. gos. tehn. un-t. – Perm', 2000. – 300 s.

**Бирюков В.К.<sup>1</sup>, Власов А.В.<sup>2</sup>, Демченко К.Н.<sup>3</sup>**

*Аспиранты, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный лесотехнический университет" 620100 Свердловская область, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д.37*

#### ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ В ГОРОДАХ МИЛЛИОННИКАХ: БУДУЩЕЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

##### Аннотация

*Рассмотрено текущее положение в организации движения общественного транспорта. Предложены варианты развития доступности общественного транспорта. Предложен комплекс мероприятий для внедрения интегрированных транспортных систем.*

**Ключевые слова:** городская инфраструктура, транспортная система, приоритетные условия движения, транспортное обслуживание

**Biriukov V.K.<sup>1</sup>, Vlasov A.V.<sup>2</sup>, Demchenko K.N.<sup>3</sup>**

*Postgraduate student, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education "Ural State Forestry University" 620100 Sverdlovsk region, Ekaterinburg, Siberian highway, 37*

#### PUBLIC TRANSPORT IN MILLIONAIRE CITIES: THE FUTURE AND PROSPECTS

##### Abstract

*Review the current status in the organization of public transport. The variants of the availability of public transport. The complex of measures for the implementation of integrated transport systems.*

**Keywords:** urban infrastructure, transportation system, priority traffic conditions, transport service

Происходящие в России преобразования предъявляют новые требования к уровню согласованности всех сфер жизнедеятельности города, в том числе в системе пассажирских перевозок в крупных городах.

Пассажирский транспорт общего пользования обеспечивает около 85% трудовых и бытовых поездок населения в городском и пригородном сообщении и является важнейшей составной частью городской инфраструктуры.

Характерной чертой нашей жизни является приоритетное стремление к индивидуальным поездкам, а поездки на общественном транспорте считаются не престижными.

Выявив и проанализировав причины этого явления, возможно выработать рекомендации и разработать программы по повышению привлекательности для населения пассажирского транспорта и, как следствие, по разгрузке улично-дорожной сети города от доминирования легковых автомобилей.

Существующее положение:

- отставание развития общественного пассажирского транспорта от -имеющихся потребностей;
  - низкое развитие внеуличного скоростного пассажирского транспорта и сетей перехватывающих парковок;
  - недостаточное обеспечение приоритетности условий движения общественного пассажирского транспорта;
  - отсутствие привлекательности общественного пассажирского транспорта для населения;
  - недостаточная поддержка проектов развития общественного пассажирского транспорта;
  - рост и чрезмерное использование легкового автотранспорта;
  - транспортные заторы;
  - простой автобусов и троллейбусов в общем транспортном потоке
- производительность подвижного состава на перегруженных участках равна нулю.

Первая причина непопулярности общественного транспорта – постоянное увеличение затрат времени на поездки. Вторая причина – низкая комфортность передвижения на общественном транспорте ввиду его сверхнормативной перегруженности и технической отсталости подвижного состава.

Эти задачи не решить без создания и развития новой современной транспортной системы, в основе которой лежат интегрированные транспортные процессы. Под интегрированными транспортными процессами понимается совокупность функционирования всех видов общественного транспорта, обслуживание населения на основе единых стандартов по согласованным графикам движения с использованием общих пересадочных пунктов. При этом проездные документы должны быть унифицированы и максимально удобны.

Для внедрения интегрированных транспортных систем перед Министерством транспорта стоит задача формирования соответствующих законодательных актов.

На начальном этапе решения всего комплекса задач необходимо обеспечить приоритетные условия движения наземного пассажирского транспорта. Одновременно с увеличением скорости движения потребуется увеличить количество подвижного состава и сократить интервалы в расписании.

#### Комплекс мероприятий

- Развитие новой современной транспортной системы, в основе которой лежат интегрированные транспортные процессы;
- Развитие метрополитена;
- Развитие монорельсовой системы;
- Развитие информационных систем и технологий;
- Организация регулярных перевозок на маршрутах городских и пригородных сообщений;
- Замена микроавтобусов на автобусы средней и большой вместимости;

Если говорить о решении проблем транспортного обслуживания крупных российских городов на примере Москвы, то по убеждению Минтранса России планировать работу городского общественного пассажирского транспорта необходимо в увязке с:

- основными направлениями развития Москвы;
- социально-экономическими показателями развития города;
- распределением жилищных фондов, общественной и производственной застройки по территории города;
- прогнозами развития Московской области, в том числе территорий ближайшего пригорода;
- анализом закономерностей передвижения населения по транспортной системе, включая объемы пассажироперевозок, дальности поездки пассажиров и другие характеристики за последние 5 лет.

#### Литература

1. Агасьянц А.А., Каплан Г.Л. Структурно-планировочная организация транспортных систем взаимосвязанного расселения: Обзорная информация // Проблемы больших городов, вып. 23. - М.: МГЦНТИ, 1985.
2. Гудков В. А., Миротин Л. Б., Вельможин А. В., Ширяев С. А. Пассажирыские автомобильные перевозки: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия - Телеком. 2006. 448 с.
3. Рекомендации по разработке комплексных транспортных схем для крупных городов. - М.: Стройиздат, 1984.

#### References

1. Agas'janc A.A., Kaplan G.L. Strukturno-planirovochnaja organizacija transportnyh sistem vzaimosvjazannogo rasselenija: Obzornaja informacija // Problemy bol'shih gorodov, vyp. 23. - M.: MGCNTI, 1985.
2. Gudkov V. A., Mirotin L. B., Vel'mozhin A. V., Shirjaev S. A. Passazhirskie avtomobil'nye perevozki: Uchebnik dlja vuzov. - M.: Gorjachaja linija - Telekom. 2006. 448 s.
3. Rekomendacii po razrabotke kompleksnyh transportnyh shem dlja krupnyh gorodov. - M.: Strojizdat, 1984.

#### Гавшина О.В.<sup>1</sup>, Дороганов В.А.<sup>2</sup>, Евтушенко Е.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Аспирант, <sup>2</sup> Кандидат технических наук, <sup>3</sup> Доктор технических наук, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

#### РАЗРАБОТКА СОСТАВА МАСС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМОБЕТОНОВ КОРУНДОВОГО СОСТАВА

#### Аннотация

В статье приведены результаты исследований по подбору зернового состава заполнителя для композиционных материалов глиноземистого состава. В ходе исследований показана возможность получения керамобетона на основе заполнителя и связующего одного химического и фазового состава.

**Ключевые слова:** корунд, глинозем, искусственные керамические вяжущие, композиционные материалы, огнеупоры, керамобетоны.

#### Gavshina O.V.<sup>1</sup>, Doroganov V.A.<sup>2</sup>, Evtushenko E.I.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Postgraduate student, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, <sup>3</sup> Doctor of Technical Sciences, Belgorod State Technological University

#### DEVELOPMENT OF MASS PRODUCTION FOR CONCRETE CERAMIC CORUNDUM COMPOSITION

#### Abstract

The paper presents the results of studies on the selection of grain filler for composite materials aluminous composition. During researches demonstrated the possibility of obtaining on the basis of concrete ceramic filler and a binder of the same chemical and phase composition.

**Keywords:** corundum, alumina, ceramic binders, artificial, composite materials, refractory materials, ceramic concrete.

В тепловых агрегатах находят применение огнеупорные бетоны, набивные массы и крупные огнеупорные блоки. Основными их недостатками являются недостаточная плотность, снижение прочности при нагревании за счет разности химического и фазового состава вяжущего и заполнителя, недостаточное объемпостоянство, взаимодействие вяжущего с заполнителем с образованием легкоплавких эвтектик, что снижает огнеупорность материала и др. Частичное устранение этих недостатков возможно при применении керамобетонов, представляющих собой гетерогенные полифракционные композиции, состоящие из крупного огнеупорного заполнителя, промежутки между которыми заполнены дисперсной керамической связкой аналогичного химического и фазового состава с образованием прочного конгломерата. [1-5]

Керамобетонные материалы могут быть как неформованными, так и формованными, безобжиговыми и обожженными. Свойства керамобетона определяют составляющие компоненты и структура, которая формируется в процессе изготовления. При этом особое влияние на свойства керамобетона оказывают свойства вяжущего, прежде всего усадка при сушке и прочность после формования. [2] Одним из перспективных вяжущих для керамобетонов являются искусственные керамические вяжущие (ИКВ) различного состава, полученное по технологии ВКВС. [6-9]

В качестве сырьевых материалов для исследования и разработки корундовых керамобетонов было использовано искусственное керамическое вяжущее и заполнитель на основе корунда и  $\alpha$ -глинозема. Оптимальный зерновой состав заполнителя подбирался по значению коэффициента упаковки ( $K_{упок}$ ) и коэффициента уплотнения ( $K_{уплот}$ ), которые представлены табл.1.

Таблица 1 - Оптимальный зерновой состав заполнителя

№ зернового состава	Содержание фракций, %			$\rho_{нас.}$ , г/см <sup>3</sup>	$K_{уп}$
	$\alpha$ -глинозем	более 2,5мм	2,5-0,63 мм		
1		20	60	2,18	0,54
2		40	40	2,31	0,58

3	10	20	20	50	2,058	0,514
---	----	----	----	----	-------	-------

Для определения свойств огнеупора на основе корундового керамобетона были сформованы составы с различным содержанием вяжущего и заполнителя, в соответствии с в табл. 2.

Таблица 2 - Составы исследуемых керамобетонов

№ состава	№ зернового состава	Содержание ВКВС,%	Содержание заполнителя, %
1.1	1	30	70
1.2	1	35	65
2.1	2	30	70
2.2	2	35	65
3.1	3	57	43
3.2	3	60	40
3.3	3	63	37

Для каждого состава методом вибропрессования были изготовлены образцы-кубы которые частично были подвергнуты обжигу при температуре 1300°C. После чего были определены основные физико-механические характеристики, которые представлены на рис 1-3.

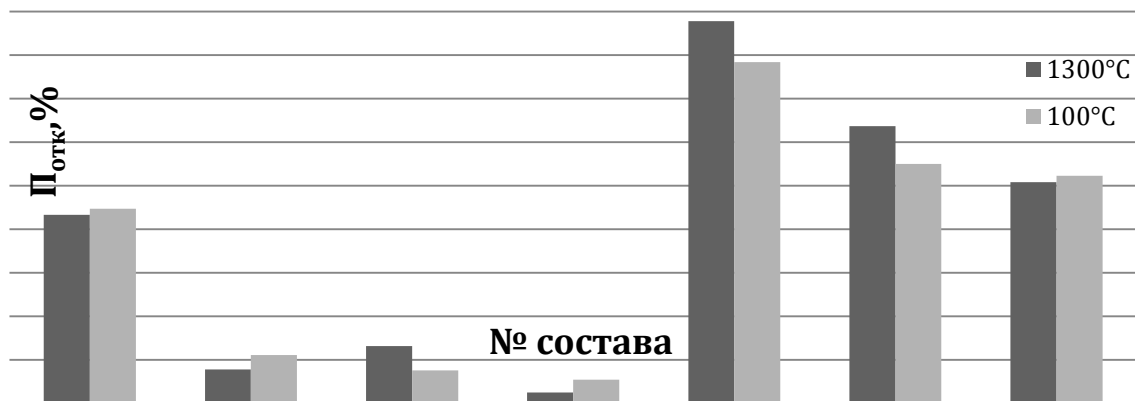


Рис. 1 - Диаграмма значений открытой пористости образцов различного зернового состава

На диаграмме видно, что значения пористости образцов четырехфракционного состава больше значений образцов трехфракционного состава. Наибольшими значениями 27-32% характеризуются образцы 3.1 и 3.2 с содержанием вяжущего 57% и 60% соответственно. В трехфракционных составах значение пористости составляет 18-20%, исключением являются образцы 1.1, имеющие в своем составе 60% фракции размерами 2,5-0,63мм и с содержанием ИКВ 30%. Значение пористости состава 1.1 в 1,4 раза превышает значения состава 1.2, содержащего 35% вяжущего.

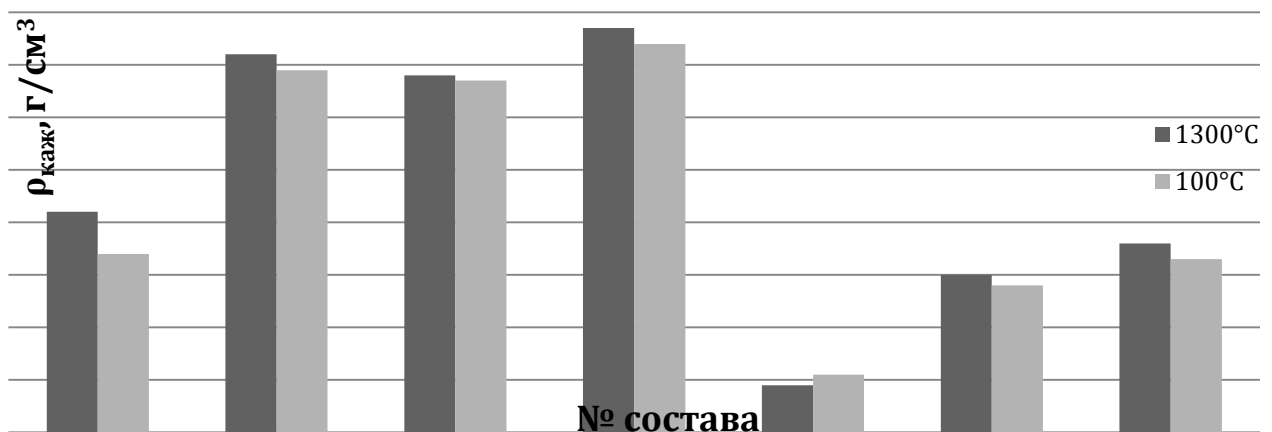


Рис. 2 - Диаграмма значений кажущейся плотности образцов различного зернового состава

Из диаграммы (рис. 2) видно, что плотность изделий напрямую зависит от фракционного состава заполнителя и содержания ИКВ. Наибольшей плотностью характеризуются образцы 2.1, 2.2 и 1.2, значения находятся в интервале 3,17-3,27г/см³. Плотность же образца 1.1, содержащего 30% ИКВ, на 10 % меньше чем у образца 1.2.

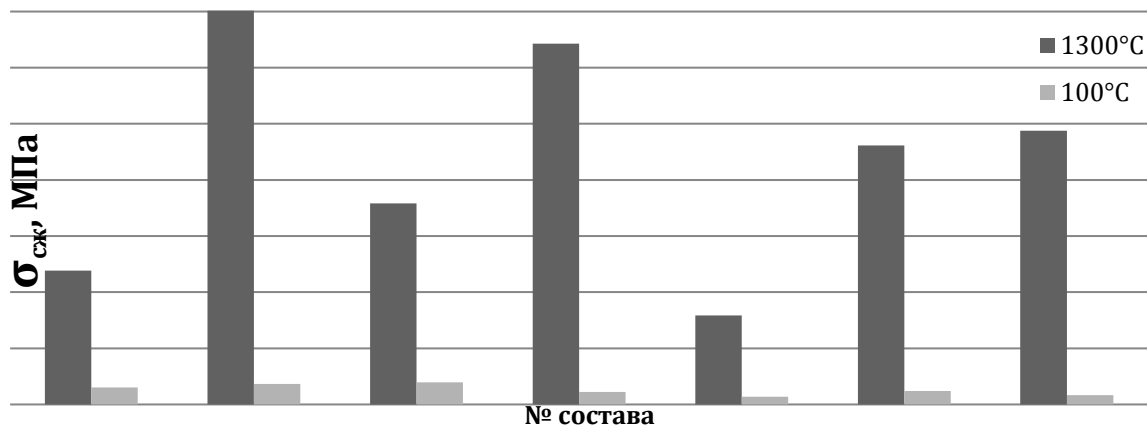


Рис. 3 - Диаграмма значений и прочности на сжатие образцов различного зернового состава

Для четырехфракционных составов наблюдается увеличение кажущейся плотности, по мере возрастания содержания в них высококонцентрированной вяжущей суспензии, но значения остаются ниже чем у образцов трехфракционных составов. На диаграмме (рис. 3) видно, что безобжиговые образцы имеют невысокую прочность (1-4 МПа) по сравнению с образцами, которые прошли термообработку 1300 °С (70 МПа). Для четырехфракционных составов характерно увеличение предела прочности при сжатии с увеличением содержания в них вяжущего компонента, так значения прочности образцов 3.2 и 3.3 более чем в 2,5 раза превышают прочностные характеристики образцов состава 3.1. Образцы с содержанием ИКВ 35% характеризуются максимальной прочностью 64-70 МПа, в 2,8 раза превосходит образцы с тем же фракционным составом, но с содержанием вяжущего 30%.

Таким образом по результатам исследований физико-механических характеристик экспериментальных составов подвергнутых термообработке при различной температуре был определен оптимальный состав для вибропрессования состав 2.2: 35% - ИКВ на основе корунда, 65% - корунда. Данный состав имеет следующие характеристики после термообработки  $\rho_{отк} = 17,5-18\%$ ,  $\rho_{каж} = 3,24-3,27 \text{ г/см}^3$ ,  $\sigma_{сж} = 64 \text{ МПа}$ .

Данный композиционный материал может быть использован в качестве футеровочного материала для различных тепловых установок, работающих при высоких температурах.

Данная работа выполнена в рамках РФФИ №14-43-08046.

#### Литература

1. Пивинский Ю. Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. М.: Metallurgija, 1990. 272с.
2. Пивинский Ю.Е. Основы технологии керамобетонов// Огнеупоры. 1978. №2. с. 34-42.
3. Гавшина О.В., Дороганов В.А. Разработка и исследование искусственных керамических вяжущих на основе глиноземистого сырья / Научные технологии и инновации (XXI Научные чтения): Междунар. науч.-практ. конф., (Белгород, 9-10 окт. 2014 г. ), Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. С. 70-73.
4. Дороганов Е.А., Дороганов В.А., Бельмаз Н.С., Тимошенко К.В., Трепалина Ю.Н., Перетокина Н.А., Немец И.И., Евтушенко Е.И., Зуев А.С. Разработка и исследование композиционных огнеупорных материалов на основе модифицированных дисперсных систем // Новые огнеупоры. 2009. № 11. С. 35–41
5. Евтушенко Е.И., Перетокина Н.А., Сулейманова Л.А., Сыса О.К., Бедина В.Ю., Миженина О.В. Теплоизоляционные материалы на основе искусственных керамических вяжущих различного состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 149-151.
6. Doroganov E. A., Bel'maz N. S., Doroganov V. A., Timoshenko K. V., Trepalina Yu. N., Peretokina N. A., Nemets I. I., Zuev A. S., Evtushenko E. I. Development and study of composite refractory materials based on modified dispersed// Refractories and Industrial Ceramics. 2009. Volume 50, Number 6. p. 431-437.
7. Зуев А.С., Евтушенко Е.И., Дороганов В.А. Применение искусственных керамических вяжущих на основе термоактивированного высокоглиноземистого сырья в технологии полусухого формования // Новые огнеупоры. 2012. № 4. С. 17-20
8. Zuev A.S., Evtushenko E.I., Doroganov V. A. The use of artificial ceramic binders based on thermally activated high-alumina raw materials in a semi-dry pressing technology// Refractories and Industrial Ceramics. 2012. Volume 53, Number 2. p. 97-100.
9. Дороганов Е.А., Дороганов В.А., Евтушенко Е.И., Перетокина Н.А., Бедина В.И., Данилова О.Ю., Гоголевская О.В. Огнеупорные материалы на основе искусственных керамических вяжущих суспензий карбидокремниевого состава// Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 156-160.

#### References

1. Pivinskij Ju. E. Keramicheskie vjazhushhie i keramobetonny. M.: Metallurgija, 1990. 272s.
2. Pivinskij Ju.E. Osnovy tehnologii keramobetonov// Ogneupory. 1978. №2. s. 34-42.
3. Gavshina O.V., Doroganov V.A. Razrabotka i issledovanie iskusstvennyh keramicheskikh vjazhushhih na osnove glinozemistogo syr'ja / Naukoemkie tehnologii i innovacii (XXI Nauchnye chtenija): Mezhdunar. nauch.-prakt.konf.,(Belgorod, 9-10 okt. 2014 g. ), Belgorod: Izd-vo BGTU, 2014. S. 70-73.
4. Doroganov E.A., Doroganov V.A., Bel'maz N.S., Timoshenko K.V., Trepalina Ju.N., Peretokina N.A., Nemeц I.I., Evtushenko E.I., Zuev A.S. Razrabotka i issledovanie kompozicionnyh ogneupornyh materialov na osnove modifitsirovannyh dispersnyh sistem // Novye ogneupory. 2009. № 11. S. 35–41
5. Evtushenko E.I., Peretokina N.A., Sulejmanova L.A., Sysa O.K., Bedina V.Ju., Mizhenina O.V. Teploizoljacionnye materialy na osnove iskusstvennyh keramicheskikh vjazhushhih razlichnogo sostava // Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2013. № 6. S. 149-151.
6. Doroganov E. A., Bel'maz N. S., Doroganov V. A., Timoshenko K. V., Trepalina Yu. N., Peretokina N. A., Nemets I. I., Zuev A. S., Evtushenko E. I. Development and study of composite refractory materials based on modified dispersed// Refractories and Industrial Ceramics. 2009. Volume 50, Number 6. r. 431-437.
7. Zuev A.S., Evtushenko E.I., Doroganov V.A. Primenenie iskusstvennyh keramicheskikh vjazhushhih na osnove termoaktivirovannogo vysokoglynozemistogo syr'ja v tehnologii polusuhogo formovanija // Novye ogneupory. 2012. № 4. S. 17-20
8. Zuev A.S., Evtushenko E.I., Doroganov V. A. The use of artificial ceramic binders based on thermally activated high-alumina raw materials in a semi-dry pressing technology// Refractories and Industrial Ceramics. 2012. Volume 53, Number 2. r. 97-100.
9. Doroganov E.A., Doroganov V.A., Evtushenko E.I., Peretokina N.A., Bedina V.I., Danilova O.Ju., Gogolevskaja O.V. Ogneupornye materialy na osnove iskusstvennyh keramicheskikh vjazhushhih suspenzij karbidokremnievogo sostava// Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2013. № 4. S. 156-160.

**ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ СТАНЦИЙ В СИСТЕМАХ СОТОВОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ ВОЛНОВЫХ УРАВНЕНИЙ**

*Аннотация*

Рассматривается возможность применения волновых уравнений для повышения точности позиционирования мобильных станций в системах оператора сотовой связи, позволяющей учесть задержку распространения радиосигнала в условиях городской застройки.

**Ключевые слова:** волновые уравнения; уравнения Гельмгольца; функция управления; позиционирование мобильных станций.

Zotov K. N.<sup>1</sup>, Kuznetsov I. V.<sup>2</sup>, Zhdanov R.R.<sup>3</sup>, Gumerova I. I.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Candidate of Technical Sciences, <sup>2</sup>Doctor of Technical Sciences, <sup>3</sup>Candidate of Technical Sciences, <sup>4</sup>student

**INCREASE OF ACCURACY OF POSITIONING OF MOBILE STATIONS IN CELLULAR SYSTEMS BASED ON WAVE EQUATIONS**

*Abstract*

The possibility observed here is about application of wave equation to increase the accuracy of positioning of mobile stations in cellular system that gives the opportunity to control delay in radio signal propagation within the urban area.

**Keywords:** wave equation; Helmholtz equation; control function; positioning of mobile stations.

The positioning of mobile stations is important part of mobile systems operation.[1] There are disadvantages of positioning ways of mobile stations inside the system: wave nature of radio signal propagation is not taken into consideration, delays in time, change in permittivity of environment, multipath propagation of signal, noise in radio channels [2].

It is possible to use static models of radio waves propagation [3] in the internal (ground borne) ways to increase the positioning accuracy. However the signal delay which is not considered by static models is an important factor that influences the accuracy of positioning. Thus it is supposed to apply wave equations.

Solution to Helmholtz equation is given in [4, 5] as follows:

$$E(\tau, t) = \frac{1}{4\pi r^2} A_1 e^{-\frac{\omega}{c} \tau \kappa} e^{-i\omega(t - \frac{n}{c} \tau)} + \frac{1}{4\pi r^2} A_2 e^{\frac{\omega}{c} \tau \kappa} e^{-i\omega(t + \frac{n}{c} \tau)}, \quad (1)$$

$A_1$  and  $A_2$  – amplitudes of electromagnetic waves (picture 1),  $\omega$  – frequency of a radio signal with ‘+’ or ‘-’,  $\tau$  – spatial coordinate presented as  $\tau(m, r)$  ( $m$  – direction,  $r$  – desired distance),  $c$  – signal propagation velocity,  $\kappa$  – value that characterizes rate of decrease of wave amplitude in direction of propagation called the absorption index (should be distinguished from absorption coefficient  $k' = \kappa/c$ ),  $n = c/v$  is the value called refractive index.

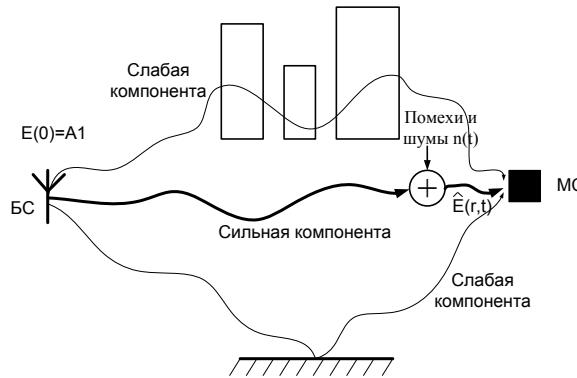


Fig. 2 - Representation of the model link

According to the supposed model of channel (picture 1) it is necessary to consider noise in channel i.e.  $E(r, t)$ . Let white Gaussian additive noise  $n(t)$  with spectral density  $N_0$  be there in channel. Mathematically contribution function of this noise will correspond to the formula:

$$p(n(t)) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{n^2 t}{2\sigma^2}}, \sigma^2 = N_0 \Delta f, \quad (2)$$

where  $\Delta t_d = 1/2f$ .

Hence the input of the receiver is fed:

$$\hat{E}(r, t) = E(r, t) + n(t), 0 \leq r \leq R, 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

Next step is to determine the distance  $r$  along the strongest component of the signal propagation. The positioning task is to find  $r$  that satisfies terms of salvation for single-beam propagation of signal [6].

The algorithm enumerates all the possible values of  $r$  along the propagation of the ray chooses:

$$r = \arg|\Lambda(r)|^2. \quad (4)$$

Figure 2 shows diagram of optimal receiver for current way. Value of quantity  $r$  is to be selected to minimize the signal distortion.

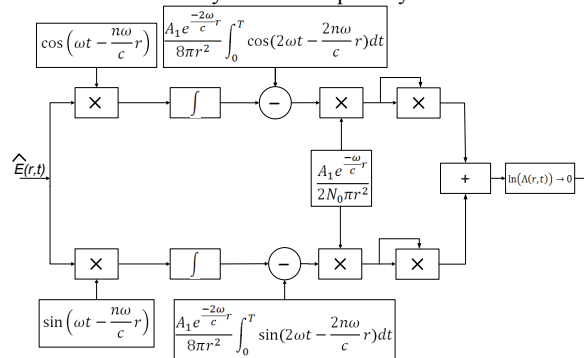


Fig. 2 - The scheme of the optimal receiver

The  $E, r$  obtained will be the salvation of the task.

The way described above considers criteria of propagation environment such as turbulence of environment, multi-beam rays [7], wave character of propagation in space, being a complex mathematical model in space [8]. The solution of equation describing this model requires strong computing resources and understanding of complex physical processes that complicates the implementation of this way. One more advantage of current positioning way is compatibility with existing schemes of correlation detection of a signal.

#### Reference

1. A. A. Soshnikov, N. P. Vorob'ev, T. E. Titov "Control of electromagnetic environment at sites with sources of electromagnetic radiation" (in Russian), in Polzunovski vestnik, no. 4, pp. 64-68, 2012.
2. R. V. Khokhlow and S. A. Akhmanov, Problems of nonlinear optics (electromagnetic waves in nonlinear dispersive media), (in Russian). Moscow: AN SSSR, 1964.
3. K. N. Zotov, Efficiency cellular systems based clustering relevant location of mobile stations, (in Russian). Ufa: UGATU, 2014.
4. K. U. Aranovskiy, *Radio system*, (in Russian). Moscow: Vysshaya shkola, 1979.
5. G. Grawerd, I. Lib, and V. Fisher, *Differential and integral calculus*, (in Russian). Moscow: Mir, 1971.
6. B. Sklyar, Digital communication, (in Russian). Moscow: Vil'yams, 2003.
7. K. N. Zotov and I. V. Kyznetsov, "The development of an algorithm to improve the positioning accuracy of mobile stations based on the calculation of the statistical parameters of the electromagnetic field in an inhomogeneous medium," (in Russian), in Vestnik UGATU, vol. 17, no. 2 (55), pp. 14-19, 2013.
8. K. N. Zotov and I. V. Kyznetsov, "Improving the accuracy of positioning mobile stations based on the calculation of the statistical parameters of the electromagnetic field using Maxwell's equations," (in Russian), in Elektrotehnicheskie I informatsionnye komplekxy I sistemy, vol. 9, no. 1, pp. 89-92, 2013.

**Зинина О.В.<sup>1</sup>, Бажина К.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет; <sup>2</sup>студент, Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова

#### **О БЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МЯСОПРОДУКТОВ**

#### *Аннотация*

*В данной статье рассмотрены основные аспекты безопасности ферментированных мясопродуктов. Проведен анализ работ различных исследователей в области применения бактериальных культур для уничтожения или подавления роста патогенной и условно-патогенной микрофлоры в мясном сырье.*

**Ключевые слова:** ферментативная обработка, бактерии, патогенные микроорганизмы, мясное сырье

**Zinina O.V.<sup>1</sup>, Bazhina K.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Candidate of agricultural Sciences, associate professor, South Ural State University; <sup>2</sup>student, MSTU named G.I. Nosov

#### **ABOUT THE SAFETY OF FERMENTED MEAT PRODUCTS**

#### *Abstract*

*This article describes the main aspects of the safety of fermented meat products. The analysis of the work of various researchers in the use of bacterial cultures to destroy or inhibit the growth of pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms in raw meat.*

**Keywords:** enzymatic treatment, bacteria, pathogens, meat raw material

В настоящее время разработаны и достаточно глубоко изучены различные способы биомодификации мясного сырья, позволяющие достичь оптимально возможных свойств.

Наиболее перспективным и малоизученным способом является ферментативная обработка. Применение ферментов для обработки мяса основано на ферментативном гидролизе его белков. Ферментативные способы обработки подразумевают обработку сырья ферментными препаратами (животного и растительного происхождения) и заквасками микроорганизмов [1].

Преимущество ферментативной модификации в сравнении с физико-химическими способами связаны с возможностью направленного регулирования свойств, повышения биологической ценности и усвояемости продукции. Ферментные препараты отличаются специфичностью воздействия на саркоплазматические (водорастворимые), миофибриллярные (щелочерастворимые) и белки соединительной ткани (щелочерастворимые) [2]. Использование ферментных препаратов в технологии производства мясных изделий позволяет интенсифицировать технологический процесс и вовлечь в процесс нетрадиционное, более низкосортное сырье [3]. Протеолиз белков, образование полипептидов различной молекулярной массы и свободный аминокислот зависит от типа и концентрации препарата, а также от технологических параметров ферментации [4].

Доминирующим критерием отбора микроорганизмов в качестве стартовых культур во всем мире служит степень влияния микроорганизма на вкусоароматические характеристики готового продукта в условиях интенсификации технологий производства мясопродуктов. Общепринятыми ароматообразователями являются представители семейства микрококков и отдельные штаммы молочнокислых бактерий [5].

К основным группам микроорганизмов, используемых при производстве мясных продуктов, относят, прежде всего, молочнокислые, уксуснокислые бактерии, бифидобактерии и дрожжи. Молочнокислые бактерии - специфическая группа микроорганизмов, обуславливающих молочнокислое брожение, т.е. распад углеводов (сахаров) до молочной кислоты. Наряду с основным продуктом брожения, молочной кислотой, образуются и побочные - уксусная кислота, углекислый газ, ароматические вещества, этиловый спирт и др. [6].

Молочнокислые бактерии играют существенную роль в процессе производства ферментированных мясных продуктов. Метаболическая активность влияет на процесс созревания, благодаря чему формируются желательные органолептические свойства продукта, в то же время ингибируется рост нежелательных микроорганизмов.

Экспериментально доказана антагонистическая активность молочнокислых бактерий по отношению к бактериям группы кишечной палочки. Исследования проводились для оценки влияния на санитарно-гигиенические показатели говяжьих субпродуктов 2 категории экзогенной молочнокислой ферментации бактериальной закваской промышленного изготовления - медицинским препаратом лактобактерин [7].

Наибольшую опасность для производства ферментированных мясопродуктов представляют *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*, так как на всем протяжении производства значения барьерных показателей (температура, pH, Aw) не достигают величины необходимой для торможения роста этих микроорганизмов. Согласно данным литературы эту проблему может решить применение пробиотических микроорганизмов.

Применение пробиотических культур особенно оправдано в технологии таких ферментированных продуктов, для которых консервирующее действие различных технологических факторов ослаблено, ввиду интенсификации процесса. Ослабление защитного действия может быть обусловлено сокращением продолжительности сушки (колбасы) или времени созревания в посоле (деликатесные изделия), а также кратковременностью обработки дымом. Для обеспечения надлежащего гигиенического качества в такие изделия следует вводить защитные или пробиотические микроорганизмы в качестве конкурирующей микрофлоры или для активного снижения pH [8].

Проведены исследования по влиянию молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum* МИС-2С12 на ферментированные колбасы из баранины. После введения заквасок микроорганизмов наблюдается улучшение структуры, кроме того снизилась популяция *Escherichia coli* (1 КОЕ/г) и не обнаружено сальмонелл [9].

Наличие в готовой сыровяленой колбасе пребиотиков – молочнокислых бактерий и возможность введения в рецептуру пробиотиков делают эти продукты перспективными для специального и детского питания.

Присутствие патогенных организмов, подобных *Listeria monocytogenes*, может являться проблемой в случае загрязнения материала при производстве ферментированных пищевых продуктов. Во время изготовления, например, ферментированных колбас количество *Listeria monocytogenes* обычно уменьшается в процессе ферментации и периода созревания, прежде всего вследствие образования молочной кислоты, снижения в результате этого уровня pH и вследствие снижения влажностивыносливости, вызванного последующей сушкой. Однако весьма часто значительное количество *Listeria monocytogenes* выживает. Это может вызывать серьезную проблему безопасности, поскольку употребление инфицированных продуктов может быть причиной смертельных листериозных инфекций (листериозов).

Для снижения содержания патогенных микроорганизмов в пищевом продукте, для продуцирования бактериоцинов к заквасочной культуре предложено добавлять определенные продуцирующие бактериоцины молочнокислые бактерии, включающие штаммы *Pediococcus* и некоторые штаммы *Lactobacillus*, которые уничтожают и/или инактивируют патогенные организмы и соответственно уменьшают их концентрацию в продукте [10].

Использование заквасок микроорганизмов для ферментации мясного сырья и получения ферментированных продуктов является более актуальным, чем применение специфических ферментов, которые не обладают защитными функциями в отношении патогенной и условно-патогенной микрофлоры, а лишь способствуют ускорению биохимических процессов и формированию улучшенных органолептических показателей.

#### Литература

1. Зинина О.В., Ребезов М.Б., Жакслыкова С.А., Солнцева А.А., Чернева А.В. Полуфабрикаты мясные рубленые с ферментированным сырьем// Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2012. - № 3. - С. 19-25.
2. Чернуха И.М., Сметанина Л.Б., Кузнецова Т.Г., Лисицын Б.А., Кракова В.З. Модификация низкосортного сырья ферментами животного происхождения при производстве мясopодуктов// Tehnologija mesa. – 2005. – №46. – С.271–278.
3. Антипова Л.В., Подвигина Ю.Н., Косенко И.С. Применение ферментных препаратов в технологии производства мясных изделий// Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 124-125.
4. Иванкин А.Н., Кузнецова Т.Г., Миталева С.И. Биотрансформированные белки животного происхождения для получения нового поколения функциональных продуктов питания// Tehnologija mesa. – 2005. – №46. – С. 283-286.
5. Хамагаева, И. С., Ханхалаева И.А., Заиграева Л.И. Использование пробиотических культур при производстве колбасных изделий [Текст] : монография – Улан-Удэ : Издательский центр ВСГТУ. – 2006 – С.204
6. Антипова Л.В., Гизатова А.Я. Подбор комплексов молочнокислых бактерий для обработки мясного сырья // Мясная индустрия. – 2005. - №3. – С.42-44.
7. Хабибуллин Р. Э., Яковлева Г.Ю., Низамиева А.Р., Жакслыкова С.А. Влияние молочнокислой микрофлоры на санитарно-гигиенические показатели говяжьих субпродуктов // Вестник Казанского технологического университета. - 2012. - Т. 15. - № 23. - С.123-126.
8. Hammes W.P. Haller D. Wie sinnvoll ist die anwendung von probiotika in fleischwaren // Fleischwirtschaft. – 1998. – №4. – v.78.
9. Irma Isnafia Arief, Z. Wulandari, E.L. Aditia, M. Baihaqi, Noraimah, Hendrawan. Physicochemical and Microbiological Properties of Fermented Lamb Sausages Using Probiotic *Lactobacillus plantarum* ПА-2С12 as Starter Culture// Procedia Environmental Sciences. – 2014. – p.352
10. Пат. 2336705 Российская Федерация, МПК А23В 4/20, А23Л1/314. Способ производства ферментированного пищевого продукта, штамм *pediococcus acidilactici* dsm 10313 - продуцент бактериоцина, его применение и содержащий его пищевой продукт/ ХЕЛЛЕР СТАНКЕ Мари Луиз. № 2006140258/13; заявл. 20.05.2008; опубл.27.10.2008. Бюл.№30

#### References

1. Zinina O.V., Rebezov M.B., Zhakslykova S.A., Solnceva A.A., Cherneva A.V. Polufabrikaty mjasnye rublennye s fermentirovannym syr'em// Tehnologija i tovarovedenie innovacionnyh pishhevyyh produktov. - 2012. - № 3. - S. 19-25.
2. Chernuha I.M., Smetanina L.B., Kuznecova T.G., Lisicyan B.A., Krakova V.Z. Modifikacija nizkosortnogo syr'ja fermentami zhivotnogo proishozhdenija pri proizvodstve mjasoproduktov// Tehnologija mesa. – 2005. – №46. – С.271–278.
3. Antipova L.V., Podvigina Ju.N., Kosenko I.S. Primenenie fermentnyh preparatov v tehnologii proizvodstva mjasnyh izdelij// Fundamental'nye issledovaniya. – 2008. – № 6. – S. 124-125.
4. Ivankin A.N., Kuznecova T.G., Mitaleva S.I. Biotransformirovannye belki zhivotnogo proishozhdenija dlja poluchenija novogo pokolenija funkcional'nyh produktov pitaniya// Tehnologija mesa. – 2005. – №46. – С. 283-286.
5. Hamagaeva, I. S., Hanhalaeva I.A., Zaigraeva L.I. Ispolzovanie probioticheskikh kul'tur pri proizvodstve kolbasnyh izdelij [Tekst] : monografija – Ulan-Udje : Izdatel'skij centr VSGTU. – 2006 – S.204
6. Antipova L.V., Gizatova A.Ja. Podbor kompleksov molochnokislyh bakterij dlja obrabotki mjasnogo syr'ja // Mjasnaja industrija. – 2005. - №3. – С.42-44.
7. Habibullin R. Je., Jakovleva G.Ju., Nizamieva A.R., Zhakslykova S.A. Vlijanie molochnokisloj mikroflory na sanitarnogigienicheskie pokazateli govjazh'ih subproduktov // Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. - 2012. - Т. 15. - № 23. - S.123-126.
8. Pat. 2367685 Rossijskaja Federacija, MPK C12N1/20 Preparat bakterial'nyj dlja proizvodstva fermentirovannyh mjasnyh izdelij i biotransformacii mjasnogo syr'ja/ Horol'skij V.V., Mashenceva N.G., Baranova E.A., Semjonsheva A.I., Vasil'chenko A.A.; Zajavitel' i patentoobladatel' GOU VPO «MGUPB». №2007146645/13; zajavl. 19.12.2007; opubl. 20.09.2009.
9. Irma Isnafia Arief, Z. Wulandari, E.L. Aditia, M. Baihaqi, Noraimah, Hendrawan. Physicochemical and Microbiological Properties of Fermented Lamb Sausages Using Probiotic *Lactobacillus plantarum* ПА-2С12 as Starter Culture// Procedia Environmental Sciences. – 2014. – p.352
10. Пат. 2336705 Rossijskaja Federacija, MPK А23В 4/20, А23Л1/314. Sposob proizvodstva fermentirovannogo pishhevoogo produkta, shtamm *pediococcus acidilactici* dsm 10313 - producent bakteriocina, ego primenenie i soderzhashhij ego pishhevoj produkt/ HELLER STANKE Mari Luiz. № 2006140258/13; zajavl. 20.05.2008; opubl.27.10.2008. Bjul.№30

Исанова А.В.<sup>1</sup>, Мартыненко Г.Н.<sup>2</sup>, Лукьяненко В.И.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, <sup>2</sup>Кандидат технических наук, Воронежский государственный строительный университет,

<sup>3</sup>Кандидат технических наук, Воронежский государственный технический университет

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ВЫБОР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО РЕЖИМА ЕЁ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**





1 – компрессор; 2 – конденсатор; 3 – охладитель перегретых паров рабочего тела;  
 4 – испаритель; 5 – дроссель; 6 – регулирующий вентиль; 7, 13 – расширительная емкость; 8, 12 – циркуляционные насосы; 9, 14 – водоводяные теплообменники; 10 – бак-аккумулятор горячей воды; 11 – теплообменники, моделирующие, систему горячего теплоснабжения. В<sub>1</sub> – В<sub>16</sub> – запорно-регулирующая арматура; Т<sub>к1</sub>, Т<sub>к2</sub> – температура охлаждающей воды до и после прохождения конденсатора ТН соответственно, К; Т<sub>оп1</sub>, Т<sub>оп2</sub> – температура охлаждающей воды до и после охладителя перегретых паров (ОП) соответственно, К; G<sub>оп</sub>, G<sub>к</sub> – расход охлаждающей воды, прошедшей через охладитель перегретых паров ОП и конденсатор ТН.

С повышением температуры теплоносителя после конденсатора увеличивается доля тепловой нагрузки конденсата ТН, т.е. возрастает значение  $Q_K$ . Но при этом одновременно снижается коэффициент трансформации теплоты  $\mu$  теплового насоса.

Получим следующее выражение [1, 2] расхода условного топлива рассматриваемой системы

$$B_{ТНУ} = \frac{[34.1 \cdot 10^{-6} \cdot c_p]}{\eta_K^{\exists} \cdot \eta \cdot (1 - \phi_{CH}) \cdot \eta_{ЭС}} \cdot \frac{T_{КТН} - \Delta T_K - T_{к1}}{T_{КТН}} (T_{кН} - T_0) \cdot G_K, \quad (5)$$

где  $T_{КТН}$  – температура конденсации хладагента ТН, К;  $T_0$  – температура испарения рабочего вещества ТН;  $c_p$  – удельная изобарная теплоемкость воды, кДж/(кг·К);  $G_K$  – массовый расход воды системы теплоснабжения, направленной в систему горячего водоснабжения (ГВ), кг/с;  $\Delta T_K$  – конечная разность температур между хладагентом и охлаждающей водой в конденсаторе ТН;  $T_{к1}$  – температуры теплоносителя до конденсатора ТН;  $\eta$  – КПД ТН,  $\eta_K^{\exists}$  – КПД выработки электроэнергии конденсационных электростанциях (КЭС);  $\phi_{CH}$  – коэффициент собственных нужд КЭС;  $\eta_{ЭС}$  – КПД электрической сети,  $\mu$  – коэффициент трансформации теплоты теплового насоса.

В описываемой системе конечная разность температур  $\Delta T_K$  отлична от нуля – рассмотрим реальный процесс передачи теплоты, тогда  $T_{КТН}$  и  $T_{к2}$  не равны между собой.

Определим производную для уравнения  $\partial B_{ТНУ} / \partial T_{КТН}$  [5]

$$\frac{\partial B_{ТНУ}}{\partial T_{КТН}} = - \frac{[34.1 \cdot 10^{-6} \cdot c_p]}{\eta_K^{\exists} \cdot \eta \cdot (1 - \phi_{CH}) \cdot \eta_{ЭС}} \cdot G_K \cdot \left( \frac{T_0 \cdot (\Delta T_{к2} + T_{к1})}{T_{КТН}^2} - 1 \right). \quad (6)$$

При условии, что  $\partial B_{ТНУ} / \partial T_{КТН}$ , определяем оптимальную температуру  $T_{КТН}^{ОПТ}$  конденсации рабочего тела теплового насоса

$$T_{КТН}^{ОПТ} = \sqrt{T_0 \cdot (\Delta T_{к1} + T_{к2})}. \quad (7)$$

Полученное выражение показывает, что оптимальная температура конденсации не зависит от расхода воды  $G_K$  системы теплоснабжения.

Теплопроизводительность конденсатора определяется по формуле (3). Исходя из приведённой зависимости (3), можно сделать вывод, что связь теплопроизводительности конденсатора и расхода нагреваемой воды в нём прямо пропорциональна. С возрастанием количества нагреваемой воды потребуется увеличение теплопроизводительности конденсатора.

Рассмотрим влияние расхода охлаждающей воды охладителя перегретых паров на работу конденсатора. Анализируя приведённую схему (рис. 1) можно отметить, что температура воды до конденсатора ТН  $T_{к1}$ , °С, будет равна температуре воды, прошедшей охладитель перегретых паров ОП  $T_{оп2}$ .

Введём допущение: расход  $G_{оп}$  воды ОП равен расходу воды прошедшей через конденсатор  $G_K$ , в системе функционирует только контур системы горячего водоснабжения и контур испарителя. Потери теплоты при транспортировке воды по трубопроводам незначительны или практически отсутствуют.

Температуру охлаждающей воды после конденсатора ТН можно определить из уравнения теплового баланса охладителя перегретых паров (ОП), которое имеет следующий вид [2]

$$Q_{оп} = G_{оп} \cdot c_p \cdot (T_{оп2} - T_{оп1}), \quad (8)$$

где  $Q_{оп}$  – теплопроизводительность охладителя перегретых паров, кВт;  
 $c_p$  – удельная теплоемкость воды, проходящей через охладитель перегретых паров, кДж/(кг·К),  $T_{оп1}$ ,  $T_{оп2}$  – температура теплоносителя до и после ОП, К;  $G_{оп}$  – расход охлаждаемой воды ОП,

тогда из выше приведённого имеем

$$T_{к1} = T_{оп1} + \frac{Q_{оп}}{G_{оп} \cdot c_p}. \quad (9)$$

Таким образом имеем

$$T_{КТН}^{ОПТ} = \sqrt{T_0 \cdot \left( \Delta T_K + T_{оп1} + \frac{Q_{оп}}{G_{оп} \cdot c_p} \right)}. \quad (10)$$

Рассмотрим совместное влияние изменения двух параметров теплонасосной системы: конечная разность температур между хладагентом и водой системы теплоснабжения на выходе из конденсатора ТН и расход охлаждающей воды ОП (рис. 2). Расчетные значения параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные значения параметров системы

$T_o, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_k, ^\circ\text{C}$	$T_{оп1}, ^\circ\text{C}$	$T_{оп2}, ^\circ\text{C}$	$G_{оп}, \text{кг/с}$	$c_p, \text{кДж/(кг}\cdot\text{К)}$
20	1...5	30	15,63	0,1...5	4,17

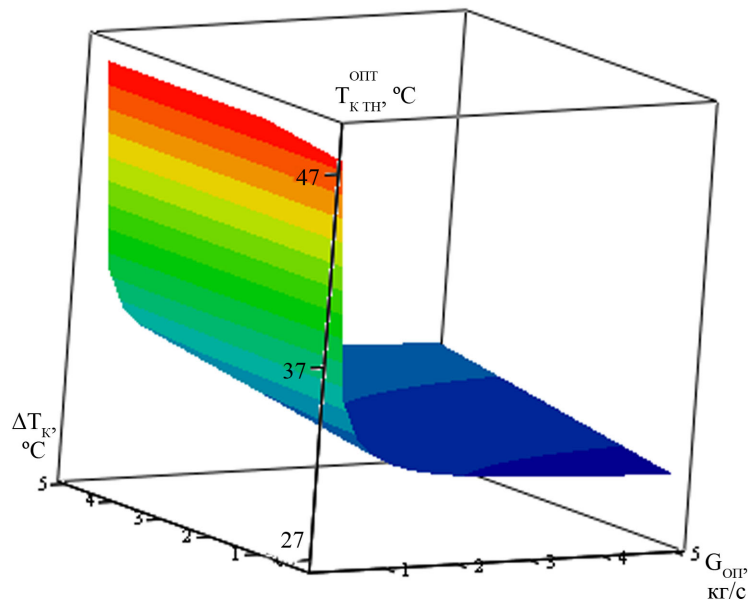


Рис. 2 - Зависимость оптимально температуры конденсации хладагента ТН от расхода охлаждающей воды ОП и конечной разности температур между хладагентом и охлаждающей водой в конденсаторе ТН

Основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что с ростом массового расхода охлаждающей воды ОП и неизменных остальных характеристиках системы происходит снижение оптимальной температуры конденсации, асимптотически приближающейся к минимальному температурному уровню. И, наоборот, с уменьшением расхода охлаждающей воды ОП, а вместе с тем и охлаждающей воды конденсатора ТН (см. введённое допущение) происходит резкое увеличение оптимальной температуры конденсации хладагента при остальных постоянных значениях параметров работы системы. Оптимальная температура конденсации незначительно изменяется при росте конечной разности температур между хладагентом и водой в конденсаторе ТН  $\Delta T_k$ . Значит, расход охлаждающей воды охладителя перегретых паров теплонасосной установки системы теплоснабжения в большей степени влияет на создание энергосберегающего режима её работы.

#### Литература

1. Петраков Г.Н., Стогней В. Г., Мартынов А. В. Распределение тепловой нагрузки между тепловым насосом и пиковой котельной // Вестник Воронеж. гос. техн. ун-та. Сер. Энергетика. Выпуск 7.4. 2004. С. 121- 125.
2. Соколов Е. Я., Бродянский В. М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения // М. – Энергоиздат. – 1981.- 320 с.
3. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для ВУЗов // М. – Издательство МЭИ. – 1999.- 472 с.
4. Везиришвили О.Ш., Гомелаури В. И. Выбор оптимальной мощности теплонасосных установок //Теплоэнергетика.1982. №4. С. 47-50.
5. А.И. Кострикин. Введение в алгебру, М.: Наука, 1977. -496с.

#### References

1. Petrakov, N., Stagna Century BC, Martynov A. C. Distribution of the heat load between the heat pump and the maximum boiler room // Herald of Voronezh. state technology. Univ. Ser. Energy. Release 7.4. 2004. p. 121 - 125.
2. Sokolov, E. J., Brodyansky C. M. Energy basis of transformation of heat and cooling processes // М - Energoizdat. - 1981.- 320 p.
3. Sokolov, E. J. the district Heating and heat networks: a Textbook for high schools // М - Publishing house of MPEI. - 1999.- 472 p.
4. Vezirishvili O. W., gomelauri Century. And. the Choice of optimal capacity heat pump units) //thermal engineering.1982. No. 4. p. 47-50.
5. A. I. Kostrikin. Introduction to algebra, M.: Nauka, 1977. – 49 p.

**Клюев С.В.**

Канд. техн. наук, доц., Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИБРОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ФИБР

*Аннотация*

*В статье рассмотрены вопросы применения стальной фибры для дисперсного армирования мелкозернистых бетонов. Проведены экспериментальные исследования сталестефибробетонных образцов.*

**Ключевые слова:** техногенное сырье, композиционное вяжущее, фибробетон.

**Klyuyev S.V.**

Ph.D., Belgorod State Technological, University named after Shukhov

#### EXPERIMENTAL RESEARCH OF DESIGN OF REINFORCED FIBER CONCRETE WITH DIFFERENT TYPES OF FIBERS

*Abstract*

*Acute questions of steelfiber using for disperse-reinforced fine-grained concrete are considered in the article. Researchers of steelfiber concrete patterns are held.*

**Keywords:** technogenic raw materials, composite bonding, fiber-reinforced concrete.

За последние годы в России значительно выросли темпы строительства и ввода в эксплуатацию сооружений различного назначения. Дальнейший рост объемов строительства, что особенно актуально ввиду реализации приоритетного национального

проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России», немислим без значительного увеличения потребления такого важного строительного материала, как бетон. В связи с этим на рынке строительных материалов возрастает роль мелкозернистого бетона. Расширяется и номенклатура применения мелкозернистого бетона [1 – 15].

В настоящее время он используется для получения стеновых и отделочных материалов, производства малых архитектурных форм, элементов мощения, сборных конструкций, закладочных смесей и т.д.

Тормозится использование мелкозернистого бетона отсутствием сырьевой базы высококачественных природных песков. В абсолютном большинстве пески представлены мелко- и тонкозернистыми разновидностями, которые не удовлетворяют требованиям нормативных документов. Использование подобных заполнителей бетона приводит к перерасходу цемента. При этом сложно достичь проектных характеристик по прочности, морозостойкости, износостойкости и деформативным характеристикам [16 – 32].

Современное строительство неразрывно связано с задачами, имеющими отношение к повышению эффективности строительного производства, снижению стоимости и трудоемкости технологических процессов, экономному использованию материальных и энергетических ресурсов, применению новых прогрессивных материалов.

Дисперсно-армированные бетоны являются одним из перспективных конструкционных материалов. Они представляют собой одну из разновидностей обширного класса композиционных (композитных) материалов, которые в настоящее время все более широко применяются в различных отраслях промышленности. Дисперсное армирование осуществляется волокнами-фибрами, равномерно рассредоточиваемыми в объеме бетонной матрицы. Для этого используются различные виды металлических и неметаллических волокон минерального или органического происхождения. В данной работе рассмотрено применение стальной фибры для мелкозернистого бетона.

Конструкции из сталефибробетона широко используются во многих областях строительства и с успехом пользуются в таких странах как ЮАР, Германия, Япония, США и др. Однако, в нашей стране этому материалу уделяется мало внимания. До сих пор нет единой теории его прочности и деформативности.

Установлено, что применение в качестве мелкого заполнителя полифракционных отсеков дробления скальных пород, позволяет экономить до 80 кг цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона. Использование же специально приготовленного техногенного песка экономически целесообразно для бетонов марок 300 и выше, так как приводит к экономии цемента до 50 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона.

В отличие от природного песка, форма зерен отсеков дробления более развита: имеются многочисленные сколы поверхностей, заостренные и выщербленные места. Эта особенность способствует слипанию частиц при прессовании или виброуплотнении в прочный монолит (по принципу зацепления). И, наконец, некоторые из присутствующих, помимо кварца, минералов способны самостоятельно участвовать в гидротермальных реакциях с вяжущим, образуя соединения и внося тем самым свой вклад в формирование структуры новообразований. Шероховатость заполнителей тесно связана с водопоглощением породы: чем выше шероховатость, тем больше водопоглощение. По смачиваемости поверхности заполнителя можно судить о его активности. Чем активнее поверхность заполнителя, тем толще слой притягиваемой и удерживаемой ею воды. При низком значении Ц/В большая толщина удерживаемой воды должна уменьшать расслоение цементного теста и этим повышать адгезию в растворе или бетоне. При высоком значении Ц/В невозможно образование толстой пленки жидкой фазы на поверхности заполнителя, так как соотношение толщины пленок жидкой фазы вокруг зерен заполнителя и цемента будет определяться соотношением их гидравлической активности. При высокой вязкости цементного теста (из-за повышенного значения Ц/В) и песка с высокой водоудерживающей способностью может иметь место неполное смачивание поверхности заполнителя и, в результате, частичное прилипание цементного теста к поверхности заполнителя, что значительно снизит величину сцепления между ними. Поэтому для получения высокопрочных бетонов лучше применять мелкий заполнитель из хорошо смачиваемых пород, которые мало удерживают воды своей поверхностью.

В связи с этим проводились экспериментальные исследования в лабораториях кафедры "Строительного материаловедения, изделий и конструкций" БГТУ им. В.Г. Шухова. Проводимые исследования связаны с изучением поведения бетонных элементов, дисперсно-армированных стальными волокнами.

Для изготовления опытных образцов использовались отсев дробления кварцитопесчаника и Нижне-Ольшанский песок. Для оценки качества применяемых заполнителей и наполнителей были изучены их основные физико-механические свойства (табл. 1).

Таблица 1 - Физико-механические характеристики заполнителя

Наименование показателя	Отсев дробления КВП	Нижне-Ольшанский песок
Модуль крупности	3,50	1,12
Насыпная плотность в неуплотненном состоянии, кг/м <sup>3</sup>	1415	1467
Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м <sup>3</sup>	1490	1648
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2710	2630
Пустотность, %	47,8	44,2
Водопотребность, %	5,5	11
Цементопотребность	0,530	0,63

В качестве вяжущего применялся товарный цемент ЗАО «Белгородский цемент» Цем I 42,5Н. Использованный цемент полностью соответствует требованиям ГОСТ 10178-85. Химический состав цемента приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Химический состав цемента

Марка цемента	Химический состав, % по массе								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O	CaO <sub>2</sub>	ппп
Цем I 42,5Н	22,49 ±0,5	4,77 ±0,3	4,40 ±0,1	67,22 ±1,0	0,43 ±0,03	2,04 ±0,01	0,20 ±0,05	0,20 ±0,05	1,5 ±0,5

Затворение бетонов производилось водой, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 23732 – 79 «Вода для бетонов и растворов».

В качестве стальной фибры была принята фибра анкерная и в виде елочки. Анкерная фибра – это стальная фрезерованная фибра. Фибра производится из стальных заготовок (слябов) путем фрезерования по технологии немецкой фирмы Vulkan Harex. Благодаря высокой температуре процесса резки фибра имеет характерный синеватый оттенок – окисный слой, препятствующий в процессе ее хранения образованию и развитию коррозии.

Длина фибры – 32 мм, ширина – 3,8 мм. Геометрические параметры фрезы обеспечивают: получение треугольного сечения фибры, две поверхности которого шероховатые и одна – гладкая, а также образование на концах фибры зацепов длиной 2 мм.

Фибра имеет скручивание по продольной оси. Перечисленные геометрические особенности фрезерованной фибры способствуют значительному увеличению «сцепляемости» фибры с бетоном, что в свою очередь весьма существенно влияет на эксплуатационные характеристики сталефибробетона. Фибра в виде «елочки» – 25 мм длиной и диаметром 0,4 мм.

Фибробетонную смесь готовили в два этапа. Вначале в растворосмесителе получали бетонную смесь. Первоначально производилось смешивание сухим компонентов, затем небольшими порциями затворялась вода. Перемешивание длилось 5 – 10 минут в зависимости от консистенции смеси.

На втором этапе выполнялось армирование. Для этого экспериментальным путем определяли количество бетонной смеси, необходимое для формирования одного образца. Далее в приготовленную бетонную смесь добавлялась фибра, заранее отмеренная согласно проценту армирования.

После этого смесь перемешивалась механизированным способом и в ручную укладывалась в очищенные формы тщательно смазанные маслом. Уплотнение фибробетонной смеси выполнялось на вибростолу до появления цементного молока.

Испытания образцов для определения прочности на сжатие, на растяжение при изгибе и модуля упругости проводились на универсальной машине УММ-10 по стандартной методике.

Результаты экспериментов и параметры опытных образцов приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Состав 1 (без фибры)

	Цемент, кг	Отсев дробления кварцито-песчаника (0,315 – 5), кг	Песок, кг	Вода, л	Добавка (муропласт МК 63)
На 1 м <sup>3</sup>	720	1115	325	175	4,32
На 5 литров замеса	3,6	5,575	1,625	0,875	0,0216

Испытание образцов

	Масса образца, кг	Размеры образца	Разрушающая нагрузка	Предел прочности при сжатии
1	2,38	10*10*10	56750	53,9
2	2,44	10*10*10	58000	55,1

Состав 2 (2% армирования по массе стальной фиброй)

	Цемент, кг	Отсев дробления кварцито-песчаника (0,315 – 5), кг	Песок, кг	Вода, л	Добавка (муропласт МК 63)	Фибра «елочка», кг
На 1 м <sup>3</sup>	720	1115	325	175	4,32	46,786
На 5 литров замеса	3,6	5,575	1,625	0,875	0,0216	0,2339

Испытание образцов

	Масса образца, кг	Размеры образца	Разрушающая нагрузка	Предел прочности при сжатии
1	2,47	10*10*10	65500	62,2
2	2,47	10*10*10	66250	62,9

Состав 3 (2% армирования по массе стальной фиброй)

	Цемент, кг	Отсев дробления кварцито-песчаника (0,315 – 5), кг	Песок, кг	Вода, л	Добавка (муропласт МК 63)	Фибра «анкерная», кг
На 1 м <sup>3</sup>	720	1115	325	175	4,32	46,786
На 5 литров замеса	3,6	5,575	1,625	0,875	0,0216	0,2339

Испытание образцов

	Масса образца, кг	Размеры образца	Разрушающая нагрузка	Предел прочности при сжатии
1	2,52	10*10*10	61500	58,4
2	2,51	10*10*10	59250	56,3

Результаты экспериментальных исследований показали эффективность применения стальной фибры по сравнению с мелкозернистым бетоном без фибры. Наибольшие прочностные характеристики получены при использовании в качестве армирующего материала стальной фибры в виде «елочки».

#### Литература

1. Адамян И.Р. Напряженно-деформированное состояние сталебетонных брусьев прямоугольного поперечного сечения с составной облойкой при сжатии и изгибе: автореф. дис. канд. техн. наук. Белгород. – 2000. – 19 с.

2. Адамян И.Р. Экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния сталебетонных коротких колонн // Сооружения, конструкции, технологии и строит. мат. XXI века: Сб. докл. II Межд. конф.-шк.-сем. молодых ученых, аспирантов и докторантов. Белгород: Изд. БелГТАСМ. – 1999. – ч.2. – С.3 – 6.
3. Адамян И.Р. Экспериментальные исследования сталебетонных стержней при поперечном изгибе // Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в пром.-ти строит. мат. и строительстве на пороге XXI века: Сб. докл. Межд. научно-практической конф. Белгород: Изд-во БелГТАСМ. – 2000. – С.3 – 6.
4. Алфимова Н.И. Повышение эффективности стеновых камней за счет использования техногенного сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 56 – 59.
5. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Влияние сырья вулканического происхождения и режимов твердения на активность композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 1. – С. 52 – 55.
6. Алфимова Н.И., Жерновский И.В., Яковлев Е.А., Юракова Т.Г., Лесовик Г.А. Влияние генезиса минерального наполнителя на свойства композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 1. – С. 91 – 94.
7. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Лютенко А.О. Перспективы отходов мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения в дорожном строительстве // В сборнике: Эффективные материалы, технологии, машины и оборудование для строительства и эксплуатации современных транспортных сооружений Сборник докладов Международной научно-практической конференции. – 2009. – С. 11 – 13.
8. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Вишневская Я.Ю., Шейченко М.С., Аслаханов А.Х. Модифицированное вяжущее // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 2. – С. 30 – 33.
9. Клюев А.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В. Свойства бетонной матрицы при дисперсном армировании фибрами // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 16. – №2. – С. 96 – 99.
10. Клюев А.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В. Ориентация и распределение фибр в цементной матрице // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 16. – №2. – С. 99 – 102.
11. Клюев А.В., Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В. Мелкозернистый фибробетон армированный полипропиленовым волокном // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 4. – С. 67 – 72.
12. Клюев А.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. К вопросу применения техногенных песков для производства мелкозернистого фибробетона // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 19. – №1. – С. 32 – 34.
13. Клюев С.В., Клюев А.В., Солин Д.М., Нетребенко А.В., Казлитин С.А. Тяжелонагруженные полы на основе мелкозернистых фибробетонов // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – №3. – С. 7 – 14.
14. Клюев А.В. Сталефибробетон для сборно-монолитного строительства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 60 – 63.
15. Клюев А.В. Усиление изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 38 – 41.
16. Клюев А.В., Лесовик Р.В. Сталефибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках КМА для изгибаемых конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 14 – 16.
17. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных систем // Фундаментальные исследования. – 2007. – №12. – С. 24 – 25.
18. Клюев А.В., Лесовик Р.В. Техногенные пески как сырье для производства фибробетона // Инновационные материалы технологии; сборник докладов Международной научно-практической конференции Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, Белгород: Из-во БГТУ. – 2010. – Ч. 3. – С. 273 – 277.
19. Клюев А.В., Нетребенко А.В. Армирующие материалы и их свойства для производства фибробетонов // Сборник Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – С. 17 – 21.
20. Клюев А.В., Нетребенко А.В. Экспериментальные исследования фибробетона для промышленного и гражданского строительства // Сборник Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – С. 12 – 16.
21. Клюев А.В., Пикалова Е.К. Технология усиления конструкций углеволокном // Сборник Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – С. 33 – 37.
22. Клюев А.В., Пикалова Е.К. Расчет усиления железобетонных колонн углеродной тканью // Сборник Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2013. – С. 38 – 41.
23. Клюев А.В. К вопросу формирования высококачественных фибробетонных композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 6. – С. 55 – 57.
24. Клюев А.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон на техногенном песке КМА для изгибаемых изделий: автореф. дис. ... к.т.н. Белгород 2012. 24 с.
25. Клюев А.В. Стальные фибры и их применение для дисперсного армирования мелкозернистых бетонов // Инновационные материалы технологии; сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Белгород, 11-12 окт. 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т, Белгород: Из-во БГТУ, 2011. Ч. 1. С. 229 – 232.
26. Лесовик Р.В., Клюев А.В. Расчет высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона // Инновационные материалы технологии; сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф.: Белгород, 11-12 окт. 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т, Белгород: Из-во БГТУ, 2011. Ч. 1. С. 233 – 238.
27. Лесовик В.С., Вишневская Я.Ю., Н.И. Алфимова, А.В. Савин Влияние гидротермальной обработки и давления на структурообразование композиционных вяжущих // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов сборник докладов (XIX научные чтения). 2010. С. 186 – 189.
28. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И. Степень гидратации композиционных вяжущих как фактор коррозии арматуры в бетоне // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. №1(649). С. 28 – 33.
29. Савин А.В., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. К проблеме коррозионной стойкости железобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – № 2. – С. 7 – 12.
30. Серых И.Р. Прочность сталебетонного элемента с составной облойкой при внецентренном сжатии и изгибе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2005. – № 10. – С. 442 – 445.
31. Трунов П.В., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Евтушенко Е.И. Влияние способа помола на энергозатраты изготовления и качественные характеристики композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – №4. – С. 37 – 39.

32. Шейченко М.С., Алфимова Н.И., Попов М.А., Калатоzi В.В. Мелкоштучные изделия на основе композиционных вяжущих с использованием отходов ковдорского месторождения // В сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения) Материалы Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 302 – 305.

#### References

1. Adamjan I.R. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie stalebetonnyh brus'ev prjamougol'nogo poperechnogo sechenija s sostavnoj obojmoj pri szhatii i izgibe: avtoref. dis. kand. tehn. nauk. Belgorod. – 2000. – 19 s.
2. Adamjan I.R. Jeksperimental'nye issledovanija naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija stalebetonnyh korotkih kolonn // Sooruzhenija, konstrukcii, tehnologii i stroit. mat. XXI veka: Sb. dokl. II Mezhd. konf.-shk.-sem. molodyh uchenyh, aspirantov i doktorantov. Belgorod: Izd. BelGTASM. – 1999. – ch.2. – S.3 – 6.
3. Adamjan I.R. Jeksperimental'nye issledovanija stalebetonnyh sterzhnej pri poperechnom izgibe // Kachestvo, bezopasnost', jenergo- i resursoberezenie v prom.-ti stroit. mat. i stroitel'stve na poroge XXI veka: Sb. dokl. Mezhd. nauchno-prakticheskoj konf. Belgorod: Izd-vo BelGTASM. – 2000. – S.3 – 6.
4. Alfimova N.I. Povyszenie jeffektivnosti stenovyh kamnej za schet ispol'zovanija tehnogennogo syr'ja // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2011. – № 2. – S. 56 – 59.
5. Alfimova N.I., Vishnevskaja Ja.Ju., Trunov P.V. Vlijanie syr'ja vulkanicheskogo proishozhdenija i rezhimov tverdenija na aktivnost' kompozicionnyh vjazhushhh // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2011. – № 1. – S. 52 – 55.
6. Alfimova N.I., Zhernovskij I.V., Jakovlev E.A., Jurakova T.G., Lesovik G.A. Vlijanie genezisa mineral'nogo napolnitelja na svojstva kompozicionnyh vjazhushhh // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2010. – № 1. – S. 91 – 94.
7. Alfimova N.I., Trunov P.V., Ljutenko A.O. Perspektivy othodov mokroj magnitnoj separacii Kovdorskogo mestorozhdenija v dorozhnom stroitel'stve // V sbornike: Jefferektivnye materialy, tehnologii, mashiny i oborudovanie dlja stroitel'stva i jekspluatacii sovremennyh transportnyh sooruzhenij Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – 2009. – S. 11 – 13.
8. Alfimova N.I., Trunov P.V., Vishnevskaja Ja.Ju., Shejchenko M.S., Aslahanov A.H. Modificirovannoe vjazhushhee // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2010. – № 2. – S. 30 – 33.
9. Kljuev A.V., Netebenko A.V., Durachenko A.V. Svojstva betonnoj matricy pri dispersnom armirovanii fibrami // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. – 2014. – T. 16. – №2. – S. 96 – 99.
10. Kljuev A.V., Netebenko A.V., Durachenko A.V. Orientacija i raspredelenie fibr v cementnoj matricе // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. – 2014. – T. 16. – №2. – S. 99 – 102.
11. Kljuev A.V., Kljuev S.V., Netebenko A.V., Durachenko A.V. Melkozernistyj fibrobeton armirovannyj polipropilenovym voloknom // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2014. – № 4. – S. 67 – 72.
12. Kljuev A.V., Netebenko A.V., Durachenko A.V., Pikalova E.K. K voprosu primenenija tehnogennyh peskov dlja proizvodstva melkozernistogo fibrobetona // Sbornik nauchnyh trudov Sworld. – 2014. – T. 19. – №1. – S. 32 – 34.
13. Kljuev S.V., Kljuev A.V., Sopin D.M., Netebenko A.V., Kazlitin S.A. Tjazhelonagruzhenne poly na osnove melkozernistyh fibrobetonov // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. – 2013. – №3. – S. 7 – 14.
14. Kljuev A.V. Stalefibrobeton dlja sborno-monolitnogo stroitel'stva // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2011. – № 2. – S. 60 – 63.
15. Kljuev A.V. Usilenie izgibaemyh konstrukcij kompozitami na osnove uglevolokna // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2011. – № 3. – S. 38 – 41.
16. Kljuev A.V., Lesovik R.V. Stalefibrobeton na kompozicionnyh vjazhushhh i tehnogennyh peskah KMA dlja izgibaemyh konstrukcij // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2012. – № 2. – S. 14 – 16.
17. Kljuev S.V., Kljuev A.V. Predely identifikacii prirodnyh i inzhenernyh sistem // Fundamental'nye issledovanija. – 2007. – №12. – S. 24 – 25.
18. Kljuev A.V., Lesovik R.V. Tehnogennye peski kak syr'e dlja proizvodstva fibrobetona // Innovacionnye materialy tehnologii; sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova, Belgorod: Iz-vo BGTU. – 2010. – Ch. 3. – S. 273 – 277.
19. Kljuev A.V., Netebenko A.V. Armirujushhie materialy i ih svojstva dlja proizvodstva fibrobetonov // Sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. – Belgorod. – 2013. – S. 17 – 21.
20. Kljuev A.V., Netebenko A.V. Jeksperimental'nye issledovanija fibrobetona dlja promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva // Sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. – Belgorod. – 2013. – S. 12 – 16.
21. Kljuev A.V., Pikalova E.K. Tehnologija usilenija konstrukcij uglevoloknom // Sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. – Belgorod. – 2013. – S. 33 – 37.
22. Kljuev A.V., Pikalova E.K. Raschet usilenija zhelezobetonnyh kolonn uglevodnoj tkan'ju // Sbornik Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoi konferencii molodyh uchenyh BGTU im. V.G. Shuhova. – Belgorod. – 2013. – S. 38 – 41.
23. Kljuev A.V. K voprosu formirovanija vysokokachestvennyh fibrobetonnyh kompozitov // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2014. – № 6. – S. 55 – 57.
24. Kljuev A.V. Dispersno-armirovannyj melkozernistyj beton na tehnogennom peske KMA dlja izgibaemyh izdelij: avtoref. dis. ... k.t.n. Belgorod 2012. 24 s.
25. Kljuev A.V. Stal'nye fibry i ih primenenie dlja dispersnogo armirovanija melkozernistyh betonov // Innovacionnye materialy tehnologii; sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Belgorod, 11-12 okt. 2011 g. / Belgor. gos. tehnol. un-t, Belgorod: Iz-vo BGTU, 2011. Ch. 1. S. 229 – 232.
26. Lesovik R.V., Kljuev A.V. Raschet vysokoplотноj upakovki zeren melkozernistogo betona // Innovacionnye materialy tehnologii; sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: Belgorod, 11-12 okt. 2011 g. / Belgor. gos. tehnol. un-t, Belgorod: Iz-vo BGTU, 2011. Ch. 1. S. 233 – 238.
27. Lesovik V.S., Vishnevskaja Ja.Ju., N.I. Alfimova, A.V. Savin Vlijanie gidrotermal'noj obrabotki i davlenija na strukturoobrazovanie kompozicionnyh vjazhushhh // Nauchnye issledovanija, nanosistemy i resursoberegajushhie tehnologii v promyshlennosti stroitel'nyh materialov sbornik dokladov (XIX nauchnye chtenija). 2010. S. 186 – 189.
28. Lesovik V.S., Savin A.V., Alfimova N.I. Stepen' gidratacii kompozicionnyh vjazhushhh kak faktor korrozii armatury v betone // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Stroitel'stvo. 2013. №1(649). S. 28 – 33.
29. Savin A.V., Lesovik V.S., Alfimova N.I. K probleme korrozionnoj stojkosti zhelezobetona // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2013. – № 2. – S. 7 – 12.
30. Seryh I.R. Prochnost' stalebetonnogo jelementa s sostavnoj obojmoj pri vnecentrennom szhatii i izgibe // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2005. – № 10. – S. 442 – 445.
31. Trunov P.V., Alfimova N.I., Vishnevskaja Ja.Ju., Evtushenko E.I. Vlijanie sposoba pomola na jenergojemkost' izgotovlenija i kachestvennye karakteristiki kompozicionnyh vjazhushhh // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova. – 2012. – №4. – S. 37 – 39.

Кудаев Н.Ю.<sup>1</sup>, Елизаров А.И.<sup>2</sup>, Калайда В.Т.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Аспирант; <sup>2</sup>кандидат технических наук, доцент; <sup>3</sup> доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский Томский Государственный Университет

**МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОЙ ФУНКЦИИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

*Аннотация*

*В статье предлагается метод идентификации, базирующийся на построении классов объектов, как многомерной функции плотности распределения векторов параметров.*

**Ключевые слова:** идентификация, многомерная функция плотности распределения.

Kudayev N. Y.<sup>1</sup>, Elizarov A.I.<sup>2</sup>, Kalayda V.T.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student; <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, associate professor; <sup>3</sup>Doctor of Technical Sciences, professor, National Research Tomsk State University

**IDENTIFICATION TECHNIQUE BASED ON THE MULTIDIMENSIONAL PROBABILITY DENSITY FUNCTION**

*Abstract*

*In this paper we propose a method of identification based on the construction of classes of objects as multidimensional density function parameter vectors.*

**Keywords:** Identification, multidimensional density function.

Идентификация является актуальной проблемой в различных сферах современного общества. Например, идентификация объектов в системах безопасности, в системах мониторинга. На практике, большое количество задач идентификации, решается применительно к изображениям. Предлагаемый метод идентификации на основе многомерной функции плотности распределения подходит для решения задачи идентификации независимо от типа исходных данных.

Для описания классов можно использовать многомерную функцию плотности распределения. В свою очередь каждый объект характеризуется своим вектором параметров (характеристик). Набор таких векторов описывает класс. Дальнейшая задача будет сводиться к отнесению идентифицируемого объекта к одному из известных классов по его набору параметров.

Примем во внимание гипотезу о том, что априори условия получения векторов параметров, описывающих объекты, неизвестны. Следовательно, имеется множество различных векторов, полученных при множестве условий. Группы векторов, полученных при схожих параметрах, образуют множество неизвестных распределений. В соответствии с предельной теоремой можно предположить, что множество векторов параметров является нормальным (то есть описывается многомерной Гауссовской функцией плотности распределения). Это частично подтверждается в работе [1], когда гиперповерхность аппроксимируется полиномом второго порядка. В таблице 1 для одной из выборок векторов параметров изображений, из работ [1] и [2], представлены экспериментальные частоты по равным интервалам.

Таблица 1 - Экспериментальные частоты характеристик Ну-моментов набора изображений одного класса.

№ п-ра	Распределение частот по равным интервалам значений Ну-моментов															
	1	0	0	5	5	8	1	18	18	16	3	5	3	3	1	3
2	0	0	4	9	5	0	17	15	21	10	3	3	0	0	0	1
3	0	0	0	11	16	10	5	6	11	8	7	11	4	1	1	3
4	0	0	4	7	6	12	16	7	7	14	5	4	4	4	1	2
5	0	1	1	4	3	17	9	22	9	7	8	2	3	0	1	5
6	1	2	1	1	6	5	24	19	7	7	5	1	4	3	5	3
7	1	1	1	2	7	11	10	15	16	9	6	1	3	6	2	0

Предположим, что по множеству векторов (наборов параметров) можно построить многомерную нормальную функцию распределения. Числовые характеристики такой функции описываются ковариационной матрицей, которую для упрощения, можно повернуть и сделать диагональной. Полученная диагональная матрица будет содержать на главной диагонали собственные числа исходной матрицы. Для получения собственных чисел используется метод Данилевского. В результате чего матрица приводится к виду Фробениуса. Собственные числа матрицы Фробениуса равны собственным числам исходной ковариационной матрицы [3]. Таким образом, класс изображений описывается значениями средних (мат. ожиданий) и стандартных отклонений для каждой из характеристик. В дальнейшем планируется для получения собственных чисел ковариационной матрицы использовать готовые алгоритмы, входящие в математические пакеты. Это позволит повысить точность и быстродействие вычислений, а также уменьшит затраты на сопровождение этой части алгоритма.

Алгоритм идентификации заключается в принятии решения голосованием о принадлежности изображения к классу. Каждая характеристика вектора параметров идентифицируемого объекта проверяется на вхождение в соответствующий ей интервал  $[m - 1, 92\sigma; m + 1, 92\sigma]$ . В такой интервал входят 95% всех значений для нормального распределения. При решении реальной задачи, могут возникнуть ситуации, когда несколько характеристик удовлетворяют интервалу, а несколько – нет. Решение принимается голосованием: если больше половины характеристик одного вектора удовлетворяют своим интервалам, то считается, что изображение принадлежит к классу. В противном случае – не принадлежит.

К преимуществам данного метода можно отнести следующее:

- независимость от типа входных данных;
- устойчивость к условиям получения входных данных (слабая зависимость от условий съёмки изображений);
- устойчивость к изменению ориентации и положения идентифицируемого объекта;
- высокая точность метода при достаточном наборе параметров.

Недостатки предлагаемого метода :

- при увеличении количества классов метод чувствителен к информативности выбранных параметров;
- как и для большинства методов идентификации, для более точного описания класса требуется большее количество векторов параметров.

В дальнейших исследованиях предложенный метод будет использоваться для решения задач идентификации личности человека и классификации типов облачности.

## Литература

1. Калайда, В.Т. Метод опорной гиперповерхности для идентификации изображения лица человека / В.Т. Калайда, А.И. Елизаров // Вычисл. технологии. – 2012. – Том 17, № 5. - С. 65-70.
2. Калайда, В.Т. Идентификация лица человека методом опорной гиперплоскости / В.Т. Калайда, Н.Ю. Губанов // Вычисл. технологии. - 2007. – Том 12, Специальный выпуск №1: Труды отдела проблем информатизации ТНЦ СО РАН. - С. 96-101.
3. Мицель, А.А. Вычислительная математика: учебное пособие /А.А. Мицель// Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования. – 2001. – 228с.

## References

1. Kalajda, V.T. Metod opornoj giperpoverhnosti dlja identifikacii izobrazhenija lica cheloveka / V.T. Kalajda, A.I. Elizarov // Vychisl. tehnologii. – 2012. – Tom 17, № 5. - S. 65-70.
2. Kalajda, V.T. Identifikacija lica cheloveka metodom opornoj giperploskosti / V.T. Kalajda, N.Ju. Gubanov // Vychisl. tehnologii. - 2007. – Tom 12, Special'nyj vypusk №1: Trudy otdela problem informatizacii TNC SO RAN. - S. 96-101.
3. Micel', A.A. Vychislitel'naja matematika: uchebnoe posobie /A.A. Micel'// Tomsk: Tomskij mezhvuzovskij centr distancionnogo obrazovanija. – 2001. – 228s.

Минько Н.И.<sup>1</sup>, Лавров Р.В.<sup>2</sup>

Доктор технических наук<sup>1</sup>, профессор; аспирант<sup>2</sup>, Белгородский государственный технологический университет (БГТУ) им. В.Г. Шухова

## НОВОЕ В ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

### Аннотация

*Предложен способ получения силикатного стекла с улучшенным осветлением и одновременным снижением температуры варки стекла по сравнению с традиционным способом. Рассматриваемый способ позволяет исключить или уменьшить традиционные осветлители из состава стекольной шихты, провести предварительную обработку традиционных материалов для получения стекла с целью повышения интенсификации стекловарения, полностью заменить кальцинированную соду на каустик или щелочесодержащий отход.*

**Ключевые слова:** интенсификация процессов стекловарения, щелочной концентрат, гидроксиды щелочных и щелочземельных металлов, декрепитация, осветление, газовые включения, «мошка».

Minjko N.I.<sup>1</sup>, Lavrov R.V.<sup>2</sup>,

doctor of engineering<sup>1</sup>, professor ; graduate student<sup>2</sup>, Belgorod State Technological University named after V. G. Shoukhov

## LOW SEEDS AND BUBBLES SILICATE GLASS WITH LOW MELT TEMPERATURE

### Abstract

*A manner producing low seeds and bubbles glass was obtained. It allows to reduce glass melt temperature, eliminate or use less amount fining agents, to intensify silicate process batch materials before melting, to replace soda on the caustic or waste liquor.*

**Keywords:** pre-processing of raw materials, alkali concentrate, hydroxides alkali and earth-alkali metals, decrepitation, seeds, gas bulbs.

Получение стекла представляет собой сложный физико-химический процесс, основными стадиями которого являются силикатообразование, стеклообразование, осветление, гомогенизация и охлаждение стекломассы. Если процессы силикато- и стеклообразования для натрий-кальций-силикатных стекол могут заканчиваться при 1150 - 1250 °С, то для освобождения стекломассы от газовых включений (осветления) – необходима температура 1450 – 1550 °С [1]. Протекающие процессы осветления и гомогенизации занимают при указанной температуре длительное время, для ускорения процесса осветления необходимо использовать различные «грязные» с точки зрения экологии осветляющие добавки, например, сульфат. Выбросы выделяющегося SO<sub>3</sub>, например в Европе, ограничены согласно директиве ЕС № 2008/50/ЕС от 21 мая 2008 года, превышение которых ведет к остановке деятельности предприятия.

Качество подготовки традиционных сырьевых материалов и стекольной шихты напрямую влияет на процессы осветления и гомогенизации. Например, сегрегация компонентов стекольной шихты отрицательно сказывается на протекании всех стадий получения стекла.

Традиционные сырьевые материалы, такие как карбонаты щелочных и щелочноземельных металлов, при нагревании выделяют большое количество углекислого газа, который с одной стороны, положительно влияет на процессы осветления и гомогенизации, с другой стороны, уносит пылевидные составляющие шихты, служит источником загрязнения окружающей среды.

На процессы осветления и гомогенизации отрицательно влияет декрепитация карбонатов щелочноземельных металлов при нагревании. Процесс термического разложения известняка, магнетита, доломита, содержащие карбонаты Mg и Ca, сопровождается растрескиванием, образованием пылевидных частиц, часть которых уносится печными газами и откладывается на огнеупорах и в регенеративной системе стекольной печи, а другая часть, оставшаяся в расплаве, является источником «мошки» в стекломассе.

Целью исследования являлось получение силикатного стекла с пониженной температурой варки, гомогенизации и осветления без использования или с уменьшением количества осветляющих добавок по сравнению со стеклом, сваренным по традиционному способу.

Снижение температуры варки стекла возможно при проведении предварительной обработки основного сырьевого компонента стекольной шихты, содержащего SiO<sub>2</sub> [2]. Наиболее эффективным является взаимодействие источника кристаллического кремнезема с каустиком, заменяющим кальцинированную соду в стекольной шихте, с получением промежуточного продукта – щелочного концентрата (ЩК), состоящего из основных кристаллических фаз в виде кварца и метасиликата натрия со следами дисиликата [3-5].

Несмотря на многочисленные плюсы использования щелочного концентрата: (интенсификация процессов силикатообразования на стадии подготовки стекольной шихты, повышение однородности состава стекольной шихты, уменьшение уноса твердых составляющих шихты, снижение выбросов CO<sub>2</sub>, снижение температуры варки) получение и применение ЩК имело ряд недостатков.

В связи с отсутствием в шихте на основе ЩК карбоната натрия и одновременным присутствием карбонатов щелочноземельных металлов сваренное стекло содержало большое количество мошки [6]. Содержание Na<sub>2</sub>O в стекле не соответствовало расчетному, ЩК содержал остаточный NaOH в количестве более 5 %.

Проведенные исследования с целью устранения недостатков ЩК показали, что введение в состав ЩК карбонатов щелочноземельных металлов позволило уменьшить значение остаточного каустика в ЩК до значения, не обнаруживаемого методом РФА; получить промежуточный продукт –ЩК с основными кристаллическими фазами в виде β-кварца, метасиликата натрия со следами дисиликата и силикатами щелочноземельных металлов.

Уменьшение остаточного NaOH в составе ЩК стало возможным:

за счет протекания дополнительных реакций силикатообразования между каустиком, кварцевым песком и сырьевым источником карбонатов щелочноземельных металлов; за счет высвобождающегося CO<sub>2</sub> при разложении карбоната магния (450-550 °С), который связывает остаточный каустик до Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.



Применение поправочного коэффициента 1,05 для каустика при расчете рецепта шихты на основе ЩК (по аналогии с коэффициентом на улетучивание 1,032 для кальцинированной соды) обеспечило полное соответствие содержания оксида натрия в ЩК и в стекле на его основе.

Из литературных источников известно о снижении декрепитации карбонатов щелочноземельных металлов в случае предварительной обработки растворами каустика различной концентрации [7], поэтому введение в состав ЩК источников не только уменьшает остаточный NaOH за счет протекания дополнительных реакций силикатообразования силикатов кальция и магния, но снижает декрепитацию источников карбонатов щелочноземельных металлов.

Известно, что частичная или полная замена карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов и алюминия на соответствующие гидроксиды улучшает осветление силикатного стекла, способствует уменьшению количеству газовых включений в виде пузырей и мошки в стекломассе [8].

С целью снижения мошки в силикатном стекле на основе ЩК в составы экспериментальных шихт было решено ввести гидроксиды щелочноземельных металлов и алюминия ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) в различных сочетаниях с традиционными сырьевыми компонентами.

За основу был взято силикатное стекло состава ( $\text{SiO}_2 - 71,86$ ;  $\text{Na}_2\text{O} - 13,82$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 - 2,12$ ;  $\text{CaO} - 10,1$ ;  $\text{MgO} - 2,1$ ), рецепты шихт наиболее значимых результатов приведены в таблице.

Максимальная температура варки экспериментальных стекло составила  $1480^\circ\text{C}$ , время подъема от  $1380^\circ\text{C}$  до  $1480^\circ\text{C}$  составило 1 час, после чего печь была выключена, для снятия термических напряжений температура в печи была снижена до  $800^\circ\text{C}$  с последующей герметизацией загрузочного отверстия. Варка проводилась в электрической печи без добавления шихты в тигли в процессе варки.

Таблица 1 - Сырьевые материалы и рецепты шихт исследуемых стекол.

Сырьевые материалы	Рецепты шихт (в.ч)			
	а	б	в	г
Кв. песок	71,63	63,8	63,53	63,8
Сода	-	-	22,15	-
ПШК	-	10,82	11,42	10,82
Мел	-	12,32	12,34	12,32
Доломит	-	10,47	10,49	10,47
$\text{MgCO}_3$	4,03	-	-	-
Сульфат	-	0,69	0,72	-
NaOH	18,88	17,17	-	17,17
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	13,63	-	-	-
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	-	-	-	-
$\text{Al}(\text{OH})_3$	3,1	-	-	-

Сравнительные варки стекол на основе экспериментальных шихт и стекла на традиционной основе показали (рис.), что осветление стекла на основе шихты на основе: ЩК, имеющего в своем составе источник карбонатов щелочноземельных металлов; гидроксида кальция, гидроксида алюминия, заменяющих традиционные сырьевые компоненты, проходит лучше, чем в стекле на традиционной основе с применением осветлителей (сульфата), что делает возможным исключить из состава экспериментальной шихты традиционные осветлители (рис.3). Стекло на основе шихты из ЩК, традиционных сырьевых компонентов и осветлителя (сульфата) содержало меньше газовых включений, чем стекло на традиционной основе с осветлителем в виде сульфата.

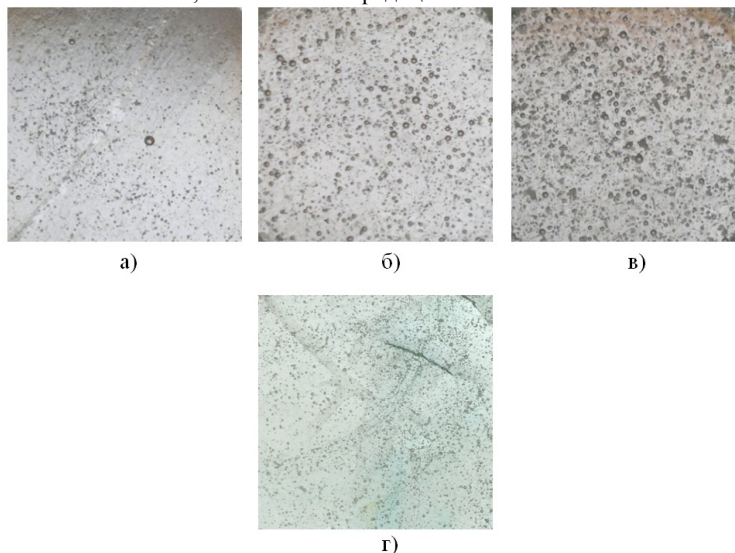


Рис. 3 - Образцы экспериментальных стекол: а) - на основе ЩК в составе с техническим  $\text{MgCO}_3$ ; гидроксидов Ca и Al; без осветлителей, б) - на основе ЩК и традиционных сырьевых компонентов с осветлителем в виде сульфата, в) на основе традиционных сырьевых компонентов с добавлением осветлителя (сульфата), г) на основе ЩК и традиционных сырьевых компонентах без осветлителя.

## Литература

1. Гулоян Ю.А . Физико-химические основы технологии стекла .-Владимир : «Транзит-Икс» .-2008.- С.398-399.
2. Минько Н.И., Лавров Р.В.Бессодовая технология силикатных стекол. //УДК 666.1 . Сборник докладов 7-ой международной конференции «Стеклопрогресс XXI».- Саратов.: ООО «Буква» .-2014 .-С.31-37 .
3. Пат. RU2152363 России, МПК C03B1/00, C03C1/02 . Сырьевой концентрат для производства стекла и керамики и способ его получения /Молчанов В.Н., Поляков В.Н., Демидов И.А. и др./ - опубл. 10.07.2000; <http://www1.fips.ru/>.
4. Заявка RU2007131721 России, МПК C03C1/00. Щелочной концентрат для получения стекла и способ его применения с целью снижения атмосферных выбросов углекислоты и твердых составляющих шихты /Молчанов В.Н., Лавров Р.В./ - опубл. 27.02.2009; <http://www1.fips.ru/>.
5. Пат. RU 2107666 , 27.03.1998. Голубев М.Н.,Захаров И.С. Способ подготовки шихты для производства стекла//[http://www1.fips.ru](http://www1.fips.ru/).
6. Минько Н.И., Лавров Р.В. Щелочной концентрат для производства стекла// Стекло и керамика -2014. -№10.-С.25-30.
7. Пат. WO2010031834 , 26.10.2007 . Pickbrenner Arnd .Manufacture of material on the basis of calcium-and/or magnesium carbonate having a reduced decrepitation tendency // <http://worldwide.espacenet.com> .
8. Пат. US2013281281 , 24.10.2013. Dejneka Matthew. Silicate glasses having low seed concentration // <http://worldwide.espacenet.com>.

## References

1. Gulojan Ju.A . Fiziko-himicheskie osnovy tehnologii stekla .-Vladimir : «Tranzit-Iks» .-2008.- S.398-399.
2. Min'ko N.I., Lavrov R.V.Bessodovaja tehnologija silikatnyh stekol. //UDK 666.1 . Sbornik dokladov 7-oj mezhdunarodnoj konferencii «Stekloprogress XXI».- Saratov.: ООО «Bukva» .-2014 .-S.31-37 .
3. Pat. RU2152363 Rossii, MPK C03B1/00, C03C1/02 . Syr'evoj koncentrat dlja proizvodstva stekla i keramiki i sposob ego poluchenija /Molchanov V.N., Poljakov V.N., Demidov I.A. i dr./ - opubl. 10.07.2000; <http://www1.fips.ru/>.
4. Zajavka RU2007131721 Rossii, MPK C03C1/00. Shhelochnoj koncentrat dlja poluchenija stekla i sposob ego primeneniya s cel'ju snizhenija atmosferyh vybrosov uglekisloty i tverdyh sostavljajushih shihty /Molchanov V.N., Lavrov R.V./ - opubl. 27.02.2009; <http://www1.fips.ru/>.
5. Pat. RU 2107666 , 27.03.1998. Golubev M.N.,Zaharov I.S. Sposob podgotovki shihty dlja proizvodstva stekla//[http://www1.fips.ru](http://www1.fips.ru/).
6. Min'ko N.I., Lavrov R.V. Shhelochnoj koncentrat dlja proizvodstva stekla// Steklo i keramika -2014. -№10.-S.25-30.
7. Pat. WO2010031834 , 26.10.2007 . Pickbrenner Arnd .Manufacture of material on the basis of calcium-and/or magnesium carbonate having a reduced decrepitation tendency // <http://worldwide.espacenet.com> .
8. Pat. US2013281281 , 24.10.2013. Dejneka Matthew. Silicate glasses having low seed concentration // <http://worldwide.espacenet.com>.

## Лебедева А. А.<sup>1</sup>, Птицына Л. К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Аспирантка, <sup>2</sup>доктор технических наук, профессор, федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича».

### МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МОДЕЛЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ АГЕНТОВ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ИХ ДЕЙСТВИЙ

#### Аннотация

*В статье представлено расширение методологии проектирования интеллектуальных программных агентов для крупномасштабных гетерогенных сетей. Раскрыта методика заполнения параметрического пространства расширенной объектно-ориентированной модели интеллектуального программного агента.*

**Ключевые слова:** интеллектуальный агент, объектно-ориентированная модель, динамическая синхронизация действий, методология

## Lebedeva A.A.<sup>1</sup>, Ptitsyna L.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduate student, <sup>2</sup>doctor of Technical Sciences, professor, federal State Educational Budget-Financed Institution of Higher Vocational Education the Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications.

### THE METHODS OF DEVELOPMENT OF OBJECT-ORIENTED MODELS OF INTELLIGENT SOFTWARE AGENTS WITH DYNAMIC SYNCHRONIZATION OF THEIR OPERATIONS

#### Abstract

*The report contains information on the segment of developing methodology of intelligent software agents for large-scale heterogeneous networks. The method of filling of the parametric space of the extended object-oriented model of intelligent software agent is described.*

**Keywords:** intelligent agent, object-oriented model, dynamic synchronization of operation, methods

При развитии крупномасштабных гетерогенных сетей возникает задача преодоления априорной неопределенности относительно сетевой инфраструктуры. Для интеллектуализации функциональных процессов целесообразно ввести в инфраструктуру сети интеллектуальные программные агенты.

Учет целого ряда случайных факторов в поведении инфокоммуникационных ресурсов достигается расширением функциональной спецификации интеллектуальных программных агентов за счет механизмов с динамическими приоритетами в объединении параллельных действий.

Описанное изменение функциональной спецификации определяет основание для развития ранее известных систем объектно-ориентированных моделей действий информационных программных агентов интеллектуального мониторинга, представленных в [1, 2].

В новый сегмент методологии включены взаимно соподчиненные методики:

- методика формирования расширенной объектно-ориентированной модели интеллектуального программного агента;
- методика заполнения параметрического пространства расширенной объектно-ориентированной модели интеллектуального программного агента;
- методика определения характеристик качества интеллектуального программного информационного агента с априорными динамическими приоритетами синхронизации его параллельных действий;
- методика объектно-ориентированного анализа преодоления априорной неопределенности относительно описания гетерогенной сети и в условиях достижения целей.

Основополагающей является методика формирования расширенной объектно-ориентированной модели информационного программного агента с динамическим профилем объединения его параллельных распределенных действий [3].

Для заполнения параметрического пространства сформированной модели применяется метод свободного объединения подпроцессов, соответствующих параллельным действиям интеллектуальных программных агентов с динамическими приоритетами по их завершению. Расширения в описании функциональной спецификации осуществляются благодаря интеграции

метода свободного объединения и метода свертки подпроцессов и её применению к объектно-ориентированным моделям распределенных процессов выполнения типовых запросов в виде расширенных диаграмм деятельности с нотацией унифицированного языка моделирования.

Содержание методики:

1. Узловые вершины, представляющие механизмы синхронизации с динамическими приоритетами, заменяются системой дуг. Дуги связывают ветви графа.

2. Вероятности новых переходов между узловыми вершинами обеспечивают возможность моделирования прохождения от одной последовательности подпроцессов к другой.

Введенные новые переходы описываются матрицами вида (1):

$$\mathbf{p}^{(l)} = \begin{pmatrix} P_{1,1}^{(l)} & P_{1,2}^{(l)} & \dots & P_{1,n}^{(l)} \\ P_{2,1}^{(l)} & P_{2,2}^{(l)} & \dots & P_{2,n}^{(l)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m,1}^{(l)} & P_{m,2}^{(l)} & \dots & P_{m,n}^{(l)} \end{pmatrix}, l = 1, 2, \dots, L; \quad (1)$$

где  $l$  – номер узловой вершины в ориентированном графе расширенной объектно-ориентированной модели типового запроса, представляющей объединение параллельных действий интеллектуального агента с неизвестным описанием механизма синхронизации;

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)}; \sum_{j=1}^m P_{i,j}^{(l)} = 1; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; \quad (2)$$

$m$  – число дуг, входящих в  $l$ -ую узловую вершину;

$n$  – число дуг, исходящих из  $l$ -ой узловой вершины;

$p_{i,j}^{(l)}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$  – вероятность того, что в момент окончания  $i$ -ого подпроцесса начинает выполняться  $j$ -ый подпроцесс, запускаемый таким оператором, который представляет  $l$ -ую узловую вершину.

Каждый столбец матрицы (1) заполняется соответствующими элементами вектора  $Q_i(m \times 1)$ . При отсутствии априорной информации о значениях  $p_{i,j}^{(l)}$ , может использоваться гипотеза о равновероятных событиях (3):

$$p_{i,j}^{(l)} = \frac{1}{m}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

Если известно, что с вероятностью близкой к единице какой-либо  $i$ -ый подпроцесс заканчивается позже других подпроцессов, то тогда устанавливаются следующие значения вероятностей перехода (4):

$$p_{i,1}^{(l)} = p_{i,2}^{(l)} = \dots = p_{i,n}^{(l)} = 1; p_{k,1}^{(l)} = p_{k,2}^{(l)} = \dots = p_{k,n}^{(l)} = 0; k = 1, 2, \dots, m; k \neq i. \quad (4)$$

Научная новизна методики заключается в обеспечении возможности применения метода свёртки для определения динамических характеристик интеллектуальных программных агентов с априорными динамическими приоритетами синхронизации их параллельных действий за счёт заполнения параметрического пространства объектно-ориентированных моделей.

#### Литература

1. Интеллектуальные технологии и представление знаний. Планирование действий интеллектуальных агентов в информационных сетях : учеб. пособие / Л. К. Птицына, С. В. Добрецов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 172 с. – ISBN 5-7422-1101-5.
2. Информационные сети. Интеллектуальные информационные агенты : учеб. пособие / Л. К. Птицына, С. М. Шестаков. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 210 с. – ISBN 5-7422-1728-5.
3. Птицына Л. К., Лебедева А. А. Разработка системно-аналитического ядра информационных интеллектуальных агентов с динамической синхронизацией их действий // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании. III Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сб. научных статей / под ред. С. М. Доценко, сост. А. Г. Владыко, Е. А. Аникевич, Л. М. Минаков. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, 2014 – 1291 с. (С. 505 – 509).

#### References

1. Ptitsyna, L.K. and Dobretsov, S.V. (2006), *Intellektualnye tekhnologii i predstavlenie znaniy. Planirovanie deistvij intellektualnykh agentov v informatsionnykh setyakh: uchebnoe posobie* [Intelligent technologies and knowledge representation. The planning of operations of intelligent agents in informative networks: educational book], Izdatelstvo Politekhnikheskogo universiteta [Polytechnic University Publishing], Saint-Petersburg, 172 p.
2. Ptitsyna, L.K. and Shestakov, S.M. (2008), *Informatsionnye seti. Intellektualnye informatsionnye agenty: uchebnoe posobie* [Informative networks. Intelligent informative agents: educational book], Izdatelstvo Politekhnikheskogo universiteta [Polytechnic University Publishing], Saint-Petersburg, 210 p.
3. Ptitsyna, L.K. and Lebedeva, A.A. (2014), “The development of system-analytical core of informative intelligent agents with dynamic synchronization of their operations”, *3d International scientific-technical and scientific-methodological conference “Actual problems of in telecommunications in science and education”*, Saint-Petersburg, pp. 505 – 509.

#### Манасян Н.К.

Аспирант, Национальный Политехнический Университет Армении

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ С ПОВЕРХНОСТИ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА В ТЕПЛОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЕ С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

#### Аннотация

Работа посвящена исследованию теплопотерь с поверхности тела человека в теплозащитной одежде при различных параметрах внешней среды. Получены значения полного теплового сопротивления пакета материалов теплозащитной одежды, температур между слоями и теплового потока.

**Ключевые слова:** теплое сопротивление, влажность, скорость, температура, теплозащитная одежда.

**THE STUDY OF HEAT LOSS FROM THE SURFACE OF HUMAN BODY IN HEAT SHIELDING CLOTHES TAKING INTO ACCOUNT THE CLIMATIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

**Abstract**

The work is dedicated to the study of heat loss from the surface of human body in heat shielding clothes at various parameters of environment. The values of total thermal resistance of a package of materials of heat shielding clothes, temperatures between layers and a thermal stream are obtained.

**Keywords:** thermal resistance, humidity, speed, temperature, heat shielding cloths.

Для оценки теплозащитных свойств одежды под воздействием факторов внешней среды на кафедре “Текстильная инженерия” была спроектирована и создана экспериментальная установка, схема которой с соответствующими разрезами показана на рис. 1.

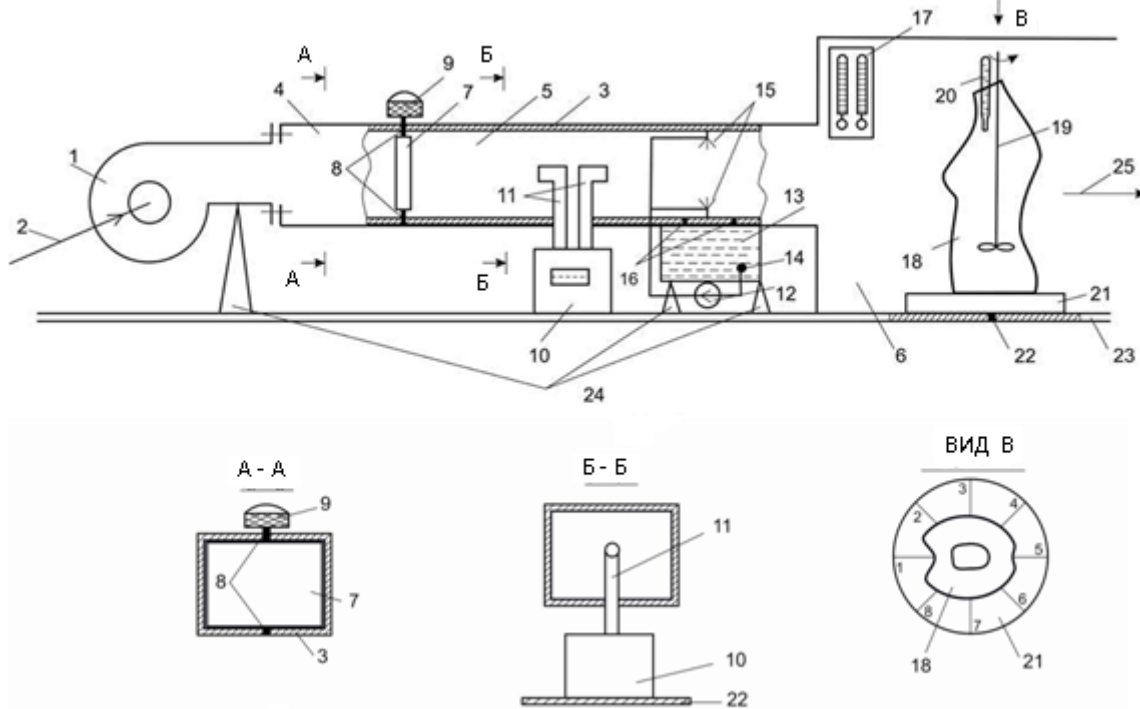


Рис. 1 - Схема экспериментальной установки для оценки теплозащитных свойств одежды

Установка работает следующим образом. В зимнем или переходном периоде года соответственно холодный или теплый воздух (2) всасывается при помощи центробежного вентилятора (1) и подается в прямоугольную трубу, корпус (3) которого изготовлен из металлических пластин. Экспериментальная установка состоит из трех участков: входного (4), успокоительного (5) и экспериментального (6). Регулировка скорости воздуха осуществляется при помощи регулятора воздуха (7), который представляет собой прямоугольную металлическую пластину, к которой приварены две оси (8), одна из которой входит в корпус установки (3), а второй, пройдя через корпус соединяется с фиксирующей рукояткой (9). Рукоятку можно закрепить под углом от 0° до 90° с шагом 10°, обеспечивая разную скорость воздушного потока, которая измеряется количеством воздуха, проходящим через патрубки (11) газового счетчика (10).

Успокоительный участок установки предназначен для стабилизации воздушного потока до входа в газовый счетчик. Циркуляционный насос (12) всасывает воду на участке водосъема (14) и подает на форсунки воды (15), которые и осуществляют увлажнение воздуха. Частицы воды, которые не смешались с воздухом, через водоотводящие отверстия (16) возвращаются в емкость воды (13). Влажность воздуха на экспериментальном участке измеряется при помощи психрометра (17). На экспериментальном участке (6) расположен манекен, наполненный водой (18), который предназначен для оценки теплозащитных свойств одежды различной конструкции. Вода в манекене постоянно перемешивается при помощи мешалки воды (19), подсоединенной к электродвигателю, для обеспечения равномерности температуры воды. Она измеряется термометром (20), помещенным в манекен. Манекен расположен на вращающемся диске (21), при помощи которого он может вращаться и закрепляться в 8-ми положениях. Ось вращающегося диска (22) находится в корпусе экспериментальной установки. Установка закрепляется на столе (23), и опираются на стойки (24), обеспечивая ее устойчивость. После обдува манекена воздух выходит из установки (25).

Оценку теплозащитных свойств одежды проводили при следующих значениях скорости воздушного потока  $v_B = 0 \dots 5$  м/с, влажности пакета материалов теплозащитной одежды  $\omega = 0 \dots 22.5\%$ , и температуры внешней среды  $t_{cp} = -20 \dots 10^\circ\text{C}$ . На поверхности манекена поддерживалась температура  $36,6^\circ\text{C}$  на протяжении всего эксперимента. На разработанной установке для оценки теплозащитных функций использовались два пакета материалов теплозащитной одежды: одежда переходного и холодного периодов года. Между слоями пакета материалов и на поверхности манекена устанавливались проградуированные термосопротивления марки М. Теплотери  $q$  с поверхности тела манекена с одетым на него пакетом материалов измерялись при помощи тепломерного датчика, разработанного на кафедре «Текстильная инженерия» Гюмрийского филиала Национального Политехнического Университета Армении [1]. Коэффициент теплопередачи и суммарное тепловое сопротивление пакета материалов одежды определялись по формулам [2]:

$$k = \frac{q}{36,6 - t_{cp}}; R_{\text{сум}} = \frac{1}{k}$$

Ниже в таблице 1 в качестве примера приведены результаты оценки теплозащитных свойств одежды для переходного периода года, состоящей из нательного белья, свитера и пуховика. Нательное белье состоит из двух слоев: первого, толщиной 3,2 мм из 80%

наилона и 20% вискозы и второго слоя (майки), толщиной 0,5 мм из 100% хлопка. Свитер, толщиной 0,6 мм состоит из 90% вискозы и 10% эластана. Пуховик состоит из трех слоев: подкладки из ацетата, толщиной 0,5 мм, прокладки из синтепона, толщиной 9 мм и плащевой ткани, толщиной 0,9 мм.

Эксперименты были праведены при температуре внешней среды  $t_{cp} = 10^{\circ}\text{C}$  и следующих сочитаниях скорости воздушного потока и влажности пакета материалов:  $v_B = 2,17 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 7,5\%$ ;  $v_B = 2,17 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 22,5\%$ ;  $v_B = 5 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 7,5\%$  и  $v_B = 5 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 22,5\%$ .

Таблица 1 – Результаты оценки теплозащитных функции одежды для переходного периода года

$t_M = 36,6^{\circ}\text{C}, t_{cp} = 10^{\circ}\text{C}, v_B = 2,17 \text{ м/с}, \omega = 22,5\%$				$t_M = 36,6^{\circ}\text{C}, t_{cp} = 10^{\circ}\text{C}, v_B = 2,17 \text{ м/с}, \omega = 22,5\%$			
Тепловые потери $q, \text{Вт/м}^2$	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Температура пододежного слоя $t, ^{\circ}\text{C}$	Тепловые потери $q, \text{Вт/м}^2$	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Температура пододежного слоя $t, ^{\circ}\text{C}$
81,8	0,33	3,07	31,3	82,7	0,32	3,10	31,2
			30,3				30,2
			29,3				29,2
			28,5				28,4
			13,6				13,4
12,4	12,3						
$t_M = 36,6^{\circ}\text{C}, t_{cp} = 10^{\circ}\text{C}, v_B = 5 \text{ м/с}, \omega = 7,5\%$				$t_M = 36,6^{\circ}\text{C}, t_{cp} = 10^{\circ}\text{C}, v_B = 5 \text{ м/с}, \omega = 22,5\%$			
Тепловые потери $q, \text{Вт/м}^2$	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Температура пододежного слоя $t, ^{\circ}\text{C}$	Тепловые потери $q, \text{Вт/м}^2$	Суммарное тепловое сопротивление $R_{\text{сум}}, (\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$	Коэффициент теплопередачи $K, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	Температура пододежного слоя $t, ^{\circ}\text{C}$
98,4	0,27	3,70	30,2	99,5	0,26	3,74	30,1
			29,0				28,9
			27,8				27,7
			26,8				26,7
			8,9				8,6
7,5	7,4						

Как видно из данных таблицы, климатические условия оказывают значительное влияние на теплозащитные функции одежды и их обязательно необходимо учитывать при ее проектировании. С увеличением скорости воздушного потока и влажности пакета материалов одежды суммарное тепловое сопротивление пакета падает, а теплотери с поверхности манекена – растут. При этом влажность пакета оказывает большее влияние на теплозащитные свойства одежды, чем скорость воздушного потока.

#### Литература

1. Минасян З.А., Манасян Н.К. Способ измерения тепловых потоков с поверхности тела человека // ГИУА (Политехник) Вестник, Сборник научных статей, часть II, Ереван. – 2013. –С. 584-588.
2. Кудинов А.А. Тепломассообмен. –М.: Инфра, 2012. – 375с.

#### References

1. Minasjan Z.A., Manasjan N.K. Sposob izmerenija teplovyh potokov s poverhnosti tela cheloveka // GIUA (Politehnik) Vestnik, Sbornik nauchnyh statej, chast' II, Erevan. – 2013. –S. 584-588.
2. Kudinov A.A. Teplomassoobmen. –M.: Infra, 2012. – 375s.

#### Михайлова Л.Н.

Кандидат технических наук, доцент, Самарский государственный технический университет

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА НА ТОЧНОСТЬ СФЕРЫ ТОРЦА РОЛИКОВ

#### Аннотация

В статье рассмотрены результаты исследований точности сферических торцов конических роликов за счет применения устройства, в основе которого заложена неравномерность углового расположения гнезд под ролики, что позволило снизить количество прравок шлифовального круга и повысить производительность процесса обработки.

**Ключевые слова:** шлифование сферических торцов, роликов, конических подшипников.

**Mikhailova L.N.**

Candidate of Technical Sciences, associate professor, Samara State Technical University

## STUDY OF THE IMPACT ON THE ACCURACY OF THE CAGE DESIGN SPHERE END ROLLERS

**Abstract**

The article describes the results of studies of the accuracy of the spherical ends of the tapered rollers through the use of the device, which was founded by the unevenness of the angular location of nests under the rollers, which reduced the number of revisions of the grinding wheel and improve the performance of the treatment process.

**Keywords:** grinding spherical ends, rollers, tapered bearings.

Точность базового сферического торца регламентируется допусками на радиус сферы, биение относительно конической поверхности качения, огранку и волнистость, а также шероховатость поверхности.

Исследования [1] показали, что при обработке сферического торца конического ролика наблюдается неравномерный износ круга, который оказывает влияние на точность обрабатываемого торца.

Наряду с радиусом сферы торца при производстве роликов малозумных подшипников имеется трудность в обеспечении огранки торца. Для устранения этой погрешности использовалось устройство, в основе которого заложена неравномерность углового расположения гнёзд под ролики у сепаратора таким образом, чтобы периодические действия роликов при их заходе в рабочую зону приходились не на одни и те же, а на новые участки шлифовального круга [1].

Для определения того, как влияет переменный шаг гнёзд сепаратора на качество торца ролика, проведены исследования шлифования роликов 6-7705У на станке модели СХК-5А. Шлифовались две серии роликов. Перед каждой серией обрабатывалась контрольная партия роликов с обычным равномерным сепаратором. При этом контрольная партия являлась своего рода фиксацией уровня качества наладки станка.

Существенной отличительной чертой этих двух серий являлось качество изготовления сепаратора с переменным шагом, а именно, расположение гнёзд сепаратора второй серии по углу расположения гнёзд под ролики выполнены точнее, чем первой серии.

Основная цель исследования – снижение огранки, торцового биения, определение точности сферы торца ролика.

Контролировались следующие параметры: радиус сферы, торцовое биение, огранка и шероховатость. Выборки брались по шесть роликов через каждые 15 минут работы станка. Контрольная партия второй серии составляла выборку в количестве 50 роликов.

Результаты огранки сферы торца роликов после шлифования двух серий приведены в таблице 1.

Таблица 1- Огранка сферы торца роликов, шлифованных при разных конструкциях сепаратора

Партия	Огранка, мкм				Конструкция Угловой шаг гнёзд сепаратора
	Допустимые значения, 0...4 мкм	Свыше допустимых значений, более 5 мкм	Среднее значение, мкм	Кол-во обработ. роликов	
Первая серия					
Контрольная	68,35%	31,65%	3,73	79	Равномерный
1-я партия	93,28%	6,72%	2,12	119	Переменный
2-я партия	81,68%	18,31%	2,83	71	Переменный
Вторая серия					
Контрольная	87,5%	12,5%	3,37	50	Равномерный
1-я партия	97,92%	2,08%	2,31	114	Переменный
2-я партия	97,89%	2,11%	2,11	285	Переменный
3-я партия	99,43%	0,57%	1,77	174	Переменный

Контрольные партии роликов обеих серий показали различный уровень качества по огранке: 68,35% и 87,5%. В обоих случаях применение конструкции сепаратора с переменным шагом гнёзд показало улучшение по огранке.

Результаты радиуса сферы торца роликов после шлифования двух серий приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Радиус сферы торца роликов, шлифованных при разных конструкциях сепаратора

Партия	Радиус сферы, мм					Конструкция Угловой шаг гнёзд сепаратора
	Менее допустимого значения 108 мм	В пределах допуска 108-118мм	Свыше допустимых значений 119 мм	Свыше 123 мм	Среднее значение радиуса, мм	
Первая серия						
Контрольная	1,27%	68%	30,7%	-	117,7	Равномерный
1-я партия	0,84%	45%	50,8%	3,36%	118,2	Переменный
2-я партия	1,41%	85%	13,6%	-	116,6	Переменный
Вторая серия						
Контрольная	-	38%	55,75%	6,25%	120	Равномерный
1-я партия	-	32%	65,22%	2,78%	120,37	Переменный
2-я партия	-	18%	76,74%	5,26%	120,5	Переменный
3-я партия	-	13%	85,85%	1,15%	119,75	Переменный

Рассеивание размеров радиуса сферы у всех партий обеих серий превышает допустимые значения. Среднее значение радиуса сферы торца роликов находится в пределах 116 - 121 мм. Правка шлифовального круга при шлифовании роликов с конструкцией сепаратора с переменным шагом гнёзд проводилась в 2 - 4 раза меньше, чем при обработке с равномерным шагом гнёзд сепаратора. Во второй серии исследований шлифование роликов без правки круга производили на протяжении десяти часов.

Результаты торцового биения сферы торца роликов после шлифования двух серий приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Торцовое биение сферы торца роликов, шлифованных при разных конструкциях сепаратора

Партия	Торцовое биение, мкм			Конструкция Угловой шаг гнёзд сепаратора
	Допустимые значения, 0...5 мкм	Свыше допустимых значений, более 5 мкм	Кол-во обработ. роликов	
Первая серия				
Контрольная	100%	-	79	Равномерный
1-я партия	99,16%	0,84%	119	Переменный
2-я партия	94,37%	5,63%	71	Переменный
Вторая серия				
Контрольная	97,92%	2,08%	47	Равномерный
1-я партия	100%	-	144	Переменный
2-я партия	100%	-	285	Переменный
3-я партия	100%	-	174	Переменный

Вторая серия обработанных роликов по торцовому биению показала хороший результат в сравнении с первой серией: отклонений по торцовому биению не отмечено, несмотря на работу станка без правки круга в течение 10 часов.

Для анализа точности сферы торца роликов, шлифованных при конструкции сепаратора с переменным угловым шагом гнёзд сепаратора, кроме абсолютных значений параметров приводится таблица средних значений контролируемых параметров: радиуса сферы, торцового биения и огранки (табл. 4).

Таблица 4 – Средние значения параметров контроля сферы торца роликов, шлифованных при разных конструкциях сепаратора

Партия	Средние значения параметров				Конструкция Угловой шаг гнёзд сепаратора
	Радиус сферы, мм	Торцовое биение, мкм	Огранка, мкм	Кол-во обработ. роликов	
Первая серия					
Контрольная	117,7	1,45	3,73	79	Равномерный
1-я партия	118,2	1,35	2,12	119	Переменный
2-я партия	116,6	1,7	2,83	71	Переменный
Вторая серия					
Контрольная	120	2,6	3,37	50	Равномерный
1-я партия	120,37	1,33	2,31	114	Переменный
2-я партия	120,5	1,47	2,1	285	Переменный
3-я партия	119,75	1,27	1,77	174	Переменный

Анализ средних значений параметров сферы торца роликов: радиуса сферы, торцового биения и огранки показывает, что у роликов 6-7705У, шлифованных с переменным угловым шагом гнёзд сепаратора, торцовое биение меньше, чем у контрольных партий, также заметно улучшаются показатели по огранке как по абсолютной величине, так и по среднему значению. Так, среднее значение огранки у роликов второй серии, обработанных при использовании сепаратора более точного изготовления, составило 1,77...2,31 мкм против 3,37 мкм у контрольной партии. Количество правок шлифовального круга снизилось, что позволило снизить расход алмазов и шлифовальных кругов, повысить производительность процесса обработки за счет экономии времени на правку шлифовального круга.

#### Литература

1. Михайлова, Л.Н. Повышение качества шлифования сферических торцов конических роликов [Текст] / Л.Н.Михайлова // Высокие технологии в машиностроении: Матер. Всероссийской науч.-техн. интернет-конф. С международным участием. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – С.12-15.

#### References

1. Mikhailova, L.N. Improving the quality of grinding spherical ends of the tapered rollers [Text] / L.N. Mikhaylova // High-Tech in Mechanical Engineering: Mater. All-Russian scientific and engineering. Internet Conf. With international participation. - Samara: Samara. state. tehn. University Press, 2011. - S.12-15.

Кудрявцев С.И.<sup>1</sup>, Сарасом В.В.<sup>2</sup>, Михайлова М.Ю.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>студент, <sup>3</sup>доцент, Белгородский Государственный Технологический Университет им. В. Г. Шухова

#### ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИНИИ ЭЛЕТКРОПЕРЕДАЧИ И МЕТОДЫ ЕЕ УВЕЛИЧЕНИЯ

#### Аннотация

Изучение пропускной способности линий электропередач 10 кВ и методов ее увеличения при помощи современного оборудования и технологий, а так же возможностей применения данного оборудования на практике.

**Ключевые слова:** линия электропередач, пропускная способность, компенсация реактивной мощности, вольтодобавочный трансформатор, компенсирующие установки.

Kudryavtsev S.I.<sup>1</sup>, Sarasom V.V.<sup>2</sup> Mikhailova M.Y.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>Student, <sup>3</sup>Dotsent, Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

#### THE CAPACITY OF THE POWER LINE AND THE METHODS OF ITS INCREASE

#### Abstract

The study of the transmission lines of 10 kV and methods of its increase with the help of modern equipment and technologies, as well as opportunities for application of this equipment in practice.

**Keywords:** power line, capacity, reactive power compensation, voltage transformer, compensating installation.

В связи с существенным увеличением стоимости строительства новых высоковольтных линий электропередачи возрастает роль повышения пропускной способности существующих и вновь сооружаемых ВЛ. Становится экономически выгодным увеличивать передаваемую по линии мощность вплоть до ограничения по нагреву за счет применения различных устройств. Это в свою очередь вызывает большой интерес к такому понятию как «пропускная способность линии» и к методам, при помощи которых можно было бы ее увеличить.

Пропускная способность электрической сети - технологически максимально допустимое значение мощности, которая может быть передана с учетом условий эксплуатации и параметров надежности функционирования электроэнергетических систем.



Пропускная способность зависит от напряжения в начале и в конце линии, от её длины и от волновых характеристик (волнового сопротивления и коэффициента изменения фазы). [1].

Падение напряжения в ЛЭП зависит от электрических нагрузок на линии, сечения провода и длины фидера.

По всей длине ВЛ существуют способы для обеспечения нормального уровня напряжения:

- реконструкция ВЛ с увеличением сечения провода и сохранением номинального напряжения .
- Повышение номинального напряжения.

- Установка конденсаторных батарей у потребителя для снижения перетоков реактивной мощности.

- Установка линейных вольтдобавочных трансформаторов для автоматического поддержания нормального уровня напряжения в сети.

Для повышения номинального напряжения в линии необходима замена трансформаторов на питающей подстанции, а так же трансформаторов на подстанциях потребителей, что является весьма невыгодным с экономической стороны.

Вольтдобавочный трансформатор (ВДТ) — электрический трансформатор с переменным коэффициентом трансформации, который своей вторичной обмоткой последовательно включается в цепь вторичной обмотки основного трансформатора. [1].

Вольтдобавочный трансформатор обеспечивает регулирование уровня напряжения в пределах  $\pm 15\%$  и не требует таких больших экономических затрат, по сравнению, например, с реконструкцией ВЛ.

Применяется для регулировки напряжений в отдельных линиях или в группе линий. Установка такого трансформатора позволяет: выравнять напряжение в электросети; устранять несимметрию напряжения на определенном участке цепи; снизить опасные последствия отгорания нулевого проводника и т.п.

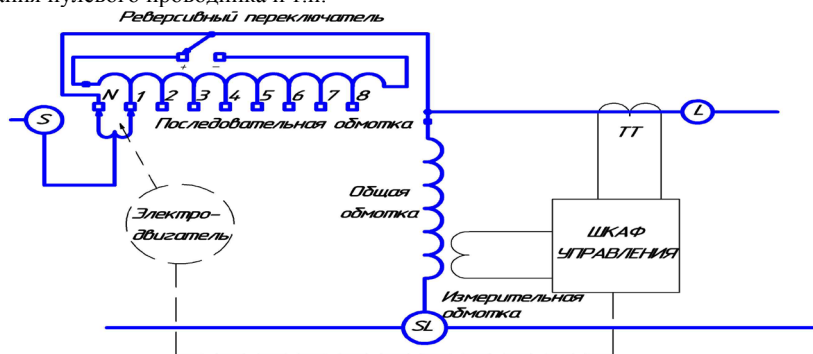


Рис.1 - Принципиальная электрическая схема ВДТ

Компенсация реактивной мощности, в настоящее время, является немаловажным фактором позволяющим решить вопрос энергосбережения и снижения нагрузок на электросеть. По оценкам отечественных и ведущих зарубежных специалистов, доля энергоресурсов, и в частности электроэнергии занимает значительную величину в себестоимости продукции.

Как правило, основные потребители электроэнергии имеют индуктивный характер нагрузки, то есть являются источниками индуктивной реактивной мощности. Индуктивной реактивной нагрузке, создаваемой электрическими потребителями, можно противодействовать с помощью ёмкостной нагрузки, подключая точно рассчитанный конденсатор. Это позволяет снизить реактивную мощность, потребляемую от сети и называется корректировкой коэффициента мощности или компенсацией реактивной мощности. [2].

Основным преимуществом компенсации реактивной мощности при помощи конденсаторных установок можно отнести следующее: отсутствие вращающихся частей, малые удельные потери активной мощности, простой монтаж и эксплуатация, отсутствие шумов и вибраций во время работы, относительно невысокие капиталовложения.

В зависимости от подключения конденсаторной установки возможны следующие виды компенсации:

1. Индивидуальная или постоянная компенсация, при которой индуктивная реактивная мощность компенсируется непосредственно в месте её возникновения, что ведет к разгрузке подводящих проводов. (Рис.5а)

2. Групповая компенсация, в которой аналогично индивидуальной компенсации для нескольких одновременно работающих индуктивных потребителей подключается общий постоянный конденсатор. При этом разгружается подводящая линия. (Рис.5б)

3. Централизованная компенсация, при которой определенное число конденсаторов подключается к главному или групповому распределительному шкафу. Такую компенсацию применяют, обычно, в больших электрических системах с переменной нагрузкой. (Рис. 5в) [3].

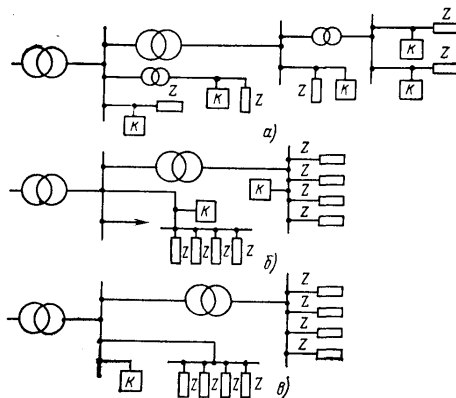


Рис.2 - Классификация компенсации реактивной мощности по способу подключения компенсирующих устройств

Установка компенсации реактивной мощности состоит из определенного числа конденсаторных ветвей, которые в своём построении и ступенях подбираются исходя из особенностей каждой конкретной электросети и её потребителей реактивной мощности.

На сегодняшний день имеются также инновационные технологии для увеличения пропускной способности линий. Благодаря развитию электроники получили устройства, способные воздействовать сразу на несколько параметров ЛЭП: напряжение в начале и в конце линии, индуктивное сопротивление линии, а также на угол сдвига фаз между векторами начального и конечного напряжения линии.



Эти технологии получили название FACTS (гибкие передающие системы переменного тока). [4].  
 Одно из таких устройств – преобразователь напряжения. Схема однофазного преобразователя напряжения показана на рис. 3.

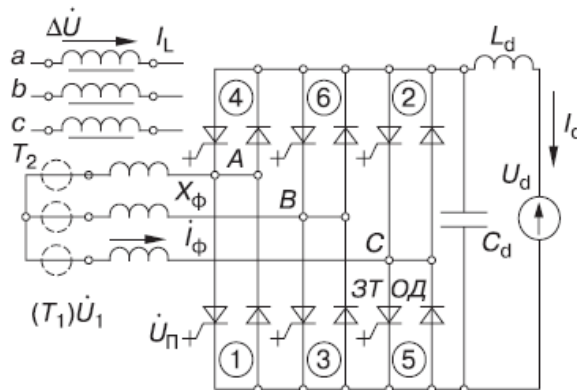


Рис. 3 - Схема однофазного преобразователя напряжения.

Преобразователь напряжения можно представить в виде статического аналога синхронной машины, в которой регулируемое напряжение  $U_d$  источника постоянного тока – эквивалент напряжения (тока) ротора, полупроводниковый коммутатор – эквивалент статора, а угол управления – регулятор энергоносителя (вода, пар, газ) турбины или нагрузки насоса. При этом статическая синхронная машина охватывает все четыре квадрата режимов работы: генератор, двигатель с генерацией и потреблением РМ, что соответствует режимам преобразователя: инвертор, выпрямитель с генерацией и потреблением РМ.

В настоящее время решается вопрос о реализации международных проектов по объединению энергосистем нескольких стран, что позволит наиболее экономично реализовывать избытки электроэнергии каждого участника объединения, а также осуществлять взаимную помощь при внештатных ситуациях, например, в послеаварийных режимах работы отдельных энергосистем.

В частности, обсуждаются вопросы создания передающей системы Восток-Запад в Европе и энергетических колец стран Черноморского региона (Черноморское кольцо), Балтийского региона (Балтийское кольцо) и др. В качестве варианта объединения предлагаются многоподстанционные системы постоянного тока (МСПТ). [4] Проблему создания МСПТН можно существенно упростить, если вместо выпрямительных устройств использовать преобразователя напряжения. Как показано выше, ПН по своей физической сути является источником ЭДС переменного тока и легко вписывается в общую структуру построения энергосистем переменного тока, в которых в качестве ЭДС используются синхронные генераторы. Другими словами, речь идет о создании сети постоянно-переменного тока. (рис. 4.)

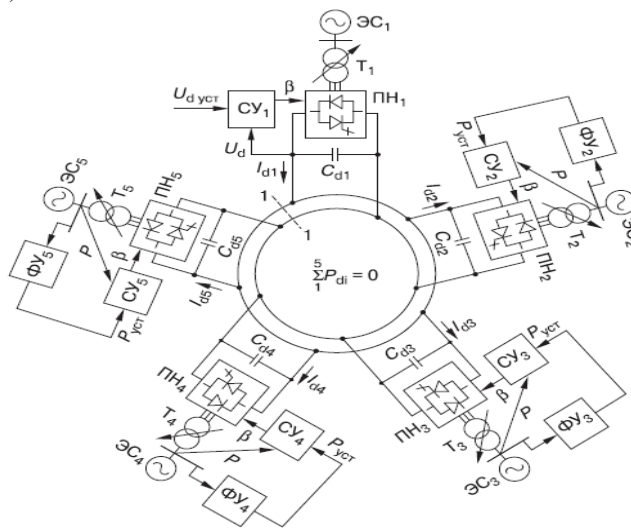


Рис. 4 - Сеть постоянно-переменного тока.

#### Литература

1. Увеличение пропускной способности линии 6-10 кВ. Перинский Т. В. – Новосибирск, 2008 г.
2. Компенсация реактивной мощности. Овсейчук В., Трофимо Г., Кац А.
3. Электронный ресурс: <http://www.nucon.ru/reactive-power/reactive-power-and-types-of-compensation.php>
4. Электронный ресурс: <http://news.elteh.ru/arh/2007/46/07.php>

#### References

1. Uvelichenie propusknoy sposobnosti linii 6-10 kV. Perinskij T. V. – Novosibirsk, 2008 g.
2. Kompensacija reaktivnoj moshhnosti. Ovsejchuk V., Trofimo G., Kas A.
3. Jelektronnyj resurs: <http://www.nucon.ru/reactive-power/reactive-power-and-types-of-compensation.php>
4. Jelektronnyj resurs: <http://news.elteh.ru/arh/2007/46/07.php>

Никитин Ю.Н.<sup>1</sup>, Скрипник А.А.<sup>2</sup>, Процкая Л.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Доктор технических наук, <sup>2</sup>Аспирант, <sup>3</sup>Кандидат химических наук

Сибирский казачий институт технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», г. Омск

#### К СЕМИДЕСЯТИЛЕТИЮ УСИЛЕНИЯ ШИННЫХ РЕЗИН ПЕЧНЫМ ТЕХУГЛЕРОДОМ

#### Аннотация

В статье изложены особенности послевоенного развития усиления шинных резин, характеризующегося лидерством США в развитии печной технологии техуглерода и замалчиванием достижений в исследовании его природы и роли в формировании структуры эластомерных сеток.

**Ключевые слова:** резина, техуглерод, дисперсность, структурность

## ON HIS SEVENTIETH GAIN TIRE RUBBERS FURNACE CARBON BLACK

## Abstract

The article describes peculiarities of the post-war development strengthening tire rubber, characterized by U.S. leadership in the development of stove technology of carbon black and the silence of the achievements in the study of its nature and role in the structure formation of elastomeric mesh.

**Keywords:** rubber, carbon black, dispersion, structure

В начале XX века с повышением спроса на автомобильные шины и требований к их качеству началось развитие плантационной технологии НК в азиатских колониях Англии, Франции и Голландии и усиление шинных резин на его основе оксидами металлов, ламповой и канальной сажей [1-3]. Страны без своих колоний синтезировали заменители НК: в 30-х годах внедрены технологии натрий-бутадиенового каучука СКБ в СССР и более качественных эмульсионных сополимеров бутадиена со стиролом (Буна S) и акрилонитрилом (Буна N) в Германии. Последние в больших количествах были переданы американским компаниям, которые при участии немцев испытывали их в протекторе, но не спешили применять, продолжая закупать НК для шин у голландцев и англичан. Канальный техуглерод из природного газа был единственным активным наполнителем шинных резин, и объём его производства к 1942 году достигал 90% от общей потребности в техуглероде. В 1943 году война с Японией перекрыла поставки НК в США, где уже было продано около 27 млн. легковых автомобилей. Президентскую программу создания мощностей на 745 тыс.т синтетических каучуков с наиболее массовым заменителем НК - сополимером GR-S (Буна S) выполнили за один год, построив 51 завод СК и один (первый) завод печного техуглерода [4].

В 1945 году объём производства каучуков в США сократили до 250 тыс.т. и часть остановленных мощностей на 350 тыс.т. передали в частные руки, сохранив над ними государственный контроль [1]. В 1948 году была подтверждена необходимость постоянного существования заводов на 600 тыс.т. каучуков общего назначения и 65 тыс.т. – специального, а в 1949 году половину мощностей «горячего» каучука GR-S перевели на холодную полимеризацию. В 1951 году организовали производство маслonaполненных каучуков GR-S, а позднее – и сажемаслonaполненных с одновременным наращиванием ассортимента и мощностей заводов печного техуглерода. Таким образом, вторая мировая война вынудила США отнестись к каучуку и печной техуглерод к материалам своей национальной безопасности.

К 60-м годам разработаны три базовые активные марки техуглерода - HAF, ISAF и SAF с тремя уровнями структурности, которые использовали даже в технологии сажемаслonaполненных GR-S марок 1606 и 1808 [5]. Результаты этих работ обобщены в сборнике трудов ведущих американских учёных, где описана печная технология и предложен метод оценки усиливающей активности техуглерода по количеству саже-каучукового геля, а усиление трактовалось как явление на межфазной границе [4]. По вопросу природы межфазных взаимодействий, ответственных за усиление, мнения учёных разошлись, и они десятилетиями дискутировали и экспериментально доказывали определяющую роль физических или химических связей.

Важным достижением послевоенной печной технологии стал переход на жидкое углеводородное сырьё - продукты переработки нефти и каменного угля, что позволило производить техуглерод и в странах, не имеющих собственных источников природного газа [5-7]. Низкая стоимость и высокая транспортабельность жидкого сырья позволяла применять его в любой стране и получать на одном типовом оборудовании различные марки техуглерода путём изменения технологических параметров процесса. Универсальность этой технологии заключается в возможностях регулирования не только дисперсности, но и структурности техуглерода путем добавления очень малых количеств солей щелочного металла. Аппаратурное оформление технологии надёжно защищает окружающую среду от выбросов отходящих газов, обеспечивает полный контроль всех технологических параметров и позволяет точно воспроизводить заданное качество техуглерода.

В 70-х годах исследовано влияние размера и открытости формы агрегатов активного печного техуглерода на свойства резиновых смесей и износостойкость шины и началась разработка его полуактивных марок [6,7]. Затем были разработаны улучшенные активные типы печного техуглерода с узким распределением частиц по размерам и повышенной активностью их поверхности и введена новая классификация всех марок - по ASTM D1765-03 (табл.1), которая стала основой для международной. Первый знак марки (буква) информирует о влиянии техуглерода на скорость вулканизации стандартных резиновых смесей (N нормальная, S замедленная), второй (цифра) – об его удельной поверхности по адсорбции азота, а цифры третьего и четвертого знаков произвольно выбраны. К 1971 году производство печного техуглерода в США достигло 1372 тыс. т., что превышает суммарный объём его выпуска в шести наиболее развитых странах мира – Японии, Англии, Франции, ФРГ, Италии и Голландии (1282 тыс. т).

Таблица 1 – Классификации типов печного техуглерода по ASTM

Новая классификация	Старая классификация	Структурность техуглерода
N110	SAF	Нормальная
N219	ISAF-LS	Низкая
N220	ISAF	Нормальная
N242	ISAF-HS	Высокая
N285	ISAF/HAF	Высокая
N326	HAF-LS	Низкая
N330	HAF	Нормальная
N339	HAF-M	Нормальная (монодисперсная)
N347	HAF-HS	Высокая
N539	FEF-LS	Низкая
N550	FEF	Нормальная
N568	FEF-HS	Высокая
N650	GPF-HS	Высокая
N683	GPF-HS	Высокая
N660	GPF	Нормальная
N761-762	SRF-LN	Низкая
N765	SRF-HS	Высокая
N770-774	SRF	Нормальная
N787	SRF	Нормальная

Новые типы и подтипы техуглерода создавали по результатам изучения механизма их образования, технологических приёмов достижения заданного комплекса свойств и усиливающего эффекта в стандартной резиновой смеси в сравнении с данными для базовой марки [6,7]. При таком комплексном подходе его ассортимент увеличился к концу XX века до 42 и включал все уровни дисперсности и структурности; из них активных типов было 24, полуактивных - 14 и неактивных - 4 (табл.2). Активные типы включали 7 подтипов 100 (SAF), 6 подтипов 200 (ISAF), в том числе печной заменитель канального техуглерода S212, и 11 подтипов 300 (HAF) с одним заменителем канального S315. Таким образом, современная технология вырабатывает печной техуглерод с удельной поверхностью от 15 до 450м<sup>2</sup>/г и абсорбцией ДБФ от 40 до 200мл/100г, что охватывает практически весь востребованный ассортимент наполнителей довоенных технологий. Мировое производство печного техуглерода достигло 6 млн. тонн в год и составляет более 98% всей его потребности, при этом 60-70% этого количества потребляет технология шин, где он полностью вытеснил канальный техуглерод.

Таблица 2 – Свойства типов печного техуглерода, разработанных в США

Новая классификация ASTM	Йодное число г/кг D1510	Абсорбция ДБФ:		Уд. пов. по многоточ. абс. азота D4820	Уд. пов. внешняя по азоту D5816	Сила окрас D3265	Насып плотн D1513	Откл. напр. при 300%удл МПа, D412, D3182, 3192
		D2414	предварит. сжат.обр. D3493					
N110	145	113	98	130	117	121	335	-3,2
N115	160	113	96	143	121	123	345	-3,4
N120	122	114	98	126	113	131	335	-1,2
N121	121	132	109	124	117	121	320	-0,2
N125	117	104	89	122	121	123	370	-2,6
N134	142	127	102	145	134	132	320	-0,6
N135	151	135	117	141	-	119	320	-0,4
S212	-	85	82	120	105	115	400	-6,4
N220	121	114	100	115	105	115	345	-2,2
N231	121	92	86	111	107	117	390	-4,6
N234	120	125	103	120	113	124	320	-0,8
N293	145	100	92	130	109	120	375	-4,8
N299	108	124	105	103	99	113	335	0,2
S315	-	79	75	91	86	-	450	-6,4
N326	82	72	69	78	78	112	465	-4,0
N330	82	102	88	79	76	103	375	-1,4
N335	92	110	94	85	85	110	345	0,2
N339	90	120	101	92	88	110	345	0,3
N343	92	130	104	96	91	114	336	2,1
N347	90	124	100	85	83	105	335	0
N351	68	120	97	71	69	100	345	0,6
N356	92	154	112	91	87	115	280	1,4
N358	84	150	112	82	78	99	290	2,3
N375	90	114	97	93	91	115	345	-0,2
N539	43	111	84	40	39	-	385	-1,8
N550	43	121	88	41	39	-	360	-1,4
N582	100	180	114	80	-	67	190	-1,8
N630	36	78	62	34	32	-	465	-4,4
N642	36	64	62	39	-	-	513	-5,4
N650	36	122	87	37	34	-	370	-1,0
N660	36	90	75	35	34	-	425	-2,4
N683	35	133	-	37	35	-	335	-0,8
N754	24	58	57	25	24	-	495	-6,6
N762	27	65	60	28	29	-	505	-4,8
N765	31	115	82	36	34	-	375	-2,0
N772	30	65	58	31	31	-	505	-4,8
N774	29	72	62	29	29	-	495	-4,6
N787	30	80	74	30	32	-	450	-4,2
N907	-	34	-	10	9	-	-	-9,4
N908	-	34	-	10	9	-	-	-10,2
N990	-	43	40	9	8	-	-	-8,6
N991	-	35	38	9	8	-	-	-10,2

Одновременно повышали надёжность контроля качества техуглерода, в частности абсорбцию ДБФ начали определять исходным (D2414) и сжатым (D3493) образцами, а удельные поверхности - методами многоточечной и одноточечной абсорбции азота [6,7]. Наиболее важной стала разработка приёмо-сдаточных норм контроля качества всех печных марок испытаниями в стандартной резиновой смеси по ASTM D412, D3182 и D3192 в сравнении с одним эталонным техуглеродом (последняя колонка табл.2). Промышленный эталонный техуглерод готовили партиями на основе N330 с показателями йодного числа 83,0 г/кг и абсорбции ДБФ 101,6 см<sup>3</sup>/100г и нумеровали очерёдность их применения, в настоящее время используют партию №7 (IRB-7). Нормой контроля качества стала величина отклонения напряжения при 300% удлинении стандартной резины с техуглеродом сдаваемой партии от этого показателя стандартной резины с IRB-6. В случае отклонения показателя от нормы даже партии, соответствующие всем другим нормам контроля качества косвенными для потребителя методами, бракуются.

Промышленные образцы первого отечественного печного техуглерода ПМ-70 испытывали на Ярославском шинном заводе уже в 1963 году, позднее появились ПМ-75 и аналог N330 – ПМ-100. С 70-х годов началось бурное развитие печной технологии со

строительством новых производств в Ярославле, Волгограде, Омске и Нижнекамске и внедрением 4 аналогов американских марок (табл.3) [8], однако заменить канальный техуглерод окисленным печным ПМО-101Н не удалось [9]. По новой классификации буква в марке техуглерода указывает способ его производства (К-канальный, П-печной), первая цифра – дисперсность, а вторая – структурность.

Таблица 3 – Свойства печных марок техуглерода по ГОСТ 7885-86

Марка СССР	аналог ASTM	Уд. поверхн. по азоту, $10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$		Абсорб. ДБФ, $10^{-5} \text{ м}^3/\text{кг}$ , D3493	Иодное число, $г/\text{кг}$ , D1510	Насыпная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ , D1513
		общая	внешняя			
П245	N234	120	113	125	120	320
П234	N220	104	97	102	82	330
П324	N330	86	80	112	76	340
П514	N539	41	39	111	43	360
К354	-	125	96	108	-	300

По строению элементарных частиц печной техуглерод считают аморфным углеграфитовым материалом, который отличается от природного графита значительно меньшими размерами и менее упорядоченным строением кристаллитов [10,11]. Позднее методом фазово-контрастной электронной микроскопии по изменениям в индивидуальных углеродных слоях при графитировании выявлены признаки его полимерной природы [12], что объясняет и наличие в нём большого пиридинового экстракта [13]. Однако на публикацию состава экстракта и роли его в усилении резины в СССР наложили запрет, который сняли в России 2000 году [8]. При этом продолжают придерживаться углеграфитовых представлений о природе техуглерода [6] и игнорировать роль олигомерных фракций в снижении уровня электронообменных взаимодействий между его агрегатами, напрямую связанного с качеством его диспергирования [14,15]. Неудачи в получении отечественного печного заменителя канального техуглерода [9] являются следствием ложных представлений о его природе и чрезмерного увлечения рентгеноструктурными исследованиями, в которых пачки индивидуальных графитоподобных слоёв принимаются за «кристаллиты».

Диспергирование техуглерода Фунт объяснил скалыванием его агрегатов каучуком по «луковичному» механизму [6,с.381;16], что противоречит представлениям Г.В. Виноградова о гетерогенности ньютоновского течения технических каучуков [17]. Поэтому предложен релаксационный механизм диспергирования, который объясняет отсутствие взаимосвязи между его результатами и молекулярной массой исходного каучука и хорошо согласуется с представлениями о природе аномалии его вязкости [14,15]. Достижения российских учёных в создании научной базы для обоснования релаксационного механизма диспергирования техуглерода трудно переоценить [18]. Замалчивание же их в юбилейном номере журнала, посвящённом значительно более скромным достижениям СССР в технологии и применении техуглерода по сравнению с США [19], на фоне скромной заметки памяти Г.В. Виноградова [20] вызывает удивление.

Физики В. Кун, Е. Гут и Х. Джеймс молекулярно-кинетической теорией высокоэластичности положили начало исследованиям эластомерных сеток [21]. Исследована пока надмолекулярная структура флуктуационной сетки аморфных каучуков с узлами из ассоциатов и зацеплений и структура сеток ненаполненных резин с химическими узлами. В 70-е годы в СССР в работах по замене СКБ на бутадиен-стирольные каучуки (БСК) исследовали и их гели, сшитые дивинилбензолом в пределах глобул латекса. В отличие от плотного геля, который межфазными расслоениями снижал вязкость и улучшал технологические свойства СКМС-30АРК, частицы рыхлого геля повышали его вязкость и ухудшали свойства, набухая в сегментах каучука и превращаясь в слабые полифункциональные узлы физической сетки [22,23].

В 80-х годах Г.М. Бартеневым было установлено адсорбционное связывание значительной части каучука техуглеродом с изменением его релаксационных и теплофизических свойств [24], которое по сравнению с набухшим гелем значительно сильнее ухудшает свойства каучука [25]. При наполнении даже канальным техуглеродом в три раза снижается скорость шприцевания каучука и почти в два раза повышается его усадка при значительном росте жёсткости (табл.4). Очевидно, узлы сетки из сегментов связанного техуглеродом каучука превосходят узлы из набухших глобул рыхлого геля по прочности и способности структурировать каучук. При этом оба геля улучшают свойства наполненной резиновой смеси, что указывает на связывание техуглеродом даже сшитых коллоидных частиц каучука в более громоздкие и полифункциональные углерод-каучуковые узлы сетки.

Таблица 4. - Влияние техуглерода и сшитых гелей БСК на технологические свойства каучука СКМС-30АРК

Свойства резиновых смесей	без техуглерода			40 масс.ч. техуглерода		
	без геля	рыхлый гель*	плотный гель*	без геля	рыхлый гель*	плотный гель*
Жёсткость по Дефо, Н	6,65	8,50	7,90	9,70	12,00	13,90
Скорость шприцев, м/мин	3,93	3,62	4,36	1,28	1,31	1,45
Усадка при шприцевании, %	74	78	68	136	111	88

\*Степень набухания гелей в толуоле: рыхлого - 18,2%, плотного – 7,7%; содержание гелей – 30 масс.ч. на 100 масс.ч. каучука.

Канцерогенные свойства техуглерода и движение «зеленых» в защиту среды обитания человека вынудили Запад заменить его кремнекислотой сначала в протекторе зимних шин [26], а к 90-м годам - экологически безопасных легковых «зеленых» шин с сохранением 25% техуглерода [27]. Сокращая производство и потребление техуглерода, Запад использует для повышения качества шин все возможные способы модификации техуглерода, так как он исчерпал свои возможности усиления [28]. Россия и Китай не внедрили силосано-органоциановую технологию и, увеличив производство техуглерода, становятся лидерами по объёмам его поставок на Запад [8].

В XXI веке России навязывают ничем не обоснованные «модели» [6]: «луковичную» - диспергирования техуглерода в каучуке [16], «виноградную» - его распределения в каучуке [29] и «островковую» - его структуры в фазе ненаполненной резины [30]. Этим Запад во главе с США преследуют цель сохранения лидерства в качестве шин и после утраты лидерства в печной технологии, которая с помощью «пятой колонны» успешно достигнута. Россия не владеет нанотехнологиями применения техуглерода, а в США даже производитель техуглерода фирма «Кэбот Корпорэйшн» совмещает его и кремнекислоту с латексом НК, получая нанокompозиты для технологии шин [31]. В связи с этим пришло время и для России изучить опыт США по техуглероду и шинам с целью защиты своих национальных интересов.

## Литература

1. Агаянц И.М. Пять столетий каучука и резины. - М.: «Модерн-А», 2002. - 432с.
2. Агаянц И.М. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XXIII симпозиума. - М., 2012. - С.5-12.
3. Агаянц И.М. // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Материалы XXV симпозиума. - М., 2014. - С.16-21.
4. Усиление эластомеров. / Под ред. Дж. Крауса: Пер. с англ. - М.: Химия, 1968. - 483с.
5. Энциклопедия полимеров. Изд. «Советская энциклопедия». М.: 1972, Т.1. - 1195с.; там же, М.: 1974, Т.2. - 1032с.
6. Орлов В.Ю., Комаров А.М., Ляпина Л.А. Производство и использование технического углерода для резин. - Ярославль: Изд. Александр Рутман, 2002. - 512с.
7. Пичугин А.М. Материаловедческие аспекты создания шинных резин. - М., ООО «НТЦ «НИИШП», 2008. - 383с.
8. Никитин Ю.Н. Материалы IX Межд. науч.-практич. конф. «Образование и наука без границ - 2013». - Przemysl, 2013, V.41. S. 7-17.
9. Шварцман А.С., Рутман А.М., Ермолаев А.С. // Журн. прикл. химии. 1986. №2. - С.353-360.
10. Marsh P.A., Voet A. // Carbon. 1971. V.9. №6. - P.797-802.
11. Burgess K.A. и др. // Rubber Chem. Technol. 1971. V.44. №1. - P.230-248.
12. Prado G., Lahaye J. // J. Chim. Phys. 1973. V. 70. № 12.-P. 1678-1682; J. Chim. Phys. 1975. V.72. №4.-P.483-486.
13. Арутюнян Р.К. // Каучук и резина. 1982. №2. - С.29-31.
14. Никитин Ю.Н. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XIX симпозиума. - М., 2008. Т.2. - С.119-126.
15. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А. // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Материалы XXV симпозиума. - М., 2014. - С.271 -278; Research Journal International Studies. 2014, №12 (31), Ч.1. - С.71-76.
16. Funt J.M. // Rubber World. 1986. V.193, №6. - P.21-32.
17. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология эластомеров. // ЖВХО им. Д.И. Менделеева. 1986. Т.31. №1. - С.75-80.
18. Никитин Ю.Н., Скрипник А.А., Процкая Л.А. // Проблемы шин, РТИ и эластомерных композитов: Материалы XXV симпозиума. - М., 2014. - С.279.
19. Каучук и резина. 2013. №3. - 76с.
20. Куличихин В.Г., Иванова Л.И., Бухина М.Ф. Памяти Г.В. Виноградова. // Каучук и резина. 2010. №2. - С.34-35.
21. Кулезнёв В.Н., Шершнёв В.А. Химия и физика полимеров. М.: Колос С, 2007. - 367с.
22. Чиркова Н.В., Эпштейн В.Г., Захаров Н.Д. // Коллоидн. журн. 1970, Т.32, №6. - С.912-916.
23. Никитин Ю.Н., Копылов Е.П. // Производство шин, РТИ и АТИ. 1973. №12. - С.23-26.
24. Бартнев Г.М. и др. // Коллоидн. журн., 1984. Т.46. №6. - С.1065-1072; Высокомол. соед., 1986. А, Т.28. №3. - С.463-467.
25. Никитин Ю.Н. // Каучук и резина. 1982. №6. - С.16-17.
26. Mealey S.K. // Мир шин. 2005. Т.17. №9. - С.11-14; 2006. Т.26. №7. - С.11-14; Rubber World. 2005. V.233. №3. - P.32-34.
27. Stober R. // Каучук и резина. 2005. №3. - С.2-5.
28. Никитин Ю.Н., Ходакова С.Я., Гиренко М.М., Корнев А.Е. // Каучук и резина. 2008. №1. -С.33-39.
29. Medalia A.J. // Rubber Chem. Technol. 1986. V.59. №3. - P.432-454.
30. Deviney M.L. // Rubber Age. 1971. V.109. №5. - P.20; Rev. Gen. Caout. et Plast. 1971. V.48. №5.- P.474; Kautsch. Gummi. Kunst. 1971. №6. - S.268.
31. Куперман Ф.Е. // Проблемы шин и резинокордных композитов: Материалы XIX симпозиума. - М., 2008. Т.2. - С.32-41; // Каучук и резина. 2010. №2. - С.2-5.

## References

1. Agajanc I.M. Pjat' stoletij kauchuka i reziny. - М.: «Modern-A», 2002. - 432s.
2. Agajanc I.M. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XXIII simpoziuma. - М., 2012. - S.5-12.
3. Agajanc I.M. // Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Materialy XXV simpoziuma. - М., 2014. - S.16-21.
4. Usilenie jelastomero. / Pod red. Dzh. Krausa: Per. s angl. - М.: Himija, 1968. - 483s.
5. Jenciklopedija polimerov. Izd. «Sovetskaja jenciklopedija». М.: 1972, Т.1. - 1195s.; tam zhe, М.: 1974, Т.2. - 1032s.
6. Orlov V.Ju., Komarov A.M., Ljapina L.A. Proizvodstvo i ispol'zovanie tehničeskogo ugljeroda dlja rezin. - Jaroslavl': Izd. Aleksandr Rutman, 2002. - 512s.
7. Pichugin A.M. Materialovedcheskie aspekty sozdanija shinnyh rezin. - М., ООО «НТЦ «НИИШП», 2008. - 383s.
8. Nikitin Ju.N. Materialy IX Mezhd. nauch.-praktich. konf. «Obrazovanie i nauka bez granic - 2013». - Przemysl, 2013, V.41. S. 7-17.
9. Shvarcman A.S., Rutman A.M., Ermolaev A.S. // Zhurn. prikl. himii. 1986. №2. - S.353-360.
10. Marsh P.A., Voet A. // Carbon. 1971. V.9. №6. - P.797-802.
11. Burgess K.A. i dr. // Rubber Chem. Technol. 1971. V.44. №1. - P.230-248.
12. Prado G., Lahaye J. // J. Chim. Phys. 1973. V. 70. № 12.-P. 1678-1682; J. Chim. Phys. 1975. V.72. №4.-P.483-486.
13. Arutjunjan R.K. // Kauchuk i rezina. 1982. №2. - S.29-31.
14. Nikitin Ju.N. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XIX simpoziuma. - М., 2008. Т.2. - S.119-126.
15. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A. // Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Materialy XXV simpoziuma. - М., 2014. - S.271 -278; Research Journal International Studies. 2014, №12 (31), Ch.1. - S.71-76.
16. Funt J.M. // Rubber World. 1986. V.193, №6. - P.21-32.
17. Vinogradov G.V., Malkin A.Ja. Reologija jelastomero. // ZhVHO im. D.I. Mendeleeva. 1986. Т.31. №1. - S.75-80.
18. Nikitin Ju.N., Skripnik A.A., Prockaja L.A. // Problemy shin, RTI i jelastomernyh kompozitov: Materialy XXV simpoziuma. - М., 2014. - S.279.
19. Kauchuk i rezina. 2013. №3. - 76s.
20. Kulichihin V.G., Ivanova L.I., Buhina M.F. Pamjati G.V. Vinogradova. // Kauchuk i rezina. 2010. №2. - S.34-35.
21. Kuleznov V.N., Shershnov V.A. Himija i fizika polimerov. М.: Kolos S, 2007. - 367s.
22. Chirkova N.V., Jepshtejn V.G., Zaharov N.D. // Kolloidn. zhurn. 1970, Т.32, №6. - S.912-916.
23. Nikitin Ju.N., Kopylov E.P. // Proizvodstvo shin, RTI i ATI. 1973. №12. - S.23-26.
24. Bartnev G.M. i dr. // Kolloidn. zhurn., 1984. Т.46. №6. - S.1065-1072; Vysokomol. soed., 1986. А, Т.28. №3. - S.463-467.
25. Nikitin Ju.N. // Kauchuk i rezina. 1982. №6. - S.16-17.
26. Mealey S.K. // Mir shin. 2005. Т.17. №9. - S.11-14; 2006. Т.26. №7. - S.11-14; Rubber World. 2005. V.233. №3. - P.32-34.
27. Stober R. // Kauchuk i rezina. 2005. №3. - S.2-5.
28. Nikitin Ju.N., Hodakova S.Ja., Girenko M.M., Kornev A.E. // Kauchuk i rezina. 2008. №1. -S.33-39.
29. Medalia A.J. // Rubber Chem. Technol. 1986. V.59. №3. - P.432-454.
30. Deviney M.L. // Rubber Age. 1971. V.109. №5. - P.20; Rev. Gen. Caout. et Plast. 1971. V.48. №5.- P.474; Kautsch. Gummi. Kunst. 1971. №6. - S.268.
31. Kuperman F.E. // Problemy shin i rezinokordnyh kompozitov: Materialy XIX simpoziuma. - М., 2008. Т.2. - S.32-41; // Kauchuk i rezina. 2010. №2. - S.2-5.

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЧАСТКОВ ПЕРВОГО ПОДЪЕМА СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ С НАКАПЛИВАЮЩИМ РЕЗЕРВУАРОМ***Аннотация*

В статье рассмотрены основные проблемы эксплуатации участков первого подъема систем водоснабжения с накапливающим резервуаром. Предлагаются пути решения поставленных проблем при помощи разработки специальных алгоритмов управления рассматриваемым объектом, реализуемых в комплексной системе автоматического управления технологическим процессом. Сферами применения проекта могут быть системы питьевого и бытового водоснабжения небольших населенных пунктов, а также системы водоснабжения промышленных предприятий.

**Ключевые слова:** автоматизация, водоснабжение, надежность.

Palkin G.A.<sup>1</sup>, Gorbunov R.V.<sup>2</sup><sup>1</sup>Postgraduate student 3st year of study, <sup>2</sup>Elder lecturer, Zabaikal State University**WAYS OF INCREASING ECONOMIC EFFICIENCY AND RELIABILITY OF OPERATION SECTIONS OF THE FIRST LIFTING SYSTEMS WATER WITH STORING TANK***Abstract*

In the article the basic problems of exploitation sections of the first lifting systems water with storing tank. The ways of solving problems through the development of special control algorithms under consideration to be implemented in a complex system of automatic control of technological process. Applications for the project can be drinking and domestic water supply of the small settlements, and water supply systems of industrial enterprises.

**Keywords:** automation, water, reliability.

Организация водо- и теплоснабжения является одним из ключевых аспектов нормального существования любого более или менее крупного населенного пункта. Кроме того водо- и теплоснабжение является важной составляющей функционирования большинства промышленных предприятий.

В Забайкальском крае (и практически на всей территории РФ) водные ресурсы для организации водо- и теплоснабжения добываются преимущественно погружными насосами, размещенными в скважинах.

Обычно напора воды, создаваемого насосным агрегатом недостаточно для обеспечения нужд потребителей, поэтому широко применяется схема водоснабжения с накапливающим резервуаром (в соответствии с рисунком 1). В этом случае погружной скважинный насос наполняет водой специальный накапливающий резервуар, откуда другой насос перекачивает воду непосредственно потребителям. В данной схеме насос на скважине называется насосом первого подъема, а насос после накапливающего резервуара - второго подъема.

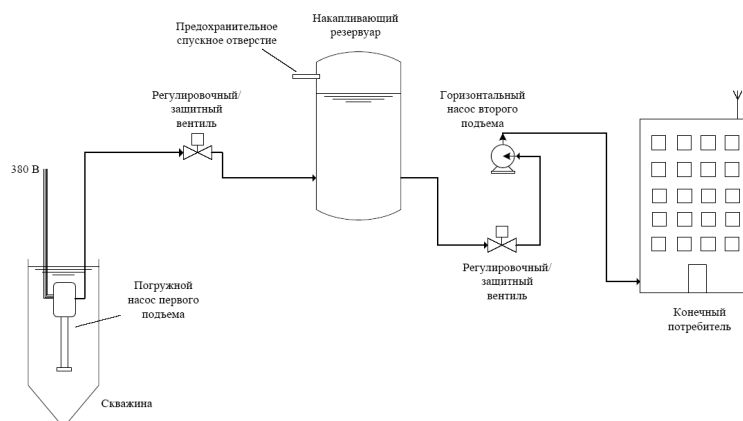


Рис. 1 - Система водоснабжения с накапливающим резервуаром

Существенным недостатком схемы с накапливающим резервуаром является проблема перелива воды, когда насос первого подъема перекачивает больше жидкости, чем требуется потребителю. В этом случае избыток жидкости просто сбрасывается из накапливающего резервуара в окружающую среду через спусковое отверстие.

Данная проблема ведет к нерациональной растрате природных ресурсов и истощению дебета (запаса воды) скважины. Помимо этого, холостая работа насосного агрегата приводит к неоправданным затратам электроэнергии и преждевременному износу узлов насоса.

Внезапное истощение скважины или преждевременный выход насосного агрегата из строя может привести к длительному нарушению подачи воды в водонапорный резервуар. Если в системе отсутствует средство оповещения о данной ситуации, возможна опасность опустошения накапливающего резервуара, и, соответственно, прекращения подачи воды конечному потребителю.

Исходя из вышесказанного, актуальной задачей обеспечения эффективности и надежности эксплуатации систем водоснабжения с накапливающим резервуаром, является разработка и внедрение алгоритмов и комплекса управления электроприводами насосов, позволяющих автоматически регулировать расход воды, выдаваемый погружным насосом в зависимости от нужд потребителей, а также учитывать критические параметры системы и состояние её узлов.

Наиболее эффективным способом решения поставленной задачи является использование преобразователей частоты, изменяющих скорость вращения вала электродвигателя насоса, на основании сравнения текущего расхода жидкости и заданной установки расхода. Заданная установка расхода изменяется управляющим воздействием, выдаваемым специально разработанной микропроцессорной системой управления (МСУ) в зависимости от сигналов обратной связи с объекта управления. В данном случае, объектом управления является накапливающий резервуар, а основным параметром управления - уровень воды в резервуаре. Управляющее воздействия, выдаваемое МСУ, рассчитывается по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) закону управления, который имеет вид [1]:

$$\text{Out} = G * (e + I * \int e dt + D * \frac{de}{dt}), \quad (1)$$

где Out – значение управляющего воздействия;

- G – коэффициент усиления;  
 e – ошибка управления (разность между требуемой и действительной величиной параметра (уровень воды в резервуаре));  
 I – величина интеграла ошибки;  
 D – величина производной ошибки.

Серьезной проблемой при использовании данного алгоритма управления является замерзание жидкости при эксплуатации трубопроводов наземной прокладки в условиях низких температур окружающей среды. Известно, что температура в воды в трубопроводе прямо пропорционально зависит от диссипативной теплоты трения  $q_{mp}$  [2], рассчитываемой по формуле:

$$q_{mp} = g * \rho * Q * I, \quad (2)$$

- где g – ускорение свободного падения;  
 ρ – плотность перекачиваемой жидкости;  
 Q – расход перекачиваемой жидкости;  
 I – гидравлический уклон в трубопроводе.

Из формулы (2) можно сделать вывод, что температура жидкости в трубопроводе прямо пропорционально зависит от расхода. Соответственно, при применении формулы (1) в условиях низкой температуры окружающей среды возможна ситуация снижения расхода до недопустимого уровня, что может привести к замерзанию жидкости в трубопроводе. Для решения данной проблемы предлагается ввести в алгоритм управления насосным агрегатом дополнительный ПИД-канал, осуществляющий расчет управляющего воздействия по температуре в конечной части трубопровода. В качестве результирующего управляющего воздействия принимается максимальное, что обеспечивает достаточный расход воды для предотвращения замерзания трубопровода и своевременного наполнения накапливающего резервуара.

Помимо вычисления необходимых значений расхода воды, МСУ обеспечивает расчет ресурса электроприводов насосных агрегатов на скважине. В случае, если ресурс активного насоса снижается ниже допустимого уровня, производится переключение на резервный насос и оповещение персонала. Расчет ресурса осуществляется на основании данных, получаемых от систем диагностики электроприводов насосов [3], [4], [5].

Разработанные алгоритмы и микропроцессорная система управления позволяют повысить экономическую эффективность и надежность эксплуатации систем водоснабжения с накапливающим резервуаром. Также полученные результаты могут быть использованы в различных областях промышленности, где требуется перекачка жидкости из одного резервуара в другой по трубопроводу наземной прокладки.

#### Литература

1. Болл Стюарт Р. Аналоговые интерфейсы микроконтроллеров. – М.: Издательский дом «Додека-XXI», 2007. – 360 с.: ил.
2. Терехов Л.Д. Водоснабжение и водоотведение в северных климатических условиях: учебное пособие/Л.Д. Терехов, О.В. Акимов, Ю.М. Акимова – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008. – 124 с.: ил.
3. Суворов И.Ф., Горбунов Р.В., Палкин Г.А., Коряков Д.В. Способ диагностики межвитковых замыканий асинхронного электродвигателя // Патент РФ №2529596С1 G01R31/06, 27.09.2014. Бюл. № 27.
4. Суворов И.Ф., Горбунов Р.В., Палкин Г.А., Коряков Д.В. Способ диагностики межвитковых замыканий асинхронного электродвигателя // Патент РФ №2537518С2 G01R31/06, 10.01.2015. Бюл. № 1.
5. Суворов И.Ф., Горбунов Р.В., Палкин Г.А., Коряков Д.В. Способ диагностики изоляции обмоток статора асинхронного электродвигателя // Патент РФ №2537744С1 G01R31/34, 10.01.2015. Бюл. № 1.

#### References

1. Boll Stjuart R. Analogovye interfejsy mikrokontrollerov. – М.: Izdatel'skij dom «Dodeka-XXI», 2007. – 360 s.: il.
2. Terehov L.D. Vodосnabzhenie i vodootvedenie v severnyh klimaticheskikh uslovijah: uchebnoe posobie/L.D. Terehov, O.V. Akimov, Ju.M. Akimova – Habarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2008. – 124 s.: il.
3. Suvorov I.F., Gorbunov R.V., Palkin G.A., Korjakov D.V. Sposob diagnostiki mezhvitkovykh zamykanij asinhronnogo jelektrodvigatelja // Patent RF №2529596S1 G01R31/06, 27.09.2014. Bjul. № 27.
4. Suvorov I.F., Gorbunov R.V., Palkin G.A., Korjakov D.V. Sposob diagnostiki mezhvitkovykh zamykanij asinhronnogo jelektrodvigatelja // Patent RF №2537518S2 G01R31/06, 10.01.2015. Bjul. № 1.
5. Suvorov I.F., Gorbunov R.V., Palkin G.A., Korjakov D.V. Sposob diagnostiki izoljicii obmotok statora asinhronnogo jelektrodvigatelja // Patent RF №2537744S1 G01R31/34, 10.01.2015. Bjul. № 1.

Панченко Е.Г.<sup>1</sup>, Трифонова О.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Магистрант, <sup>2</sup>магистрант, Санкт-Петербургский Государственный Экономический Университет

#### ВЫБОР АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ПРОЕКТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ Т.СААТИ

*Аннотация*

*Проводится анализ автоматизированных систем электронного документооборота с целью выбора программного обеспечения, удовлетворяющего потребностям проектной организации, с использованием методики анализа иерархии Т. Саати.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система электронного документооборота, проектная организация, метод анализа иерархий Т.Саати, поддержка бумажного документооборота.

Panchenko E.G.<sup>1</sup>, Trifonova O.N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The master degree, <sup>2</sup>the master degree, St. Petersburg State University of economics

#### CHOICE OF THE AUTOMATED SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENT FLOW IN THE DESIGN ORGANIZATION BY ANALYTIC HERACHY PROGRESS OF T. SAATI

*Abstract*

*The analysis of the automated systems of electronic document flow for the purpose of a choice of the software satisfying to requirements of the design organization with use of a technique of the analysis of hierarchy of T. Saati is carried out.*

**Keywords:** the automated system of electronic document flow, the design organization, Analytic Herachy Progress of T. Saati, support of paper document flow.

В современных условиях возрастает необходимость автоматизации внутреннего и внешнего процесса документооборота как для оптимизации и повышения производительности проектной организации, так и для поддержания своей конкурентоспособности на рынке подобных услуг.

Множество факторов наводят на мысль о том, что необходимо автоматизировать документооборот в проектных организациях. Во-первых, информационные потоки в проектных организациях не менее важны, чем материальные, поэтому необходимо быстро и качественно обрабатывать уже имеющуюся и вновь поступающую информацию, проводить своевременный анализ данных. Во-вторых, важно обеспечение сохранности и конфиденциальности информации.

Проектные организации, работающие с документацией традиционным способом, сталкиваются с рядом проблем:

- Документы теряются



- Документы занимают много места
- Документация, представленная в бумажном виде, часто приходит в негодность
- Тяжело соблюдать конфиденциальность материалов
- Часто хранятся не нужные документы (черновики, эскизы)
- Документы дублируются (создается лишний объем, на бумагу и копирование документов тратится немало средств)
- Возникают трудности с поиском необходимой информации и формированием тематической подборки документов
- На подготовку и согласование документов тратится много времени

Внедрение системы электронного документооборота будет способствовать решению вышеперечисленных проблем, а также поможет в реализации других задач:

- Обеспечит слаженную работу отделов и филиалов проектной организации
- Сделает процесс работы с документацией более простым, прозрачным и эффективным
- Повысит производительность труда сотрудников за счет сокращения времени создания, обработки и поиска документов
- Позволит обеспечить оперативный доступ к информации
- Обеспечит разграничение прав доступа сотрудников к проектной документации в соответствии со служебными обязанностями сотрудников

Рынок информационных технологий предлагает различные системы электронного документооборота. Для проведения сравнения и анализа были выбраны наиболее характерные системы: 1С:Документооборот, DocsVision и Directum. Для более понятного и наглядного представления данных, характеристики систем были сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Характеристики СЭД	1С:Документооборот	DocsVision	Directum
Регистрация и ввод документов	- Формирование списка рассылки - Присоединение файлов - Создание документа по шаблону и пр.	- Формирование списка рассылки - Присоединение файлов - Создание документа по шаблону и пр.	- Формирование списка рассылки - Присоединение файлов - Создание документа по шаблону и пр.
Работа с документами	- Формирование списка рассылки - Изменение прикрепленных файлов - Работа с проектами документов - Ведение папочной структуры документов - Автоматическое протоколирование доставки, получения и прочтения сообщений в системе	- Формирование списка рассылки - Изменение прикрепленных файлов - Встроенные средства просмотра прикрепленных файлов - Работа с проектами документов - Ведение папочной структуры документов - Автоматическое протоколирование доставки, получения и прочтения сообщений в системе	- Формирование списка рассылки - Изменение прикрепленных файлов - Работа с проектами документов - Ведение папочной структуры документов - Автоматическое протоколирование доставки, получения и прочтения сообщений в системе
Поддержка бумажного документооборота	- Ведение номенклатуры дел - Журнал передачи	- Ведение номенклатуры дел - Формирование дел и томов - Архивирование дел	- Ведение номенклатуры дел - Регистрация документов - Движение и исполнение документов - Поиск и анализ информации
Права доступа	- Поддержка различных способов аутентификации - Разграничение прав доступа пользователей к объектам системы	- Поддержка различных способов аутентификации - Разграничение прав доступа пользователей к объектам системы	- Поддержка различных способов аутентификации - Разграничение прав доступа пользователей к объектам системы
Информационная безопасность	- Шифрование данных системы, шифрование данных при передаче - Протоколирование действий пользователей - Техническая поддержка	- Шифрование данных системы, шифрование данных при передаче - Протоколирование действий пользователей - Техническая поддержка	- Шифрование данных системы, шифрование данных при передаче - Протоколирование действий пользователей - Техническая поддержка
Обучение	- В Центрах сертифицированного обучения, расположенных по всей территории России - В собственных учебных центрах компаний - Дистанционное обучение	- В Центрах сертифицированного обучения, расположенных по всей территории России - В собственных учебных центрах компаний - Дистанционное обучение	- В Центрах сертифицированного обучения, расположенных по всей территории России - В собственных учебных центрах компаний (в Москве и Ижевске)



Выбор автоматизированной системы электронного документооборота в проектной организации выполняется по методике анализа иерархии Т.Саати.

Иерархическая структура выбора системы электронного документооборота (СЭД), удовлетворяющей потребностям проектной организации, представлена в виде {Цель}-{Критерии}-{Альтернативы} на рисунке 1.

Целью исследования является выбор подходящей СЭД организации.

Предлагаются следующие основные критерии выбора альтернативы СЭД:

- Рег. док. - Регистрация и ввод документов
- Раб. с док. - Работа с документами
- Бумаж. док. - Поддержка бумажного документооборота
- Права - Права доступа
- Безопасн. - Информационная безопасность
- Обучение - Обучение

Объектами - альтернативами исследования являются следующие автоматизированные системы электронного документооборота:

- 1С:Документооборот
- DocsVision
- Directum

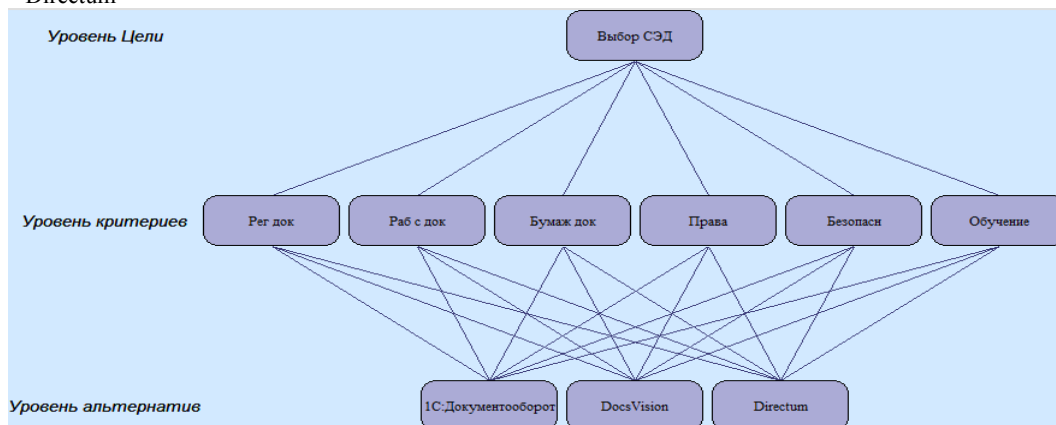


Рис. 1 - Иерархическая структура выбора системы электронного документооборота (СЭД)

Для составления матриц попарного сравнения по методике анализа иерархий Т. Саати существует множество программных продуктов. В ходе исследования была использована простая и легкодоступная программа СППР Выбор, позволяющая не только заполнить матрицы попарного сравнения критериев и альтернатив, но и произвести расчет общего индекса согласованности и построить диаграмму результатов.

При заполнении матрицы попарного сравнения критериев выбора по методике анализа иерархий Т.Саати учитывались следующие суждения:

Регистрация и ввод документов умеренно превосходит поддержку бумажного документооборота и права доступа

Регистрация и ввод документов существенно превосходит информационную безопасность

Регистрация и ввод документов, работа с документами значительно превосходят обучение

Работа с документами умеренно превосходит регистрацию и ввод документов, поддержку бумажного документооборота, права доступа и информационную безопасность

Права доступа и информационная безопасность умеренно превосходят поддержку бумажного документооборота и обучение

Информационная безопасность умеренно превосходит права доступа

При помощи программы СППР Выбор был произведен расчет, в результате которого общий индекс согласованности равен 7,8%, что говорит о согласованности полученных матриц. Результаты исследования представлены в виде диаграммы выбора СЭД, рисунок 2.

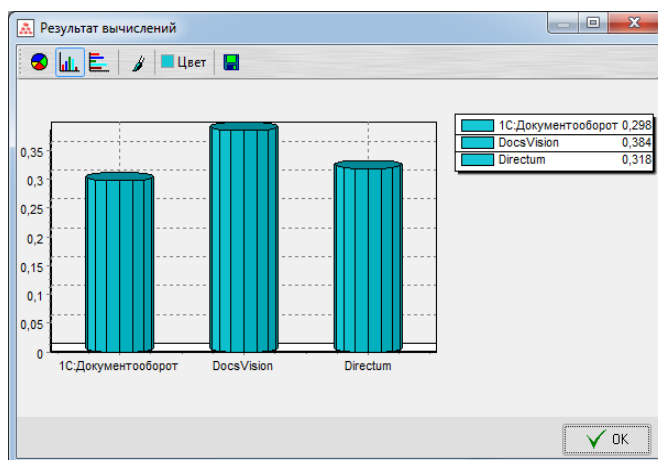


Рис. 2. Диаграмма выбора СЭД

Результаты исследования показывают, что рассмотренные системы электронного документа находятся примерно на одном уровне при сравнении по общим характеристикам. При выборе системы электронного документооборота проектным организациям следует руководствоваться функциональностью и стоимостью данных программных продуктов, а так же способностью и готовностью технической базы к внедрению программного обеспечения того или иного.

#### Литература

1. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь. – 1993. 278 с.
2. <http://www.directum.ru/425833.aspx> (дата обращения 20.01.2015).

## References

1. Saati T. Prinjatie reshenij. Metod analiza ierarhij. M.: Radio i svjaz'. – 1993. 278 s.
2. <http://www.directum.ru/425833.aspx> (data obrashhenija 20.01.2015).

**Переведенцев Д.А.**

Аспирант, ФГБОУ ВПО «Ижевский Государственный Технический Университет им. М.Т. Калашникова»  
**ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА  
КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИЙ**

*Аннотация*

*Статья раскрывает возможности использования систем оперативного анализа в организации и управлении научными и инновационными проектами на предприятиях и в ВУЗах России.*

**Ключевые слова:** оперативный анализ, коммерциализация, управление проектом, информационно-программные ресурсы.

**Perevedencev D.A.**

Postgraduate student, Izhevsk State Technical University

**THE CAPABILITIES SYSTEMS OPERATIONAL ANALYSIS OF DATA FOR INTENSIFICATION THE PROCESS OF  
COMMERCIALIZATION INNOVATION**

*Abstract*

*The article reveals the possibility using systems operational analysis in the organization and management of research and innovation projects in enterprises and Universities.*

**Keywords:** operational analysis, commercialization, project management, information and software resources.

It must be recognized that the most effective way of development of innovative environment of the scientific institutions is to control not only of the educational process and the conduct of research and development, but also focus on the development of the commercialization of advanced products and services provided in the walls of the university.

To activate the research and development at universities, mechanisms of innovation environment must be based on modern approaches to organization and management [1].

In turn, during the organization and management of research projects as well be taken into account some of their features. Studies show that for success of the innovation project, based on scientific research, important are the following factors: the relevance of the organization's strategy; a clear market orientation; overcome information barriers in the areas of research and development work and marketing; the sufficiency of funds to carry out for carrying out scientific-research and experimental-design works; encouraging creative aspirations of staff; effective project management.

In this context, project management is the art and science of combining and coordinating people, equipment, materials, funding and scheduling of a particular project on time and within budget. To fulfill the goals of project management should be used such methods and models such as matrix organization works, preparation and monitoring of cost estimates, formalized methods of planning and control of work, conflict resolution, risk management, information systems, decision support, and others.

At the same time during the project should be benchmarks: period of certain tasks must comply with planned in the calendar plan, costs of funds corresponds to the planned, the timely preparation of reports.

Since the most sensitive factors that are subject to random influences, is scope and cost of implementation of the project, then the prerequisite of effective management is the account of uncertainty of future revenues and expenses, as well as the timing of the individual phases of the project [2].

To achieve the set goals effectively apply information-analytical systems, which allow you to store, analyze and process large amounts of data and support both directions of data analysis: operational and intellectual.

Operational analysis (OLAP) allows to extract information of large amount data that is needed a specific person decision-maker on a specific problem to be solved in a short period of operation of information-analytical system.

Data Mining using modern mathematical apparatus (genetic algorithms, neural networks, fuzzy logic) reveals in the dataset non-obvious patterns.

The organizing principle OLAP- cube in this case may look like (Figure 1):

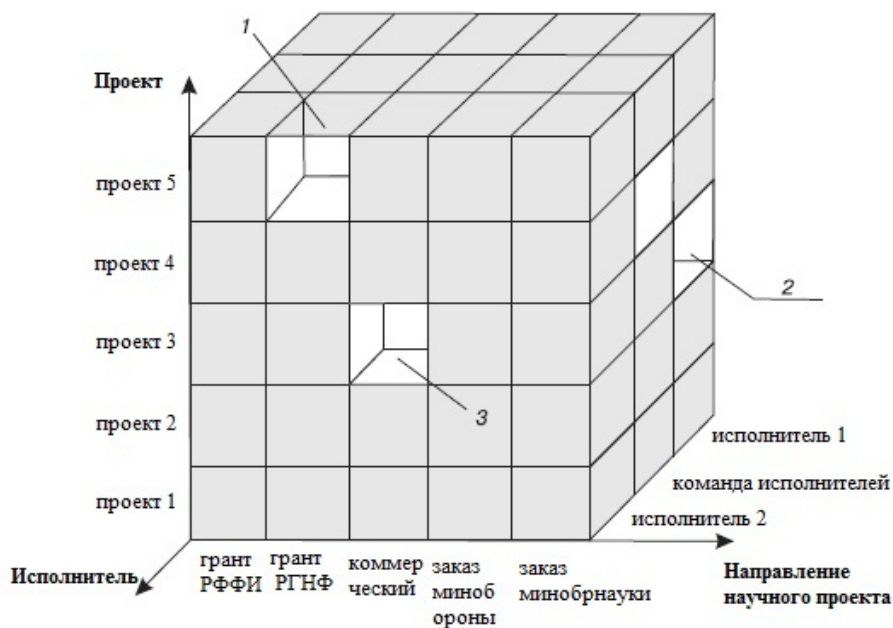


Fig. 1 - The organizing principle of the multidimensional cube

In cell 1, for example, located facts relating to the project 5, performed by executing the grant fund RHF, in cell 2 - to the project 3 under the guidance of the scientist 1 commissioned by the Ministry of Education 1, and cell 3 - to the project 3 under leadership the scientist, who is the executor of the project 5, commissioned by a commercial organization.

Also, the use of OLAP technology can effectively solve the problem:

1. The analysis of the scientific activity of the employee, a graduate student or a university student to assess the possibility of integrating the team in the context of a particular project of its publications, experience, participation in other projects, etc. ;
  2. The preliminary analysis of the capabilities and resources of the university to support the decision to participate in a particular tender, application, etc. ;
  3. Analysis of existing projects in the context of scientific or commercial appeal for a specific customer, and other fund.
- As the analysis to date, OLAP and data mining are used in innovative activities of the university due to its speed, efficiency and clarity. In this regard, the operational analysis of the data is a necessary part of the analytical work of the expert in science and innovation and must find their place in the organization of innovations projects in the modern information society.

#### Литература

1. Гаина А.А., Кобина Л.А. Развитие инновационной среды вуза [Электронный ресурс] // Международный экономический форум [Офис. сайт]. URL: <http://conference.be5.biz/r2012/3098.htm> (дата обращения: 15.08.2014).
2. Кирина Л. В., Астанина Л. А. Моделирование инновационных процессов // Вестник НГУ. Серия Социально – экономические науки. Том 8., выпуск 2. – 2008 г., - С. 103-108

#### References

1. Gaina A.A., Kobina L.A. Razvitie innovatsionnoi sredy vuza [elektronnyi resurs] // Mezhdunarodnyi ekonomichesky forum [ofits. sait]. URL: <http://conference.be5.biz/r2012/3098.htm> (data obrashcheniya: 15.08.2014).
2. Kirina L.V., Astanina L.A. Modelirovanie innovatsionnykh protsessov // Vestnik NGU. seriya Sotsialno – ekonomicheskie nauki. tom 8., vypusk 2. – 2008 g., - s. 103-108

#### Руденко Б.Д.

Кандидат технических наук, Сибирский государственный технологический университет

*Работа выполнена в рамках госзадания по НИР1.9/2 СибГТУ 2014 г.*

#### ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНО-ДРЕВЕСНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ БЕРЕЗЫ

#### Аннотация

*В статье рассмотрены влияние продолжительности окунания и концентрации раствора извести на прочность получаемых образцов цементно-древесного материала из древесины березы. Используемый состав с содержанием извести позволяет получать приемлемые значения прочности для цементно-древесных композиций из березы. Расход извести в количестве 5 – 10 % позволяет получать качественные цементно-древесные композиционные материалы.*

**Ключевые слова:** Прочность на разрыв, цемент, известь, композиционный материал, береза, образцы, эксперимент

#### Rudenko B.D.

Candidate of Technical Sciences, Siberian State Technological University

*The work was performed as part goszadaniya on NIR1.9 / 2 SibGTU 2014*

#### FORMATION OF STRENGTH OF CEMENT-BASED COMPOSITE WOOD BIRCH

#### Abstract

*The article deals with the influence of the duration and concentration of the dipping solution of lime on the strength of the resulting samples tse-elementwise-wood material from birch wood. Used part of the contents of lime allows to obtain acceptable values, etc., of wood to cement compositions from birch. Consumption of lime in an amount of 5 - 10% to obtain high quality cement-wood composites.*

**Keywords:** Tensile strength, cement, lime, compositiononny The material birch, samples, experiment

Для нейтрализации вредного влияния на цемент некоторых компонентов древесины требуется проведения некоторых операций, после чего возможно получение качественных цементно-древесных композиционных материалов. Рассмотрим обработку древесного заполнителя известковым раствором. При окунании древесных частиц в известковый раствор, они становятся пригодными для совмещения с порландцементом, их вредные компоненты перестают тормозить процессы твердения, становятся возможным процесс образования соответствующего композиционного материала. Вместе с тем известно, что известь хорошо совмещается с порландцементом [1]. Если сравнивать с уже известными способами обработки древесных частиц известью [2], такой вариант технологически более пригоден для использования в производстве.

Так как качественные характеристики поверхности древесного заполнителя имеют зависимость от древесной породы, требуется исследовать, как использование древесных частиц из березы влияет на формирование свойств изучаемого композита при изменении параметров процесса такой обработки, концентрации раствора и продолжительности воздействия данного раствора на древесину.

Наиболее удобным инструментом для данного исследования является постановка активного эксперимента [3].

Для выбора интервала варьирования исследуемых факторов, используем данные [4,5], и определим их изменения, таблица 1.

Такой диапазон наилучшим образом характеризует исследуемую область существования факторов.

Таблица 1 – Переменные факторы и уровни их варьирования

Наименование факторов	Обозначение	Уровни варьирования		
		верхний +1	средний 0	нижний-1
Концентрация извести, отношение И/В	X <sub>1</sub> , А	1:1	0,6:1	0,2:1
Продолжительность окунания, мин	X <sub>2</sub> , В	22	12	2

Прочность при растяжении перпендикулярно пласт и плиты определяют на образцах размерами 50x80x85 мм. Для определения этого показателя образцы соответствующим образом подготавливаются [6].

В качестве свойств исследуемого композиционного материала будем рассматривать прочность. По методике [7], используя программу STATGRAPHICS, получим взаимосвязь исследуемых факторов.

На рисунках 1 – 3 приведены графические иллюстрации результатов эксперимента.

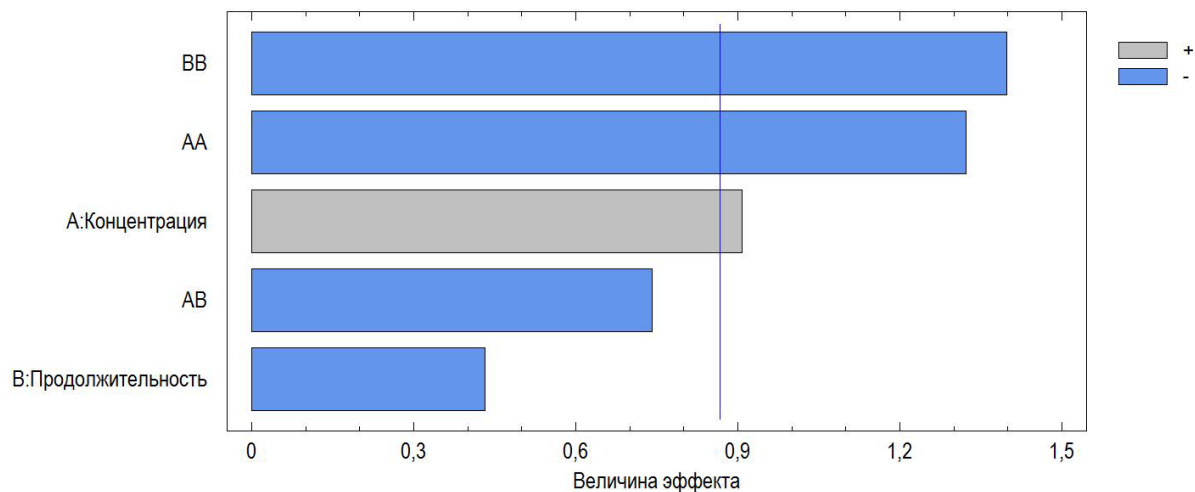


Рис. 1 – Диаграмма Парето для исследуемых факторов

Рисунок 1 диаграмма Парето показывает каждый из оцененных эффектов в уменьшающемся порядке величины. Длина каждого прямоугольника пропорциональна стандартизированному эффекту. Из рисунка 1 видно, что самыми весомыми факторами в порядке убывания являются: квадратичный эффект продолжительности окунания, квадратичный эффект концентрации. Взаимодействие продолжительности и концентрации, продолжительность окунания. Эти факторы действуют со знаком минус. Концентрация в пределах своего значения действует со знаком плюс на изменение прочности образцов.

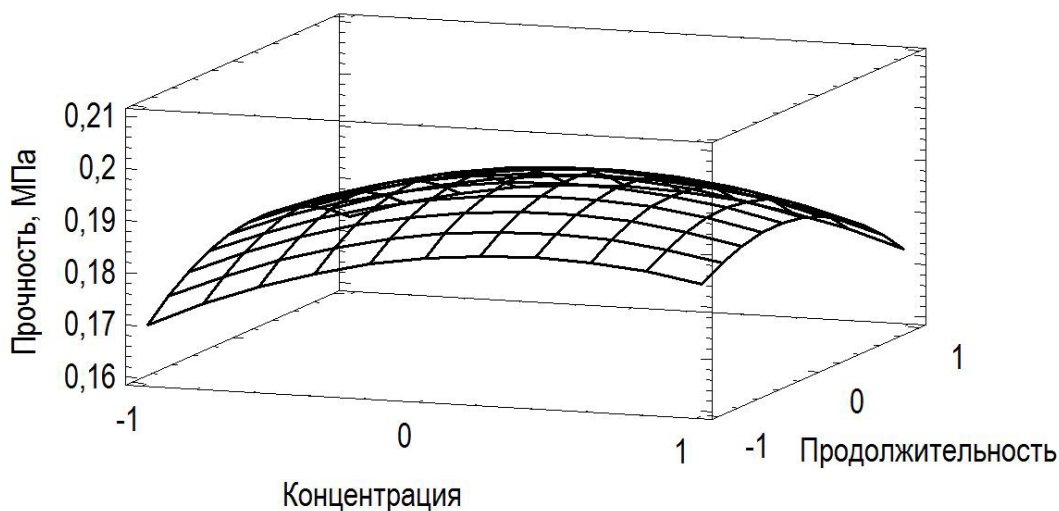


Рис. 2 – Поверхность отклика для исследуемых факторов

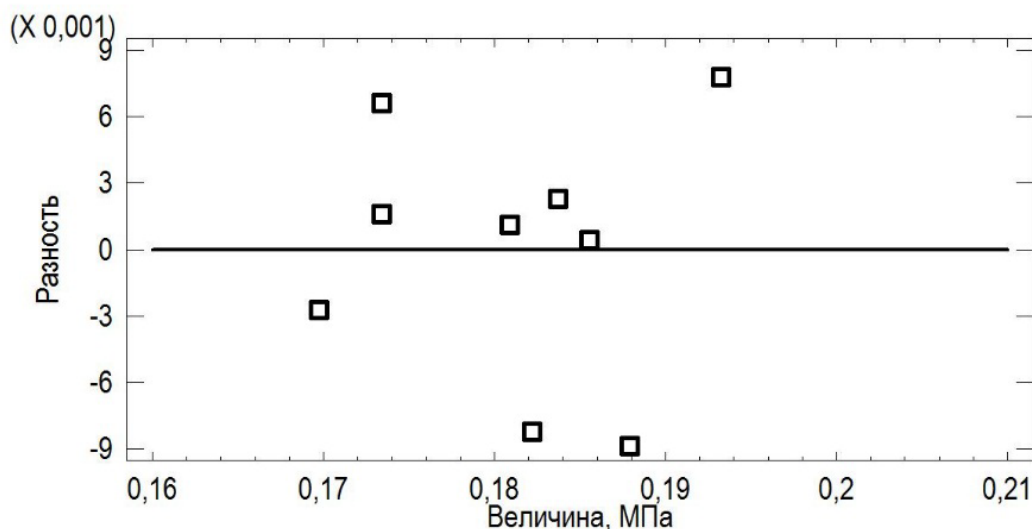


Рис. 3 – Величина отклонения экспериментальных значений от значений, предсказанных полученной моделью

Рисунок 2 показывает поверхность отклика для прочности. Каждая линия контура представляет комбинации факторов, которые дают значение для переменной. Другие факторы считаются постоянными.

Из рисунка 2 видно, что этот трехмерный график имеет холм с вершиной для значений концентрации как для переменной, так и для фактора продолжительность окунания. Рисунок 2 показывает, что минимальная прочность наблюдается, когда содержание извести минимально. Наибольшее значение прочности наблюдается при средней продолжительности окунания.

На рисунке 3 показано разность значений прочности между опытными значениями и значениями, вычисленными по модели. Наибольшая разность составляет 0,003, что составляет для полученного диапазона значений 5 %, что для целей описания процесса вполне удовлетворительно, в связи с тем, что используются средние значения, для которых ошибка составляет менее 5 %.

#### Выводы

1. Рассматриваемый способ позволяет нейтрализовать вредное влияние древесины березы на портландцемент.
2. Используемый состав с содержанием извести позволяет получать приемлемые значения прочности для цементно-древесных композиций из березы
2. Расходы компонентов соответствуют форме используемых древесных частиц, т.е. и плотность, и прочность находятся на уровне и выше соответствующих показателей цементно-стружечных плит.
3. Расход извести в количестве 5 – 10 % позволяет получать качественные цементно-древесные композиционные материалы.

#### Литература

1. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества (технология и свойства) / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с.
2. Патент 2005109606, МКИ C04B38/00. Способ изготовления арболита / Трофимов В. И., Мартынова Н. С., Марченкова Ю. С. RU – N 2005109606/03; заявлено 04.04.2005; опубликовано 09.10.2006. Бюл. № 22. – с 23
3. Пижурич, А. А. Исследования процессов деревообработки / А. А. Пижурич, М. С. Розенблит. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 232 с.
4. Руденко, Б. Д. Исследование пригодности обработанных известью древесных частиц для получения цементно-древесного композита / Б.Д. Руденко // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения : сб. ст. – Красноярск, 2012. – с.143-146.
5. Руденко, Б.Д. Формирование структуры цементно-древесного композита при обработке известью древесного заполнителя / Б.Д. Руденко, С.М. Плотников // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: сб. ст. – Брянск, выпуск 34, 2012. – с. 82-84.
6. Руденко, Б.Д. Образцы для исследования прочностных свойств цементно-древесных материалов / Б.Д. Руденко, В.Т. Изотов // Лесной и химический комплексы-проблемы и решения. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции 23-24 октября 2014 г. Красноярск: СибГТУ, 2014 г. с. 60-62.
7. Дюк, В. Обработка данных на ПК в примерах / В. Дюк. - СПб.: Питер, 1997. - 240 с.

#### References

1. Volzhenskij, A.V. Mineral'nye vjashushhie veshhestva (tehnologija i svojstva) / A. V. Volzhenskij, Ju. S. Burov, V. S. Kolokol'nikov. – M.: Strojizdat, 1979. – 476 s.
2. Patent 2005109606, MКИ C04B38/00. Sposob izgotovlenija arbolita / Trofimov V. I., Martynova N. S., Marchenkova Ju. S. RU – N 2005109606/03; zajavleno 04.04.2005; opublikovano 09.10.2006. Bjul. № 22. – s 23
3. Pizhurin, A. A. Issledovanija processov derevoobrabotki / A. A. Pi-zhurin, M. S. Rozenblit. – M.: Lesnaja promyshlennost', 1984. – 232 s.
4. Prokop'eva, D.P. Sistematizacija faktorov vlijajushhij na formirovanie adgezionnoj prochnosti v sisteme «cement-drevesina» /D. P. Prokop'eva, B. D. Rudenko // Derevoobrabotka: tehnologii, oborudovanie, me-nedzhment XXI veka: sb. st.- Ekaterinburg, 2011.- s. 155-160.
5. Rudenko, B. D. Issledovanie prigodnosti obrabotannyh izvest'ju dre-vesnyh chastic dlja poluchenija cementno-drevesnogo kompozita / B.D. Ru-denko // Lesnoj i himicheskij kompleksy - problemy i reshenija : sb. st. – Krasnojarsk, 2012. – s.143-146.
6. Rudenko, B.D. Formirovanie struktury cementno-drevesnogo kompozita pri obrabotke izvest'ju drevesnogo zapolnitelja / B.D. Rudenko, S.M. Plotnikov // Lesnoj kompleks: sostojanie i perspektivy razvitija: sb. st. – Brjansk, vypusk 34, 2012. – s. 82-84.
7. Grudinin, A.O. Issledovanie prochnosti izvestkovocementnovolokni-stogo kompozita iz kavitirovannyh drevesnyh chastic / A.O. Grudinin, B.D. Rudenko, D.P. Prokop'eva – Molodye uchenye v reshenii aktual'nyh problem nauki. Sbornik statej studentov, aspirantov i molodyh uchenykh po itogam Vserossijskoj nauchnoj prakticheskoj konferencii (s mezhduna-rodnyim uchastiem) 16 – 17 maja 2013 g. G. Krasnojarsk, 2013. – s.219 – 221.
8. Rudenko, B.D. Obrazcy dlja issledovanija prochnostnyh svojstv ce-mentnodrevesnyh materialov / B.D. Rudenko, V.T. Izotov // Lesnoj i hi-micheskij kompleksy-problemy i reshenija. Sbornik statej po materialam Vserosijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii 23-24 oktjabrja 2014 g. Krasnojarsk: SibGTU, 2014 g. s. 60-62.
9. Djuk, V. Obrabotka dannyh na PK v primerah / V. Djuk. - SPb.: Pi-ter, 1997. - 240 s.

#### Румянцев П.А.

Кандидат технических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, филиал в г. Сочи.

#### АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕТОДОМ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ

#### Аннотация

С целью автоматизации метода анализа размерностей создана программа для ЭВМ, позволяющая реализовать моделирование как в автоматическом, так и диалоговом режиме. Программа позволяет получить все возможные безразмерные комплексы, состоящие из выбранных для исследования параметров.

**Ключевые слова:** программное обеспечение, метод анализа размерностей, моделирование технологических процессов.

#### Rumyantsev P.A.

Dozent, candidate of technical sciences, associate Professor, Russian state social University, the branch in Sochi.

#### AUTOMATION OF PROCESS SIMULATION METHOD OF ANALYSIS DIMENSIONS

#### Abstract

In order to automate the method of dimensional analysis created a computer program that allows you to implement a simulation of both automatic and interactive mode. The program allows you to get all possible dimensionless complexes consisting of selected parameters for the study.

**Keywords:** software, the method of dimensional analysis, modeling processes.

Одним из способов решения проблемы моделирования сложных многофакторных процессов является метод анализа размерностей [1-3]. Метод анализа размерностей позволяет системы со многими параметрами свести к компактным уравнениям, в которых как независимые переменные, так и зависимые переменные представляют собой критерии подобия.

Для автоматизации метода анализа размерностей предложен машинный метод моделирования процессов. С этой целью создана программа для ЭВМ, позволяющая реализовать моделирование как в автоматическом, так и диалоговом режиме. Программа позволяет получить все возможные безразмерные комплексы, состоящие из выбранных для исследования параметров. Для этого предусмотрено формирование сочетаний из  $m$  параметров по  $k$ , где  $m$  – число исследуемых параметров (переменных), а  $k$  – минимальное число независимых размерностей в списке размерностей. В состав программы входит база данных, включающая названия и размерности различных параметров в системе СИ. Для случая, когда в базе данных отсутствует информация о каком-либо параметре, предусмотрен ручной ввод матрицы размерностей параметров.

Идентификацию полученных комплексов производят путем сравнения их с известными критериями подобия, находящимися в отдельной базе данных. Программа позволяет производить идентификацию как в диалоговом, так и автоматическом режиме. При этом не исключается возможность открытия новых критериев подобия с присвоением им соответствующих названий.

Созданная компьютерная программа для моделирования методом анализа размерностей была использована для моделирование кинетики химического взаимодействия газа с жидкостью применительно к процессу плавки в жидкой ванне (ПЖВ), который также известен под названием процесса Ванюкова.

Было сделано предположение о том, что зависимость скорости процесса от ряда независимых переменных может быть представлена в виде следующей неявной функции:

$$\beta = f(\rho, \mu, D, w, h, \tau, g), \quad (1)$$

где  $\beta$  - коэффициент массоотдачи,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;

$\rho$  - плотность расплава,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$\mu$  - динамическая вязкость,  $\text{кг}/(\text{м} \cdot \text{с})$ ;

$D$  - коэффициент диффузии,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$w$  - скорость подачи газовой фазы в расплав,  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ;

$h$  - глубина погружения фурм,  $\text{м}$ ;

$\tau$  - время,  $\text{с}$ ;

$g$  - ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ .

Ниже приведена матрица размерностей приведенных параметров:

№	Параметры	Обозначение	м	кг	с
1	Коэффициент массоотдачи	$\beta$	1	0	-1
2	Плотность расплава	$\rho$	-3	1	0
3	Вязкость динамическая	$\mu$	-1	1	-1
4	Коэффициент диффузии	$D$	2	0	-1
5	Скорость подачи газовой фазы в расплав	$w$	1	0	-1
6	Глубина погружения фурм	$h$	1	0	0
7	Время	$\tau$	0	0	1
8	Ускорение свободного падения	$g$	1	0	-2

В условиях принятых в программе ограничений было получено 165 безразмерных комплексов, из которых были идентифицированы следующие 9 критериев подобия:

диффузионный критерий Нуссельта 
$$\text{Nu}_D = \frac{\beta h}{D};$$

диффузионный критерий Прандтля 
$$\text{Pr}_D = \frac{\mu}{D\rho};$$

диффузионный критерий Пекле 
$$\text{Pe}_D = \frac{wh}{D};$$

критерий Рейнольдса 
$$\text{Re} = \frac{wh\rho}{\mu};$$

критерий Фруда 
$$\text{Fr} = \frac{gh}{w^2};$$

критерий Галилея 
$$\text{Ga} = \frac{h^3 \rho^2 g}{\mu^2};$$

диффузионный критерий Фурье 
$$\text{Fo}_D = \frac{D\tau}{h^2};$$

критерий гомохронности (Струхаля) 
$$\text{Ho} = \frac{w\tau}{h};$$

диффузионный критерий Стентона 
$$\text{St}_D = \frac{\beta}{w}.$$

Критерий Стентона относится к разряду сложных критериев и представляет собой отношение ряда критериев:

$$\text{St}_D = \frac{\text{Nu}_D}{\text{Pr}_D \cdot \text{Re}} = \frac{\text{Nu}_D}{\text{Pe}}.$$

В итоге получается следующая довольно громоздкая функция, включающая 8 критериев подобия:

$$f(\text{Nu}, \text{Pr}, \text{Re}, \text{Fr}, \text{Ga}, \text{Fo}, \text{Ho}, \text{St}) = 0. \quad (2)$$

Известно, что при регрессионном анализе многомерных массивов с числом независимых переменных более 4-5 довольно сложно оценивать частный вклад каждой из переменных в численное значение зависимой переменной. Аналогичная ситуация

наблюдается и при формировании математических моделей, состоящих из безразмерных комплексов, когда комплексы утрачивают однозначность при их трактовке. В таких случаях производят предварительный отсев незначимых параметров, либо сокращение числа полученных комплексов. В данной работе использованы оба варианта.

Из числа независимых параметров были исключены время и ускорение свободного падения по следующим соображениям: процесс Ванюкова можно считать квазистационарным и не зависящим от времени; эксперимент предполагается проводить в печи, стационарно расположенной в одной географической точке при  $g = \text{const}$ . В итоге неявная функция приобрела следующий вид:

$$\beta = f(\rho, \mu, D, w, h). \quad (3)$$

В связи с проделанной процедурой из модели оказались исключенными динамический критерий Фурье ( $Fo$ ) и критерий гомохронности ( $Ho$ ), в состав которых входит время ( $\tau$ ), а также критерии Фруда ( $Fr$ ) и Галилея ( $Ga$ ), в состав которых входит ускорение свободного падения ( $g$ ).

В данном примере общее число параметров составляет  $m = 6$ , включая зависимый параметр  $\beta$ , число же независимых размерностей составляет  $k = 3$ , а именно: м, кг, с. Следовательно общее число безразмерных комплексов (критериев) согласно  $\pi$ -теореме должно составить  $6 - 3 = 3$ .

В условиях принятых в программе ограничений было получено 39 безразмерных комплексов, из которых были идентифицированы следующие 5 критериев подобия:

диффузионный критерий Нуссельта	$Nu_D = \frac{\beta h}{D};$
диффузионный критерий Прандтля	$Pr_D = \frac{\mu}{D\rho};$
диффузионный критерий Пекле	$Pe_D = \frac{wh}{D};$
критерий Рейнольдса	$Re = \frac{wh\rho}{\mu};$
диффузионный критерий Стентона	$St_D = \frac{\beta}{w}.$

Из списка критериев подобия может быть исключен критерий Пекле ( $Pe$ ), так как он представляет собой произведение критериев Рейнольдса и Прандтля:  $Pe = Re \cdot Pr$ .

Критерий Рейнольдса был сохранен из тех соображений, что процесс Ванюкова протекает в подвижной среде, в результате чего требуется рассмотрение подобия гидродинамической обстановки в печи и математической модели.

Интересующий нас коэффициент массоотдачи ( $\beta$ ) входит в состав критериев Нуссельта ( $Nu$ ) и Стентона ( $St$ ), из которых предпочтение отдано критерию Нуссельта. В итоге критерий Нуссельта принят в качестве единственного определяемого массообменного критерия.

В итоге получена следующая неявная функция, связывающая критерий Нуссельта с диффузионным критерием Прандтля и критерием Рейнольдса:

$$Nu_D = f(Pr_D, Re). \quad (4)$$

Полученная критериальная связь находится в согласии с литературными данными [4, 5].

Аппроксимационная математическая модель, после экспериментальной оценки зависимости (4), может быть выражена в виде часто используемого степенного многочлена:

$$Nu_D = b \cdot (Pr)^k \cdot (Re)^z, \quad (5)$$

где  $b, k, z$  – коэффициенты регрессии.

Уравнение регрессии может иметь иную структуру, например, полинома первой степени:

$$Nu_D = b_0 + b_1 \cdot Pr + b_2 \cdot Re, \quad (6)$$

где  $b_0, b_1, b_2$  – коэффициенты регрессии.

В случае неадекватности уравнения (6) аппроксимация может быть произведена полиномом более высокой степени.

При моделировании гидромеханических и массообменных процессов, сопровождаемых протеканием химических реакций, возникает проблема масштабного перехода от лабораторных установок к промышленным аппаратам. Как правило, температура в более крупном аппарате оказывается выше ожидаемой, иногда на значительную величину.

Это обстоятельство связано с тем, что объем рабочего пространства, в котором протекают экзотермические реакции, растёт пропорционально кубу определяющего размера реактора, а площадь поверхности, с которой связаны потери тепла в окружающую среду, пропорционально квадрату определяющего размера. Применение системного моделирования позволяет в известной мере решить проблему масштабного перехода.

### Литература

1. Клайн С.Дж. Подобие и приближенные методы. - М.: Мир, 1968. - 302 С.
2. Веников В.А., Веников Г.В. Теория подобия и моделирования. - М.: Высшая школа. 1984. - 439 С.
3. Лебедев А.Н. Моделирование в научно-технических исследованиях. - М.: Радио и связь, 1989. - 224 С.
4. Коган В.Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. - Л.: Химия, 1977. - 592 С.
5. Практика физического моделирования на металлургическом заводе. Гречко А.В., Нестеренко Р.Д., Кудинов Ю.А. - М.: Металлургия, 1976. - 224 С.

### References

1. Klajn S.Dzh. Podobie i priblizhennye metody. - M.: Mir, 1968. - 302 S.
2. Venikov V.A., Venikov G.V. Teorija podobija i modelirovanija. - M.: Vysshaja shkola. 1984. - 439 S.
3. Lebedev A.N. Modelirovanie v nauchno-tehnicheskijh issledovanijah. - M.: Radio i svjaz', 1989. - 224 S.
4. Kogan V.B. Teoreticheskie osnovy tipovyh processov himicheskoj tehnologii. - L.: Himija, 1977. - 592 S.
5. Praktika fizicheskogo modelirovanija na metallurgicheskom zavode. Grechko A.V., Nesterenko R.D., Kudinov Ju.A. - M.: Metallurgija, 1976. - 224 S.

### Румянцев П.А.

Кандидат технических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, филиал в г. Сочи.

#### **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА»**

#### *Аннотация*

*Создан программный комплекс «Статистический анализ и планирование эксперимента», включающий два программных модуля: «Статистический регрессионный анализ» и «Статистическое планирование эксперимента». Особенностью созданного программного комплекса является интуитивно понятный интерфейс. Данный программный комплекс ориентирован на использование студентами на лабораторно-практических занятиях.*

**Ключевые слова:** программное обеспечение, статистический анализ данных, автоматизация статистического анализа.

#### **Rumyantsev P.A.**

Dozent, candidate of technical sciences, associate Professor, Russian state social University, the branch, in Sochi.

#### **SOFTWARE «STATISTICAL ANALYSIS AND EXPERIMENT PLANNING»**

#### *Abstract*

*The software «Statistical analysis and design of experiments», which includes two software modules: «Statistical regression analysis» and «Statistical design of experiments». Feature created software package is user-friendly interface. This software package is focused on the use of students in laboratory practical classes.*

**Keywords:** software, statistical analysis, statistical analysis automation.

Перед исследователями достаточно часто встает вопрос анализа статистических данных в различных областях. При этом возникает необходимость анализировать данные пассивных и активных экспериментов с целью построения регрессионных моделей. Для этих целей возможно использовать специализированные прикладные системы отечественных и зарубежных разработчиков. Подобные статистические прикладные системы, в большинстве своем, относятся к классу универсальных, то есть реализующих большое количество статистических методов. Характерной особенностью таких систем является сложный интерфейс, который не всегда просто освоить студентам, начинающим изучать статистические методы. И это не единственная причина, почему универсальные статистические прикладные системы не всегда целесообразно использовать в учебном процессе. Можно, также, привести следующие доводы:

- высокая цена программных продуктов;
- в обучении статистики используется далеко не весь перечень предоставляемых методов анализа и прогнозирования, что ставит под вопрос целесообразность приобретения статистического пакета с широким диапазоном статистических процедур и функций.

По этой причине на кафедре Экономики и информатики филиала Российского государственного социального университета в г. Сочи было принято решение создать **программный комплекс «Статистический анализ и планирование эксперимента»**, включающий два программных модуля: «Статистический регрессионный анализ» и «Статистическое планирование эксперимента». Особенностью созданного программного комплекса является достаточно простой, интуитивно понятный интерфейс. Данный программный комплекс ориентирован на использование студентами на лабораторно-практических занятиях по таким дисциплинам как «Теория вероятности и математическая статистика», «Моделирование систем», «Статистика», «Эконометрика», «Социально-экономическое прогнозирование» и тому подобных. В качестве инструментария построения программного комплекса выбрана система программирования Borland Delphi 7.

Общая блок-схема программного модуля «Статистический регрессионный анализ» приведена на рис. 1.



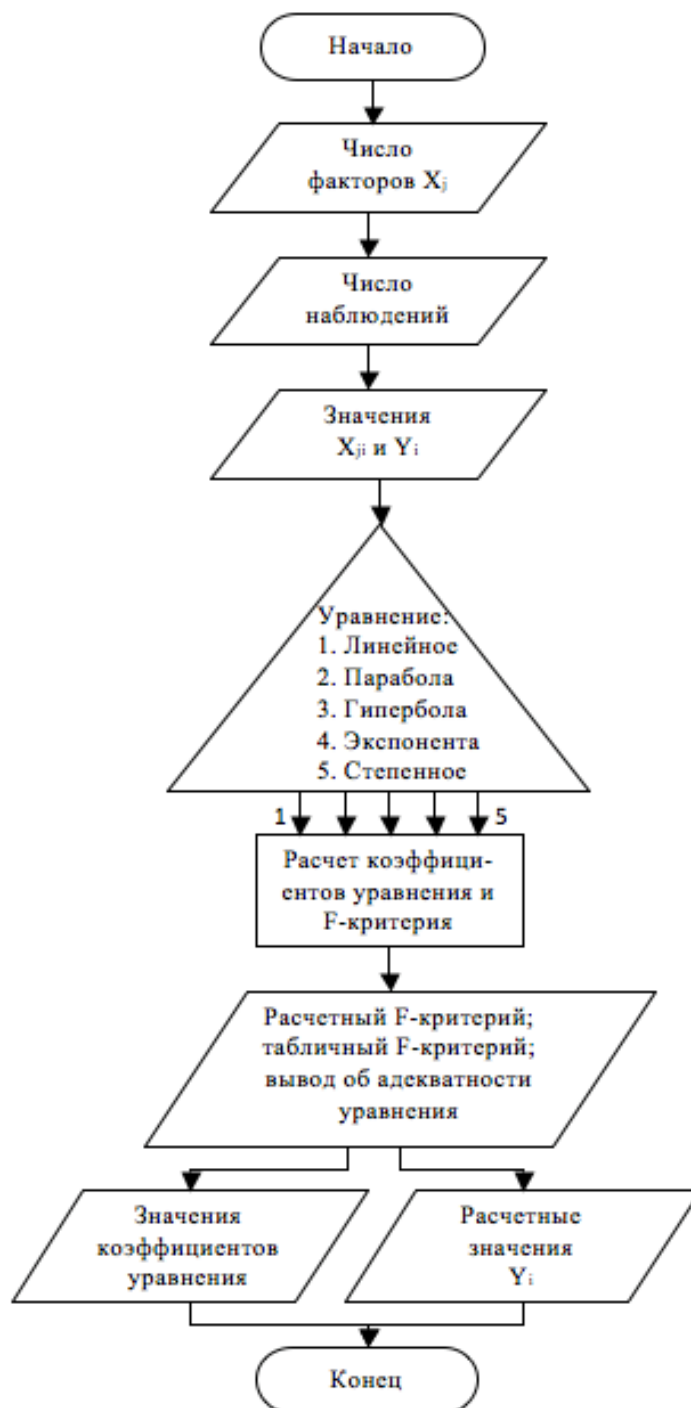


Рис. 1 - Общая блок-схема программного модуля «Статистический регрессионный анализ»

Описание блок-схемы: при запуске программного модуля Sta\_Passive.exe последовательно предлагается ввести количество факторов (от 1 до 5), количество наблюдений (до 100), исходные значения факторов  $X_{ji}$  и зависимой переменной  $Y_i$ .

Если все данные корректно введены и нажата соответствующая экранная кнопка, появляется окно результатов расчета с информацией о количестве проведенных опытов, полученным значении F-критерия Фишера, табличном значении F-критерия Фишера и делается вывод об адекватности модели. В окне результатов расчета имеются две кнопки. Нажатие первой выводит полученные в ходе расчетов значения коэффициентов регрессии, нажатие второй выводит таблицу с расчетными значениями  $Y_i$ .

Общая блок-схема программного модуля «Статистическое планирование эксперимента» приведена на рис. 2.

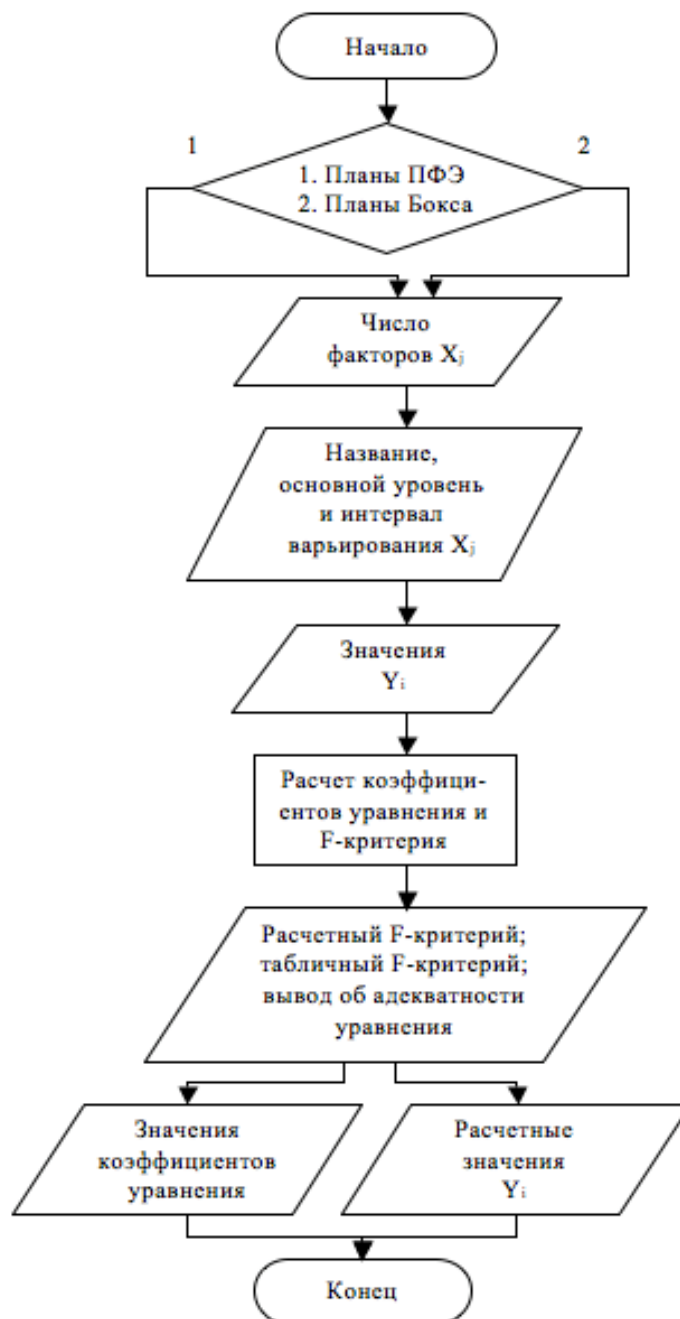


Рис. 2 - Общая блок-схема программного модуля «Статистическое планирование эксперимента»

Описание блок-схемы: при запуске программного модуля Sta\_Active.exe появляется диалоговое окно с возможностью выбора метода планирования: ПФЭ(полный факторный эксперимент) или планы Бокса. При выборе любого метода схема последующих действий примерно одинакова: ввод количества факторов(от 2 до 5), ввод исходных значений факторов на основном уровне и интервал варьирования, ввод значений  $Y_i$ . Затем появляется окно результатов расчета с информацией о количестве проведенных опытов, полученном значении F-критерия Фишера, табличном значении F-критерия Фишера и делается вывод об адекватности модели. На форме результатов расчета имеется две кнопки. Нажатие первой выводит полученные в ходе расчетов значения коэффициентов регрессии, нажатие второй выводит таблицу с расчетными значениями  $Y_i$ .

В первую очередь с использованием стиля объектно-ориентированного программирования был спроектирован стартовый загрузочный модуль Sta\_Asu.exe (рис. 3).

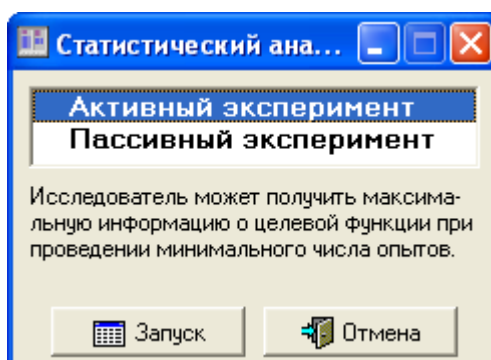


Рис. 3 - Диалоговое окно стартового загрузочного модуля Sta\_Asu.exe

Стартовое диалоговое окно Sta\_Asu.exe позволяет производить выбор между двумя видами статистического анализа: активным или пассивным экспериментом. При выборе каждого метода статистического анализа в средней части окна представляется его краткое описание. В нижней части окна расположены две кнопки: «Запуск» и «Отмена». Например, при выборе пассивного эксперимента и нажатии кнопки «Запуск» производится запуск загрузочного модуля Sta\_Passive.exe (рис. 4), а стартовое окно закрывается и модуль Sta\_Asu.exe удаляется из памяти компьютера. При нажатии на кнопку «Отмена» происходит выход из программы.

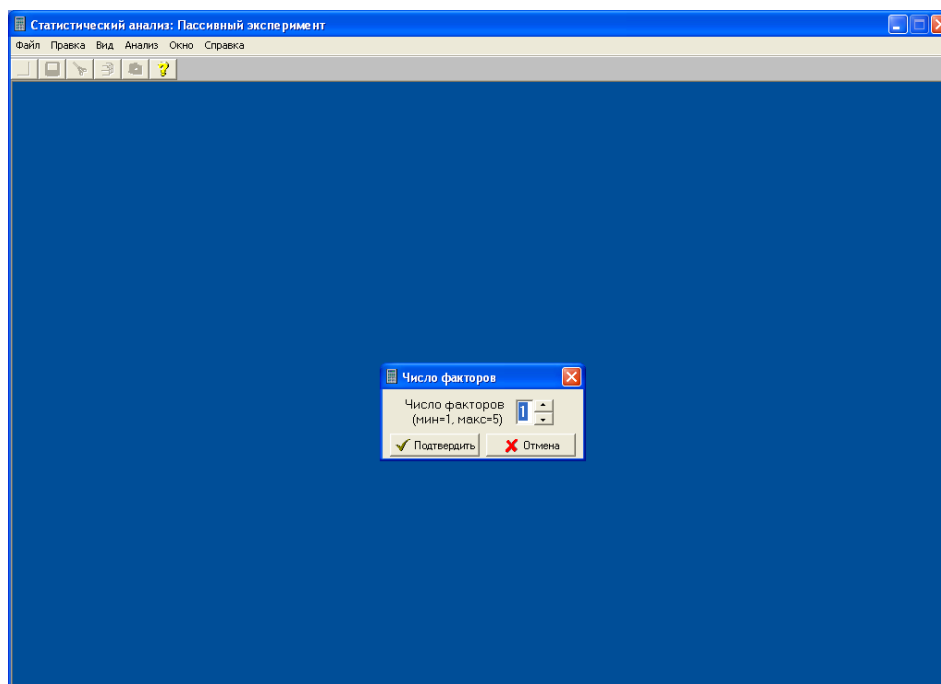


Рис 4 - Главная форма модуля «Статистический регрессионный анализ»

Главная форма модуля «Статистическое планирование эксперимента» аналогична, с той лишь разницей, что в рабочей области появляется начальное диалоговое окно анализа «Выбор плана», с помощью которого можно выбрать план эксперимента: планы полного факторного эксперимента (ПФЭ) или планы Бокса (рис. 5).

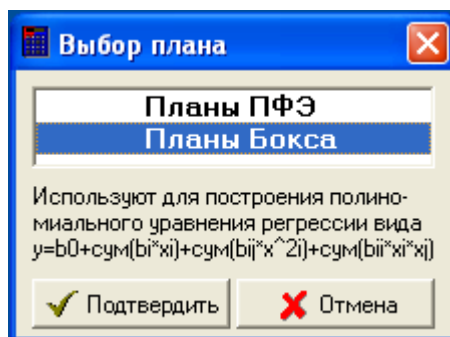


Рис. 5 - Диалоговое окно анализа «Выбор плана»

Для простого, интуитивно понятного и оперативного диалога пользователя и программного комплекса в обоих модулях спроектированы главное меню и панель инструментов. Главное меню состоит из шести основных пунктов:

- Файл;
- Правка;
- Вид;
- Анализ;
- Окно;
- Справка.

Главное меню программного комплекса является контекстно-зависимым.

Панель инструментов включает следующие кнопки быстрого доступа: «Начать анализ», «Вывод в файл», «Вырезать», «Копировать», «Вставить», «Вызов справки».

С помощью интуитивно понятного диалога пользователю предлагается выбрать число факторов, ввести исходные данные и получить результаты анализа. Так, для модуля «Статистический регрессионный анализ» диалоговое окно результатов анализа «Результаты расчета» имеет вид, приведенный на рис. 6.

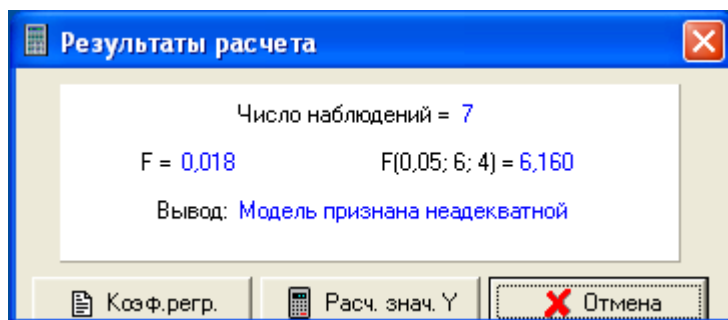


Рис. 6 - Диалоговое окно результатов анализа «Результаты расчета»

В этом диалоговом окне выводятся: количество наблюдений, расчетное и табличное значение F-критерия Фишера и вывод об адекватности уравнения регрессии (математической модели).

При нажатии кнопки «Коеф. регр.» («Коэффициенты регрессии») этого диалогового окна появляется диалоговое окно «Коэффициенты», в котором выводятся расчетные значения коэффициентов регрессии (рис. 7), а при нажатии кнопки «Расч. знач. Y» («Расчетные значения Y») появляется диалоговое окно «Yрасч», в котором выводятся расчетные значения зависимой переменной Y.

b0	18,529
b1	0,931
b2	-1,010

Рис. 7 - Диалоговое окно «Коэффициенты»

Количество окон «Коэффициенты» и «Yрасч», одновременно располагаемых на экране, ограничено шестью.

Вывод в файл с помощью меню **Файл** → **Вывод в файл** или кнопки **«Вывод в файл»** панели инструментов возможен, если активны следующие окна: «Исходные данные», «Результаты расчета», «Коэффициенты», «Yрасч». Сохранение возможно в двух форматах: txt и rtf.

#### Литература

1. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул.: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1982.
2. Теория статистики: Учебник / Под ред. проф. Р. А. Шмойловой. – 3-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика, 1999.
3. Новик Ф. С., Арсов Я. Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М.: Машиностроение; София: Техника, 1980.
4. Асатурян В.И. Теория планирования эксперимента: Учеб. пособие для вузов, - М.: Радио и связь, 1983.

#### References

1. L'vovskij E. N. Statisticheskie metody postroenija jempiricheskikh formul.: Ucheb. posobie. – М.: Vysshaja shkola, 1982.
2. Teorija statistiki: Uchebnik / Pod red. prof. R. A. Shmojlovoj. – 3-e izd., pererab. – М.: Finansy i statistika, 1999.
3. Novik F. S., Arsov Ja. B. Optimizacija processov tehnologii metallov metodami planirovanija jeksperimentov. М.: Mashinostroenie; Sofija: Tehnika, 1980.
4. Asaturjan V.I. Teorija planirovanija jeksperimenta: Ucheb. posobie dlja vuzov, - М.: Radio i svjaz', 1983.

**Громаков Е. И.<sup>1</sup>, Стариков Д. П.<sup>2</sup>, Рыбаков Е. А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, <sup>2</sup>Студент, Национальный исследовательский томский политехнический университет  
Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-07-00325

#### АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ НЕФТИ В МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ

##### Аннотация

Ставится и решается задача снижения потребления электрической энергии частотно-регулируемым магистральным насосным агрегатом подачи нефти в переходных процессах системы автоматического регулирования давления. Для решения этой задачи предлагается использовать в дополнение к регулированию скорости вращения насоса основную и быструю дроссельные заслонки на трубопроводе. Модельные исследования подтверждают перспективность применения предложенной схемы АРСД.

**Ключевые слова:** магистральный насос (МНА), система автоматического регулирования давления (АРСД), дроссельная заслонка, байпас-контур.

**Gromakov E. I.<sup>1</sup>, Starikov D. P.<sup>2</sup>, Rybakov E. A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, <sup>2</sup> Student, National Research Tomsk Polytechnic University

#### AUTOMATIC OIL PRESSURE REGULATION IN MAIN PIPELINE

##### Abstract

The problem of energy consumption of a VFD-pump is being formulated and being solved in the article during automatic pressure control in a pipeline. To solve that problem the additional valve usage is being proposed. Model researches prove the prospect of proposed scheme of APCS.

**Keywords:** Main pump, automatic control system, throttle valve, bypass.

Магистральные насосные агрегаты (МНА) представляют собой сложные технические сооружения и играют ключевую роль в трубопроводном транспорте нефти. Одни из них предназначены для подачи нефти из подпорных насосов в магистральный нефтепровод, другие служат для восполнения энергетических потерь в магистральном нефтепроводе, а также для обеспечения гидродинамического разделения магистралей на заданные проектом участки с целью облегчения перекачки и локализации гидроударных эффектов в магистральном нефтепроводе.

Для обеспечения необходимого эксплуатационного режима работы магистральные насосные станции включают в себя последовательно соединенные насосы, МНА с высоким потреблением электрической энергии.

Центральной проблемой перекачки нефти является поддержание устанавливаемого нормативными требованиями давления. В последнее время сложилась практика, при которой регулирование давления и подача нефти в нефтепровод осуществляется за счет изменений скорости вращения насоса двигателя.

Целью данной работы является совершенствование системы автоматического регулирования давления (САРД) в магистральном нефтепроводе, позволяющее снизить расход электрической энергии частотно-регулируемого МНА в динамических режимах стабилизации давления.

Мощность, потребляемая насосом, которая может достигать мегаватт потребления электрической энергии, зависит от объемов подачи нефти по нефтепроводу  $Q$  и установленного напора  $H$ :

$$P_p = \frac{QHgp}{n_p n_{el} n_{fc}}, \quad (1)$$

где:

$g$  и  $n$  – соответственно ускорение свободного падения и плотность нефти;

$n_p, n_{el}, n_{fc}$  – соответственно к.п.д. насоса, устройств электрического питания, преобразователя частоты.

В сравнительных расчетах потребления энергии в частотно-регулируемых МНА рассматриваются, или установившиеся режимы работы, или режимы их пуска и не учитывается, что, если насос находится в контуре автоматического регулирования САРД, то в переходных режимах этого контура электропривод будет потреблять энергию на преодоление инерционного сопротивления, связанного с большими маховыми моментами на валу двигателя.

При плохом качестве регулирования (большой колебательности САРД и значительной величине ее перерегулирования) эти потери могут быть значительными [1].

Это следует из уравнения движения насосного агрегата:

$$n_s = \frac{GD^2}{375} \frac{d\omega}{dt} = M_p - M_s, \quad (2)$$

где:

$GD^2$  – маховый момент насоса;

$M_p = \frac{3I^2 R^2}{s}$  – момент, развиваемый приводом насоса;

$n_s$  – синхронная скорость вращения;

$I$  – приведенный ток ротора;

$R$  – приведенное активное сопротивление ротора;

$s$  – скольжение;

$M_c$  – момент сопротивления на валу электропривода.

Из приведенного уравнения следует, что инерционные потери, связанные с непрерывным разгоном или торможением насоса в САРД с использованием частотно-регулируемого привода, оказываются пропорциональными маховому моменту насоса и ротора привода и ускорениям их в период переходного процесса.

Дроссельный принцип регулирования по этому показателю представляется сравнительно лучшим [2]. Из-за небольшой инерционности привода задвижек электрические потери в динамике переходного процесса позиционного перемещения регулирующего дроссельного органа оказываются меньшими по сравнению с насосным агрегатом.

Вот почему заманчивым решением задачи регулирования давления является использование комбинированной САРД, которая включала бы в себя и частотное регулирование МНА, и позиционное регулирование задвижкой. В такой схеме дроссельное исполнительного устройства, могло бы взять на себя динамическое противодействие высокочастотным составляющим возмущений давления в трубопроводе, а частотно-регулируемый привод МНА - низкочастотным составляющим.

Однако в сложившейся практике дроссельного регулирования используются низкоскоростные приводы и с учетом того, что электромеханическая постоянная времени привода МНА оказывается значительно меньшей по сравнению с дроссельным устройством, то для предлагаемого комбинированного регулирования САРД следует использовать дополнительное более быстродействующее исполнительное устройство. Таким устройством может быть дроссельная задвижка байпасного обводного трубопровода (ДБОТ), меньшего, чем основной, диаметра. Его назначение - обеспечить регулируемый быстрый перепуск транспортируемой нефти мимо основного трубопровода в небольших пределах, достаточных для противодействия «быстрым возмущениям».

Одновременно инерционность контура регулирования подачи насоса следует увеличить, чтобы обеспечить плавное изменение скорости насоса и тем самым снизить инерционное противодействие маховых составляющих МНА [3]. Это можно достичь путем использования низкочастотного фильтра в контуре управления насосного агрегата. Если в качестве фильтра использовать аperiodическое звено вида

$$W_\phi(s) = \frac{k_\phi}{T_\phi s + 1}, \quad (3)$$

Где  $k_\phi$  – коэффициент прямой передачи фильтра, а  $T_\phi$  – его постоянная времени). При выборе большого значения постоянной времени фильтра в контуре насоса можно алгоритмически обеспечить плавное изменение скорости вращения насоса. При этом, естественно, снизятся токи потребления приводом, вызванные изменениями подачи нефти и тем самым уменьшатся динамические потери электроэнергии.

Таким образом, в предлагаемой схеме САРД контур регулирования положением задвижки байпасного трубопровода будет обеспечивать подавление высоких частот динамики возмущений в магистральном трубопроводе, что обеспечит высвобождение контура регулирования подачи насоса от непосредственного динамического противодействия высокочастотным возмущениям давления в трубопроводе. При этом задачей контура регулирования подачи насоса будет являться противодействие низкочастотным составляющим возмущения. Важным является также решение этим контуром задачи максимального открытия выходной задвижки основного трубопровода в установившихся или квазиустановившихся режимах прокачки нефти.

Типовая схема системы НПС-трубопровод изображена на (Рис. 1).

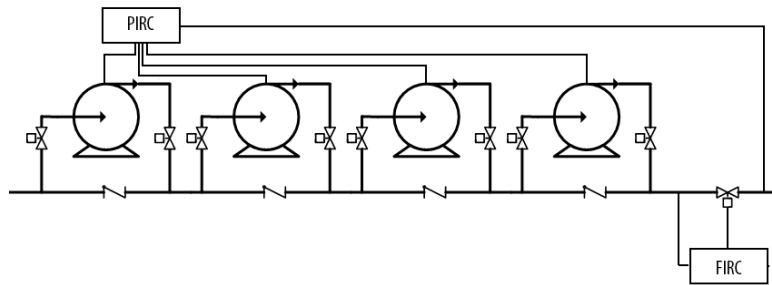


Рис. 1 - Типовая модель

Предлагаемая схема САРД показана на (Рис. 2).

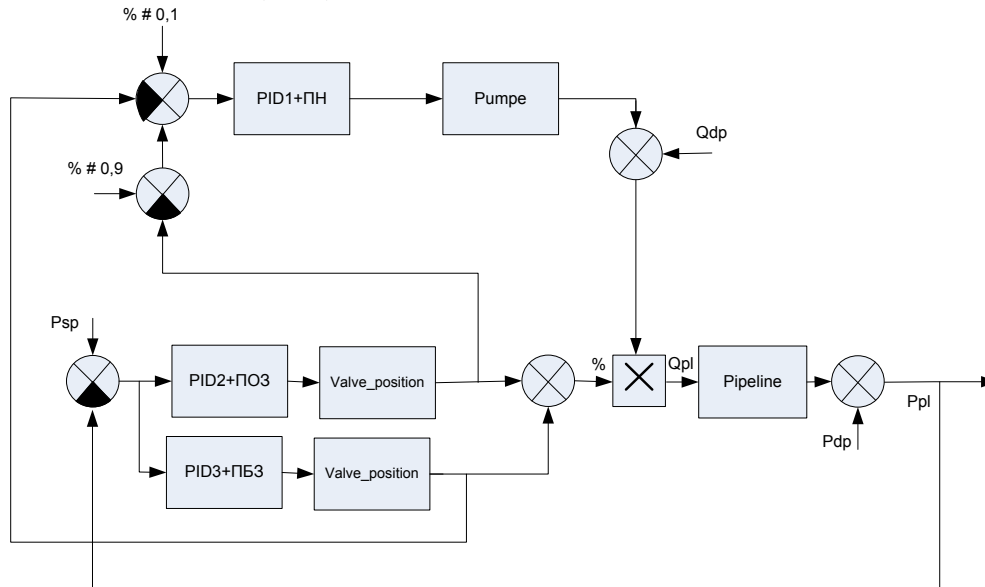


Рис. 2 - Структура управления давлением

Здесь контуры регулирования PID1+ПН, PID2+ПОЗ и PID3+ПБЗ соответствуют частотно регулируемым приводам (ЧРП) подачи нефти насосом, основной и байпасной задвижек трубопровода. Параметры этих контуров регулирования подбираются так, что при высокочастотном возмущении контур стабилизации давления задвижкой байпаса берет на себя начальное противодействие возмущению, а контур регулирования насосом медленно изменяет подачу нефти, возвращая в установившемся режиме возможное перемещение основной задвижки в состояние открытого, а байпасной в состояние закрытого. Это обеспечивается за счет использования автоматических контуров восстановления процента закрытия задвижек, соответствующих уставкам процентов открытия байпасной и основной задвижек (% # 0,1 и % # 0,9). Модель трубы описывается квадратичной зависимостью давления в трубопроводе от величины подачи МНА, а  $(H_{dp}, Q_{dp})$  является рабочей точкой подачи нефти в нефтепровод насосом (Рис. 3).

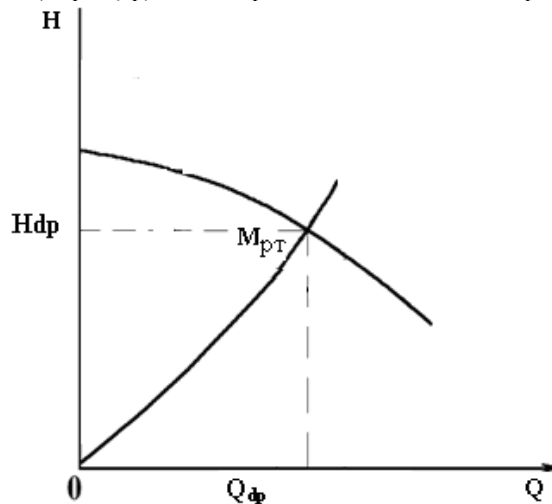


Рис. 3 - Рабочая точка насосного агрегата

Для оценки работоспособности предлагаемой схемы САРД были выполнены модельные исследования в MatLAB Simulink. Структурная схема модели изображена на (Рис. 4).

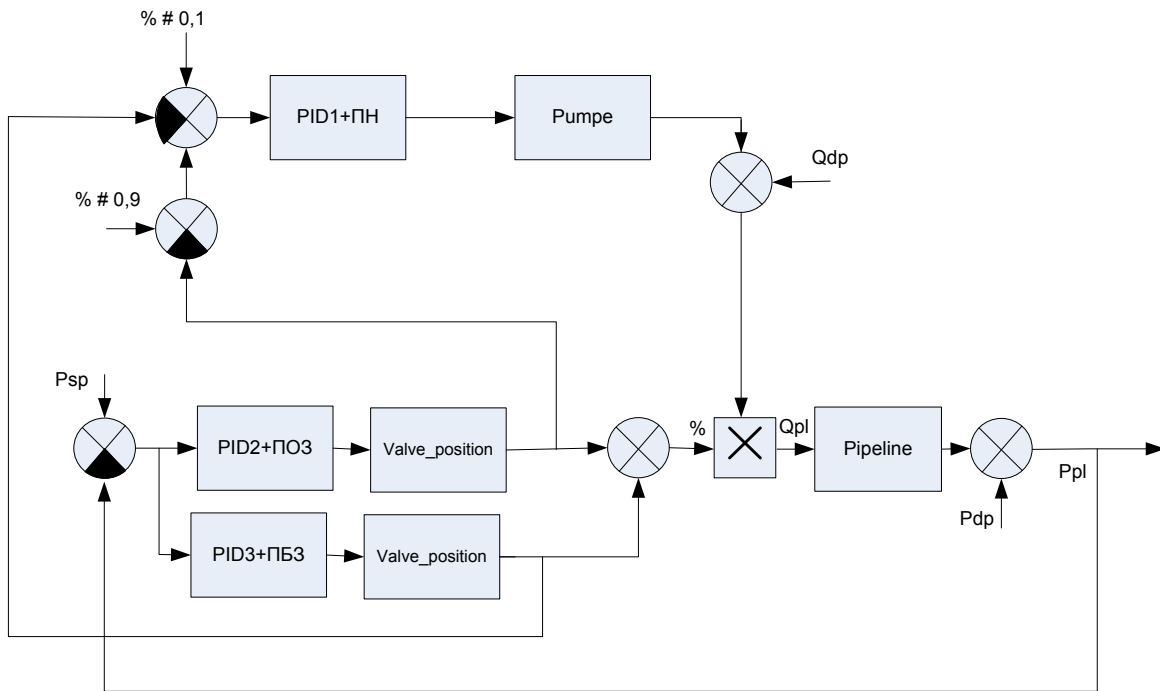


Рис. 4 - Структурная схема САРД

Модельные исследования показали, что все 3 контура в установившемся состоянии вносят пропорциональный (симметричный) вклад в формирование величины напора в трубе. Поэтому для реализации задуманной идеи было решено внести асимметрию в работу контуров регулирования (Рис.5).

В модели САРД (Рис. 5) приняты следующие решения:

1. Динамика САРД описывается вблизи рабочей точки МНА ( $Q_{dp}$ ,  $P_{dp}$ ).
2. Все контуры регулирования реализуются с использованием ПИД-регуляторов пакета Matlab.
3. Ограничение скорости перемещения задвижек устанавливается Rate Limier.
4. PID задвижек представляют собой объединение интегрирующих звеньев, описывающих изменение положения задвижек и пропорционально дифференцирующих алгоритмов управления ЧРП их приводом.
5. Ограничение подачи нефти насоса устанавливается верхним пределом скорости вращения его привода вблизи рабочей точки.
6. Ограничения положений приводов заслонок устанавливаются моментными ограничителями приводов.
7. Асимметрия работы контуров дроссельного управления приводами задвижек реализуется за счет использования сигнала неполного открытия основной задвижки в контуре байпасной задвижки
8. Возмущения в виде ступенчатой (0 – 3 МПа) на 4000 сек и пилообразной функций (0 – 2 МПа) на 5000 сек формируются на участке временного интервала установившегося режима работы САРД.

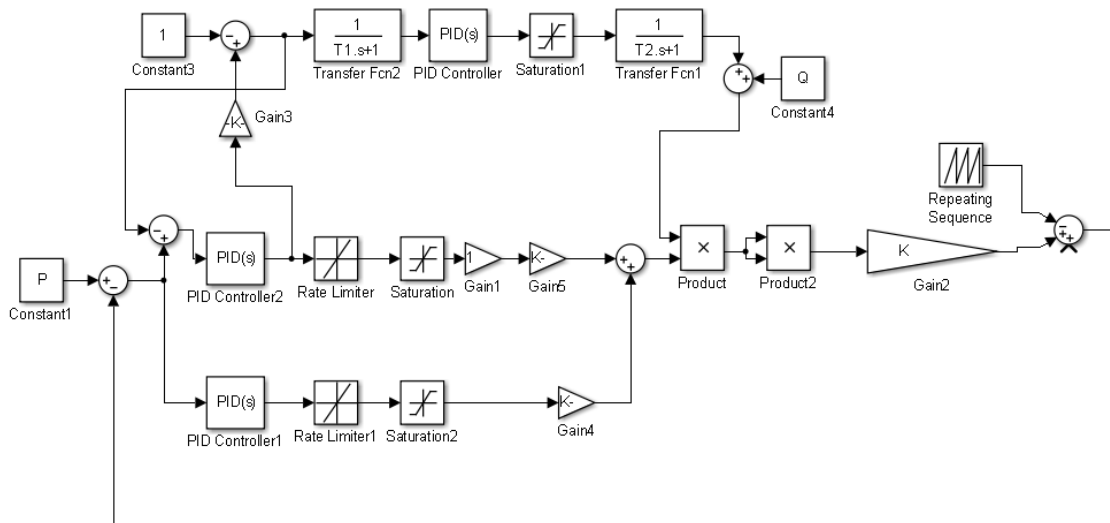


Рис. 5 - Модель САРД

Графики переходного процесса в момент возникновения возмущений и их отработка САРД при помощи двух задвижек и насоса приведены на (Рис. 6)

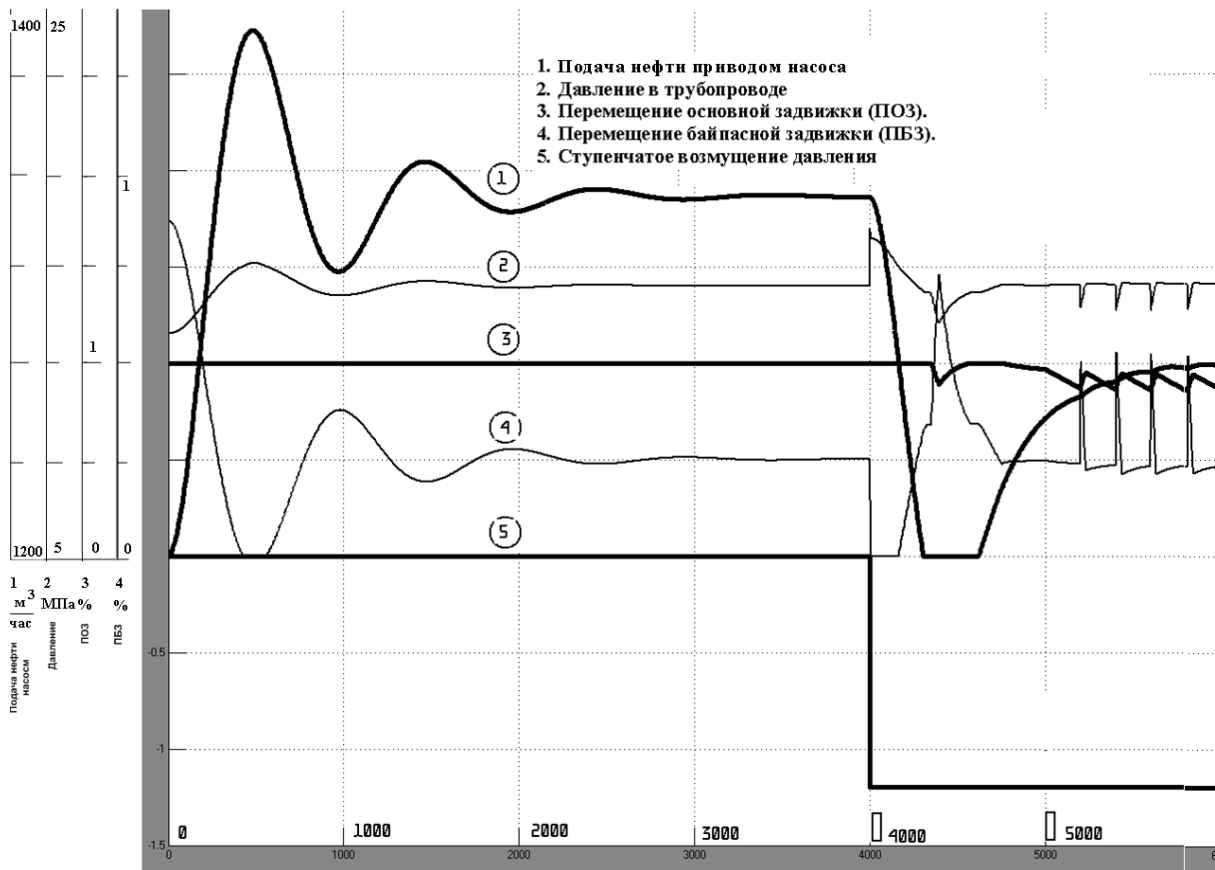


Рис. 6 - Динамика контуров регулирования

Из полученных диаграмм (1-4) следует, что в процессе начального разгона основная задвижка полностью открывается (%открытия, степень открытия = 1) и выходное давление устанавливается равным заданному. Задвижка байпасной трубы занимает положение близкое к состоянию закрытия. Контур автоматического регулирования подачи нефти насосом стремится обеспечить заданное давление за счет максимальной подачи нефти насосом. Возмущение ступенчатого типа вызывает динамику всех контуров САРД. При этом контур насосного агрегата стремится обеспечить максимальное открытие основной задвижки за счет соответствующего изменения подачи нефти насосом. На ступенчатое изменение давления наиболее динамично реагирует байпасная задвижка, которая стремится максимально быстро открыться в начальный момент времени, а затем она прикрывается за счет изменения подачи нефти насосом. Возмущение пилообразной формы с периодом следования 200 сек практически мало влияют на изменение подачи нефти насосом. Это позволяет заключить, что насос не участвует коррекции быстрых динамических возмущений давления в трубопроводе и тем самым не расходуется электрическая энергия на инерционную динамику

#### Вывод

Предложена схема САРД потока нефти, которая включает в себя основную и быструю дроссельные заслонки. Она обеспечивает противодействие как быстрым, так и медленным возмущениям давления в магистральном нефтепроводе.

Снижение расхода электрической энергии частотно-регулируемого МНА в динамических режимах стабилизации давления достигается за счет реализации плавного изменения скорости вращения насоса благодаря медленной перестройки частоты питающего напряжения его электропривода.

Контур регулирования подачи нефти насосом позволяет непрерывно отслеживать соответствующую рабочую точку статического режима.

Контур восстановления процента закрытия задвижек, соответствующих установленным уставкам процентов открытия, обеспечивают открытие основного трубопровода и необходимое прикрытие байпасного после завершения переходного процесса.

Выполненные в процессе модельных исследований различные параметрические перенастройки показывают легкость настройки САРД на переходные режимы работы с различными показателями качества регулирования.

#### Литература

1. Стариков Д.П., Рыбаков Е.А., Громаков Е.И. Minimization of pump energy losses in dynamic automatic control of pressure in the main oil pipeline// FCICS-2014, Пекин, (2014)
2. Carlos A. Smith, Principles and Practice of Automatic Process Control 2nd edition John Wiley & Sons, Inc., 563 p., (2006)
3. Charles L. Phillips, John M. Parr Feedback Control Systems. 5th edition Prentice Hall PTR, 774 p., (2011)
4. Harnefors L. H-P- Nee Model-Based Current Control of AC Machines Using the Internal Control Model Method IEEE Transactions on Industry Applications, Vol 34, No 1, January/ February, pp. 133-141, (1998)
5. Jean Pierre Corriou, Process Control: Theory and applications, Springer, (2004)
6. Ma Z and Wang S, Energy efficient control of variable speed pumps in complex building central air-conditioning systems, Energy and Buildings, Vol.41, pp.197-205, (2009)

#### References

1. Starikov D.P., Rybakov E.A., Gromakov E.I. Minimization of pump energy losses in dynamic automatic control of pressure in the main oil pipeline// FCICS-2014, Beijing, (2014)
2. Carlos A. Smith, Principles and Practice of Automatic Process Control 2nd edition John Wiley & Sons, Inc., 563 p., (2006)
3. Charles L. Phillips, John M. Parr Feedback Control Systems. 5th edition Prentice Hall PTR, 774 p., (2011)
4. Harnefors L. H-P- Nee Model-Based Current Control of AC Machines Using the Internal Control Model Method IEEE Transactions on Industry Applications, Vol 34, No 1, January/ February, pp. 133-141, (1998)
5. Jean Pierre Corriou, Process Control: Theory and applications, Springer, (2004)
6. Ma Z and Wang S, Energy efficient control of variable speed pumps in complex building central air-conditioning systems, Energy and Buildings, Vol.41, pp.197-205, (2009)



## ИССЛЕДОВАНИЕ АБСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

## Аннотация

В статье проводятся исследования свойств метилдиэтанолamina и рассматриваются реакции взаимодействия сорбента с сероводородом, сернистыми примесями и диоксида углерода в технологии очистки природного газа. Проведено сравнение с другими сорбентами и выявлены преимущества использования данного сорбента.

**Ключевые слова:** исследование свойств, очистка, сорбент, сравнение, преимущества.

Sharikov I.V.<sup>1</sup>, Samoylov R.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Professor, Dr. of Science (Chem. Engng.); <sup>2</sup>Student. National mineral resources university (mining university)

## STUDYING ABSORPTION CONDITION METHYLDIETHANOLAMINE TO PROCESS PURIFICATION NATURAL GAS

## Abstract

The article contains investigation results of properties a metildietanolamin and using it in purification technology of natural gas by interaction of a sorbent with hydrogen, sulphurous impurity and carbon dioxide. The parallel of comparing with other sorbents is drawn and advantages of use this sorbent are revealed.

**Keywords:** investigation of properties, purification, sorbent, comparing, advantages.

## Introduction

Extracted natural gas usually contains a large amount of impurities to be removed before transportation for reducing corrosive activity. The amount and composition of such impurities depend on the field and purification methods are determined largely by the composition and quantity. For example, for gas produced in Astrakhan field is characterized by a large number of the content of hydrogen sulfide and carbon dioxide. [1]

Production field	H <sub>2</sub> S, %	CO <sub>2</sub> , %
Astrakhan	13.96	25.37
KGPU	4	2.5
Orenburg Gas-Condensate Field	1,7	0,60
Pokrovskoe	0,2	0,10
Gazlinskoe	0,07	0,16

## Description of the properties of sorbents and their comparative characteristics.

## Physics-chemical properties of MDEA and MEA.

Formula	HOCH <sub>2</sub> H <sub>4</sub> NH	(HOCH <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> N
Density at a temperature T = 200°C, g / cm <sup>3</sup>	1,015	1,018
The boiling point at a pressure of 101.333 kPa, °C	170	247
Congelation temperature	10,5	-21
Vapor pressure at temperature T = 60°C, Pas	660	24
Dynamic viscosity at a temperature T = 25°C, 103 Pa	19	80
The specific heat at temperature of T = 30°C, kJ / (kg °C)	2,72	2,32
Mass fraction of the amine in the working solution, %	10-20	30-50
The heat of reaction kJ / kg		
H <sub>2</sub> S	1511	1047
CO <sub>2</sub>	1919	1340

## Advantages of MDEA:

- Low corrosiveness of the solution
- Degree of saturation of more than MEA, this means that the amount of the circulating solution and the energy consumption for its circulation and less regeneration
- The use of MDEA saves energy (heating steam) is also due to the lower heat of desorption MDEA compared to the IEA, the regeneration of the absorbent
- Reduce foaming
- On the inner surfaces of equipment no deposits arising due to degradation of the previously applied absorbents based MEA increases the heat exchange efficiency, which also reduces energy consumption
- The application of the absorbent solution based on the MEA observed loss due to entrainment vapor in the desorption step, where the temperature reaches a flow of 115 °C - 130 °C. In the application of MDEA having a boiling point (247 °C) is significantly higher than that of MEA (170 °C) during regeneration entrainment amine solution at the operating temperatures of the absorbers, is greatly reduced, to a value close to zero. [2]

## Methods of studying the process of sorption purification and determination of optimal treatment regimes based on two methods.

The experimental method is much more expensive and labor resources for practicing modes.

Modeling method using specialized software package HYSYS.

This approach allows for the analysis of the thermodynamic properties and phase equilibrium, as well as the existing models of bank machines to build the technological scheme of purification, the resulting scheme to conduct a study to determine the optimum operating conditions purification scheme with different composition of the source of natural gas. Using this approach, we have created an input stream of gas, based on the composition of natural gas Astrakhan field and taking into account performance. Further technological scheme has been developed, a software package HYSYS, the purification process using MDEA as absorbent. For the calculation of the thermodynamic properties and equilibrium states was used amine method and Peng -Robinson.

With the resulting circuit (Figure 1) studied the effect of pressure, flow absorbent and effectiveness of plates on the degree of purification of natural gas and bring it to the desired composition of the impurity.

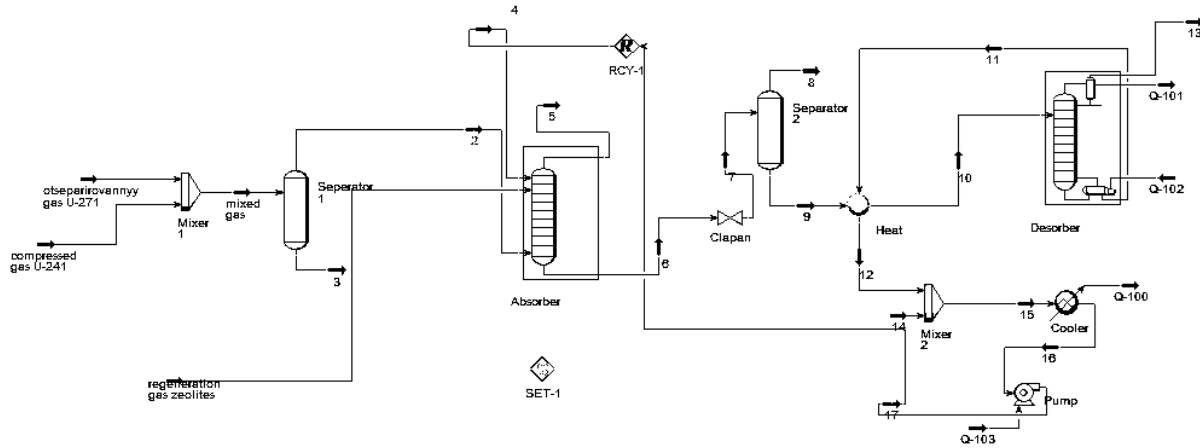


Fig. 1 - Scheme of treatment of natural gas

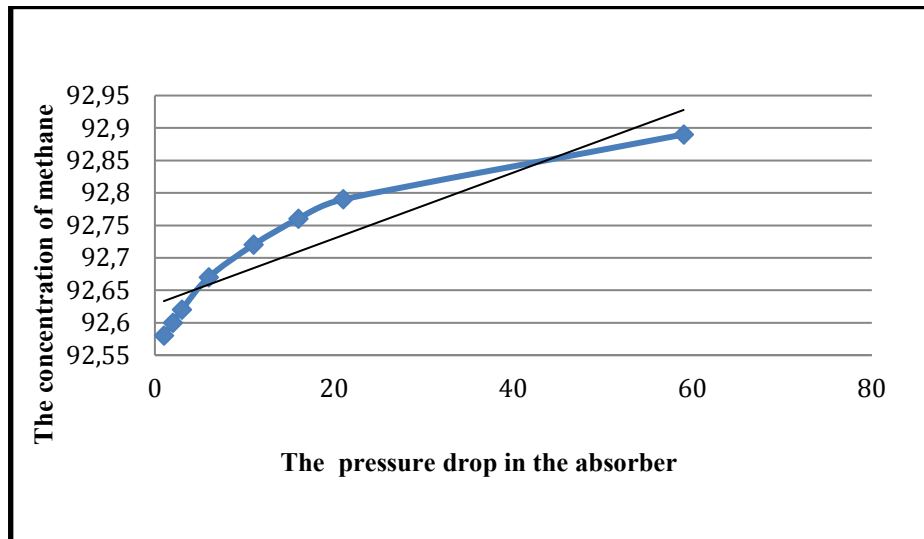


Fig. 2 - The dependence of the pressure difference from the concentration in the absorber of the product obtained at the outlet of the absorber

Using the diagram (Fig.1) produced digital calculations, in which the method of selection chosen concentration of MDEA for gas treatment. At a concentration of MDEA - 17% of the obtained results (Fig.4.5). Under the same conditions, and use as a sorbent DEA output results obtained (Fig. 3).

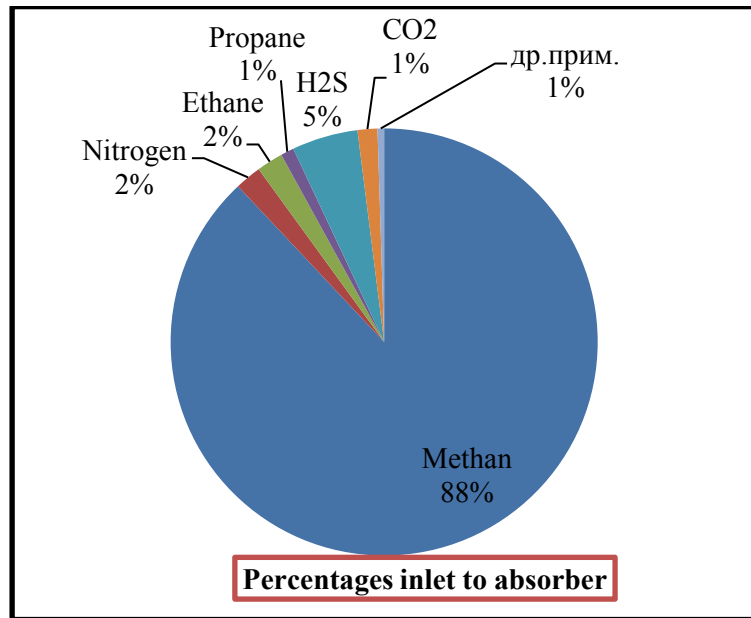


Fig. 3 - Concentration at the inlet of the absorber

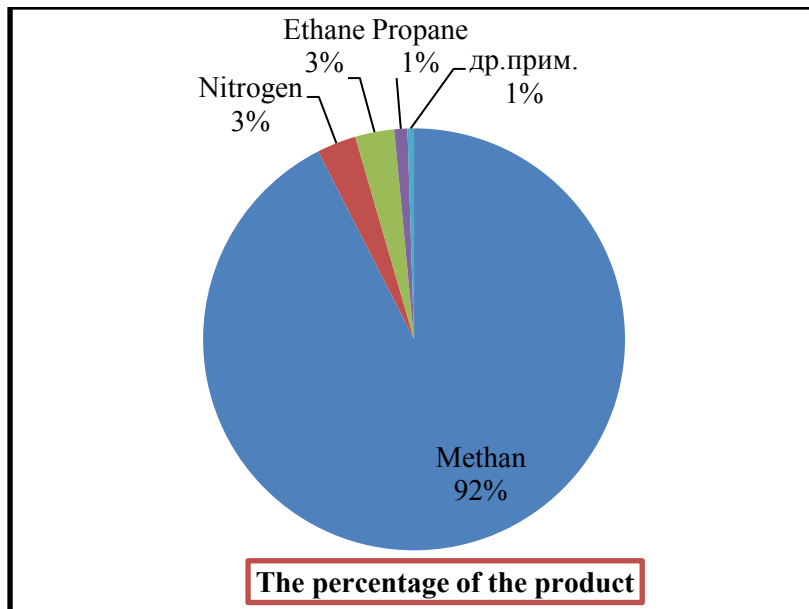


Fig. 4 - The concentration of the product.

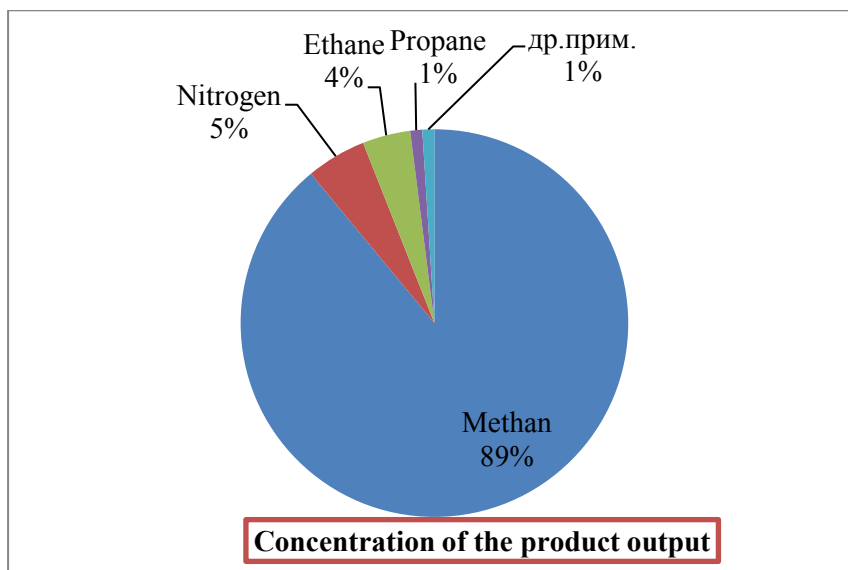


Fig. 5 - The concentration of purification products sorbent DEA

Established scheme model may be used also in operator advisor mode when running on natural gas purification plants, for adjusting the technological mode when changing the composition of the inlet gas and productivity of the plant.

Conclusion: In the course of the study were presented advantages of quality and economy of use MDEA product as it is stronger and more effective sorbent that allows to achieve higher purity. Comparisons of graphs which show comparative diagrams for refining natural gas by different sorbents.

#### References

1. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. 2-е Издание 2001г. - 567 с.
2. Анализ применения новых сорбентов в процессах абсорбционной очистки технических и природных газов от сероводорода и углекислого газа. [Электронный ресурс] URL: <http://www.nifhi.ac.ru/~kinetics/Mdea/Seminar1.html>

**Зотов К. Н.<sup>1</sup>, Кузнецов И. В.<sup>2</sup>, Симбирцева Д. С.<sup>3</sup>, Жданов Р.Р.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, <sup>2</sup>Доктор технических наук, <sup>3</sup>Студент спец. Инфокоммуникационные технологии и системы связи,

<sup>4</sup>Кандидат технических наук, Уфимский государственный авиационный технический университет

#### РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ РАЗЛАДКИ В СЕТЯХ ОПЕРАТОРА МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ

#### Аннотация

*В статье рассмотрена возможность использования теории разладки для нахождения пространственно-временных изменений трафиковых процессов на заранее позиционированных массах абонентов сети связи.*

**Ключевые слова:** теория разладки, пространственно-временная разладка, трафиковые процессы.

**Zotov K. N.<sup>1</sup>, Kuznetsov I. V.<sup>2</sup>, Simbirtceva D. S.<sup>3</sup>, Zhdanov R.R.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, <sup>2</sup> Doctor of Technical Sciences, <sup>3</sup> Student, <sup>4</sup> Candidate of Technical Sciences, Ufa State Aviation Technical University

#### DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM TO IDENTIFY SPACE AND TEMPORAL CHANGES IN CELLULAR OPERATOR NETWORKS

#### Abstract

*Current abstract observes possibility of use the theory of change to identify space and temporal changes in traffic processes on the subscribers positioned in advance.*

**Keywords:** theory of change, traffic process, space and temporal changes.

The functioning process of cellular systems is accompanied by sudden congestion in separate parts caused by moving of the subscribers. It makes necessary to provide the operational control of radio resources.

First thing for efficient management of radio resources is positioning of mobile stations (MS) with enough accuracy to identify areas of change [1, 5].

There are many different ways to identify the position of subscribers, such as means of the mobile network [2] or global navigation systems [3].

The data obtained from positioning of subscribers are represented in a big range of array as it is impossible to process every subscriber. The efficient management system proposes clustering of all the subscribers of given, find the parts with abnormal change of MS concentration and identify node of demand (ND) inside each of the clusters. Node of demand (ND) shows the most concentrated loading level in the local part of service area that needs additional radio resources.

The NDs obtained are subject to connection with existing network of cellular operator. It makes by creating the models of situational and adaptive planning [4] it also helps to control the whole network with efficiency.

Each cluster consists of points (x;y), where x,y are solid axes showing the location of subscriber characterized by its feature.

The theory of changed [6] which has some limitations is to define borders for abnormal areas during the process of initial clustering:

1. Every existing case should be chosen the criterion of algorithm of change.
2. It is difficult enough to find the starting value to obtain from model more or less robust information of change.
3. Opening of clusters in abnormal areas.

Main task of clustering concerning management of radio resources of cellular network is to define borders (coordinates) of clusters that are aggregative sources of messages and classify traffic of these sources. In addition task salvation should take place in real time. Clustering algorithm based on change will help to identify quantity of necessary clusters. This quantity will give opportunity to apply the algorithms of fuzzy clustering. Hence the prior task in finding NDs is to define borders of abnormal areas in time and space.

Features of the theory of change:

1. Invariance for the law of distribution (aprioristic uncertainty conditions).
2. Static processing by analyzing data arrays that can change.
3. Invariance for counting (does not depend on mark point) [7].
4. Possibility to define the quantity of iterations by introduction of constraint system.

The clustering algorithm based on change shown in following steps:

1. Definition of positioning of MS (x;y) during the step.
2. Splitting investigated area into sub-areas with a step equal to the average value of positional error (frame overlay).
3. Definition of change boarders in sample. Functional T(S) is fulfilled by formula:

$$T(S(N;M))_B = \frac{2S_1 - S_3 - S_2}{S_3 + S_2}, \quad (1)$$

$$T(S(N;M))_Y = \frac{2S_3 - S_1 - S_2}{S_1 + S_2}, \quad (2)$$

where  $T(S(N;M))_B$  – value of functional with increasing loading,  $T(S(N;M))_Y$  – with decreasing loading, and both functions existed in  $t = [t_\phi, t_\phi + \Delta t_D]$ , where  $t_\phi$  – actual time,  $\Delta t_D$  – discrete time, defined by real conditions:

$$\begin{cases} S_1 = \frac{1}{(N-M)^2} \sum_{i=1}^{N-M} |\xi_i|, \\ S_2 = \frac{1}{M^2} \sum_{j=(N-M)+1}^N |\xi_j|, \\ S_3 = \frac{1}{(N-M)M} \sum_{i=1}^{N-M} \sum_{j=(N-M)+1}^M |\xi_i - \xi_j|, \end{cases} \quad (3)$$

where N and M are geometrically relate (fig. 1), N – developed length of functional T(S),  $\xi$  – loading value for basic station at a time.

4. Union of sets of values of T (S) into one:

$$T_U = \left\{ \begin{array}{l} T(\text{with smaller values}), \\ T(\text{with high values}), \end{array} \right\} \quad (4)$$

5. Determination of the ratio:

$$|\mu| = \frac{|T_i|}{|T_j|} > \mu_{\text{threshold}}, \quad (5)$$

where  $\mu_{\text{threshold}}$  belongs to statistical data.

6. Finding the coordinates of the change point:

$$(x; y) = \arg \{T_U(M(x; y), N(x_k; y_k) - M(x; y))\}. \quad (6)$$

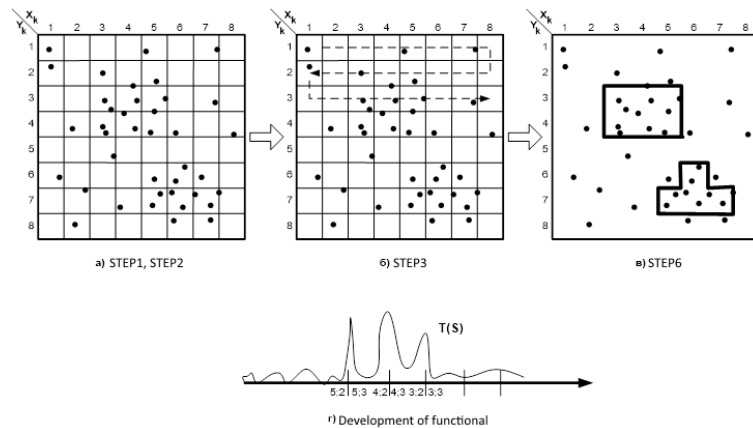


Fig. 1 – Algorithm of clustering based on change

#### References

1. Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), Vol. 17, No. 2 (55), pp. 14-20, 2013.
2. Electrotechnical and information complexes and systems, Ufa, 2013, №1, T.9, 89-93 pages.
3. Technologies and means of communication, Moscow, 2010, №3, 26-27 pages.
4. Vestnik UGATU (scientific journal of Ufa State Aviation Technical University), Vol. 15, No. 3 (43), pp. 128-133, 2011.
5. A. A. Soshnikov, N. P. Vorob'ev, T. E. Titov "Control of electromagnetic environment at sites with sources of electromagnetic radiation", in Polzunovski vestnik, no. 4, pp. 64-68, 2012.
6. Thesis abstract. Zotov KN, UGATU, Ufa, 2014. - 16 pages.
7. Zhiglavsky AA, Kraskovsky AE, Detection of disorders of casual processes in problems of radio engineering, St.Petersburg. – 1988. - 224 pages.

**Смолин С.Г.**

Магистрант, Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЧАСТОТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ НА СКЛАДАХ

**Аннотация**

В статье рассматриваются перспективы внедрения технологии радиочастотной идентификации для автоматизации складских систем, которая может применяться вместе с соответствующими приложениями.

**Ключевые слова:** склад, радиочастотная идентификация, складские процессы.

**Smolin S. G.**

Master's degree student, Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev, Russia, Krasnoyarsk

#### PROSPECTS OF APPLICATION OF RFID TECHNOLOGY IN THE WAREHOUSES

**Abstract**

The article considers the prospects for the introduction of RFID technology to automate the storage systems that can be used together with the appropriate applications.

**Keywords:** warehouse, RFID, warehouse processes.

В настоящее время множество предприятий начинают внедрять технологию радиочастотной идентификации RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация). Активнее всего RFID внедряют образовательные учреждения, транспортные и логистические компании, а также коммунальные службы. Однако данная технология до сих пор представлена относительно слабо в торговых и на производственных предприятиях, несмотря на массу привлекательных возможностей.

Предметом рассмотрения в статье является перспектива применения технологии RFID на современных складах. Цель публикации - выявить положительные и отрицательные стороны внедрения технологии радиочастотной идентификации в складских системах.

Современный склад - это большой и сложный организм, который требует постоянного внимания и контроля. Одна из самых больших проблем в управлении складом заключается в том, что в любой отдельный момент времени реальное состояние склада отличается от его ожидаемого состояния.

Каждый управляющий складом мечтает о том, чтобы на складе был идеальный порядок, чтобы любой объект можно было найти за пару минут, чтобы любое перемещение объектов внутри склада моментально фиксировалось, а несанкционированное перемещение объектов за пределы склада - пресекалось.

RFID - метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах. Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель или ридер) и RFID-метка. По замыслу разработчиков технологии, на объект для его контроля или учета крепится RFID-метка с уникальной информацией, которая позволяет идентифицировать объект, к которому прикреплена. Данная метка по беспроводной связи передает информацию о «своем» объекте в компьютерную базу данных, что дает возможность в режиме реального времени отслеживать его состояние. [1]

Внедрение RFID-технологий дает возможность существенно повысить эффективность складской учетной системы.

1) Облегчение складских процессов. Приемка, отгрузка, перемещение и инвентаризация товара осуществляется в несколько раз быстрее и с большей степенью точности.

2) Быстрая инвентаризация. Скорость считывания RFID-меток - до 100 за несколько секунд, это позволяет провести инвентаризацию во много раз быстрее, чем вручную.

3) Сведение ошибок до минимума. Человеческий фактор больше не будет проблемой во всех складских процессах. Все сведения считываются автоматически и сразу поступают в систему.

4) Оперативный поиск необходимого товара. Осуществляется адресное хранение: на каждую ячейку, где хранится товар, ставится RFID-метка, на которой записана вся информация о находящихся внутри объектах, возможность в любой момент определить местоположение ячейки и её содержимое. [2]

5) Повышенная безопасность. RFID-метки сложно подделать, а считыватели сразу пошлют сигнал в систему, если товар покинет отведенную ему зону.

6) Сокращение затрат на персонал. Инвентаризация и другие процессы не требуют лишних затрат на привлечение дополнительного персонала даже на самых больших площадях.

Несмотря на неоспоримые преимущества при внедрении RFID возникают следующие проблемы.

1) Стоимостной фактор - цена на оборудование и стоимость меток, для массового рынка технология дорогая.

2) Проблема отсутствия единого стандарта и отсутствие полноценного стандарта в России. В США и в Европе используются разные диапазоны частот для RFID и оборудование большей части производителей из США не подходит для России.

3) Ограничением для использования RFID также является металлическая упаковка и жидкости, которые не позволяют гарантировать качество считывания данных с метки. Считывание происходит с ошибками.

4) Недостаточная развитость ИТ-инфраструктуры складов, многие применяют технологию штрих-кодирования и у большинства компаний нет жесткой необходимости перехода на технологию RFID. Переход может дать определенные удобства и преимущества, однако далеко не все готовы за эти преимущества платить. [3]

Таким образом, в настоящее время пионерами внедрения RFID становятся те организации, для которых критически важна скорость обработки информации, - именно они готовы платить за это, внедряя данную технологию. Несмотря на все преимущества технологии радиочастотной идентификации, для успешного повсеместного внедрения систем на предприятиях необходима разработка и принятие стандартов RFID, а также снижение цен на оборудование считывания/обработки информации и на RFID-метки.

#### Литература

1. RFID [Электронный ресурс]: TADVISER/ – Электрон. Дан. - 2013. - Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:RFID1> - Загл. с экрана.
2. Меламедов Б.В. RFID на складе / Логистика. 2011. N 4. - С. 22-23.
3. Кондрин А.В., Кукарцев В.В. СТРАТЕГИЯ ВНЕДРЕНИЯ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ/ Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2011. № 3. - С. 210-214.

#### References

1. RFID [Jelektronnyj resurs]: TADVISER/ – Jelektron. Dan. - 2013. - Rezhim dostupa: <http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ja:RFID1> - Zagl. s jekrana.
2. Melamedov B.V. RFID na sklade / Logistika. 2011. N 4. - S. 22-23.
3. Kondrin A.V., Kukarcev V.V. STRATEGIJa VNEDRENIJa CALS-TEHNOLOGIJ/ Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva. 2011. № 3. - S. 210-214

#### Старожилова О.В.

Кандидат технических наук, доцент, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики  
**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

#### Аннотация

*В статье рассматриваются задачи идентификации неоднородностей на изображениях, математическая модель построена на основе нейронного подхода, в качестве алгоритма обучения использовался алгоритм обратного распространения ошибки.*

**Ключевые слова:** нейронная сеть, модель, идентификация неоднородностей, свертка.

#### Starozhilova O.V.

Candidate of technical Sciences, associate Professor, Polistirobetonny University of telecommunications and Informatics  
**THE SOLUTION OF THE PROBLEMS OF IDENTIFICATION OF INHOMOGENEITIES IN THE IMAGES USING NEURAL NETWORK**

#### Abstract

*In the article it discusses the problem of identifying discontinuities in images, a mathematical model based on neural approach, as the learning algorithm was used back-propagation algorithm errors.*

**Keywords:** neural network, model, identification of discontinuities convolution.

На современном этапе развитие технической и медицинской диагностики неразрывно связано с визуализацией внутренних структур объекта. Существует много различных видов визуализации, например компьютерная томография, ангиография, урография, рентгенография, сцинтиграфия.

Нейронные сети представляют собой мощный математический инструмент, показавший свою состоятельность при решении широкого класса задач, таких как распознавание образов, аппроксимация, классификация, прогнозирование.

Рассматривается математическая модель изображений, в которых значительную часть поля яркости  $f(n_1, n_2)$  занимает пространственно-протяженный объект. К ним можно отнести ткань почек, особенно при рассмотрении фаций и снимков УЗИ [1]. Тогда область изображения можно разбить на две, соответствующие объекту  $D_0$  и фону  $D_b$ :  $D = D_0 \cup D_b$ .

Области  $D$  можно поставить в соответствие эталонное изображение, каждый элемент которого определяется в зависимости от его принадлежности области  $D_0$  или  $D_b$ :

$$\bar{f}(n_1, n_2) = \begin{cases} 0, & \text{при } (n_1, n_2) \in D_b, \\ 1, & \text{при } (n_1, n_2) \in D_0. \end{cases}$$

Используя данное представление, можно получить модель нормализуемого изображения в виде следующего соотношения:

$$f(n_1, n_2) = (\bar{\zeta}_o(n_1, n_2) + A_o) \bar{f}(n_1, n_2) + \bar{\zeta}_b(n_1, n_2) (1 - \bar{f}(n_1, n_2)) + A + v(n_1, n_2).$$

где  $\bar{\zeta}_o(n_1, n_2)$ ,  $\bar{\zeta}_b(n_1, n_2)$  - центрированные однородные случайные поля с заданными автоковариационными функциями,  $v(n_1, n_2)$  - шумовая составляющая наблюдаемого изображения,  $A$  и  $A_o$  — параметры яркостного преобразования изображения относительно эталона. Величина  $A_o$  является контрастом между объектом и фоном (разность между их средними значениями), а величина  $A$  — средней яркостью фона.

Использование классических нейронных сетей для распознавания изображений затруднено, как правило, большой размерностью вектора входных значений нейронной сети, большим количеством нейронов в промежуточных слоях и, как следствие, большими затратами вычислительных ресурсов на обучение и вычисление сети.

Входное изображение  $25 \times 25$  пикселей имеет 625 нейронов во входном слое. Кроме того задача распознавания рентгенографических образов часто требует классификации изображений, превышающих размер  $250 \times 250$  пикселей, учет топологии входного изображения. Будем говорить, что задача идентификации решена успешно, если значение невязки выхода построенной модели с наблюдаемым выходом реального объекта не превосходит заранее заданной величины невязки  $\mathcal{E}$ .

Для идентификации векторной функции рассматриваем двухслойную нейронную сеть прямого распространения с сигмоидальным скрытым слоем нейронов и линейным выходным.

Сверточным нейронным сетям в меньшей степени присущи описанные выше недостатки. Часть нейронов некоторого рассматриваемого слоя нейронной сети может использовать одни и те же весовые коэффициенты. Нейроны, использующие одни и те же веса, объединяются в карты признаков, а каждый нейрон карты признаков связан с частью нейронов предыдущего слоя. При вычислении сети получается, что каждый нейрон выполняет свертку (операцию конволюции) некоторой области предыдущего слоя (определяемой множеством нейронов, связанных с данным нейроном).

Помимо, сверточных слоев в сверточной нейронной сети могут быть слои субдискретизации (выполняющие функции уменьшения размерности пространства карт признаков) и полносвязные слои. Все три вида слоев могут чередоваться в произвольном порядке, что позволяет составлять карты признаков из карт признаков, а это на практике означает способность распознавания сложных иерархий признаков [1].

Структура нейронной сети подбирается экспериментально. Расширенное на одну строку и один столбец входное изображение, содержащееся в первом слое, подается на вход сверточному слою, состоящему из 20 карт признаков размером  $4 \times 7$  каждая. Каждый нейрон выполняет операцию свертки части входного изображения. Так как каждый нейрон из некоторой произвольно выбранной карты признаков выполняет свертку с ядром  $5 \times 5$  части изображения размером  $5 \times 5$  пикселей, то все изображение разбивается на перекрывающиеся области  $5 \times 5$  пикселей. Перекрытие составляет 3 пикселя, отсюда по вертикали имеем 7 областей  $5 \times 5$  пикселей, по горизонтали 4 области  $5 \times 5$  пикселей, отсюда, размерность карты признаков —  $4 \times 7$  нейронов.

Выходные значения нейронов сверточного слоя подаются на вход полносвязному слою (каждой связи между нейронами соответствует уникальный весовой коэффициент). Выходной слой также является полносвязным. Обучение нейронной сети требует качественной и большой выборки. Если не удалось определить, что за символ включает изображение, это изображению выставлялся в соответствие произвольный класс. В итоге, подготовлено пары *изображение/метка* класса.

К изображениям были применены искажающие преобразования: операции масштабирования; обрезка границ изображения и приведение изображения с обрезанными границами к заданному размеру с билинейной интерполяцией; эрозия и дилатация случайных прямоугольных регионов всего изображения.

В качестве алгоритма обучения использовался алгоритм обратного распространения ошибки. Для ускорения обучения использовался стохастический вариант метода Левенберга-Марквардта.

Нейронная сеть достигла способности распознавать все изображения, ошибка составляет 2%. Тестирование нейронной сети проводилось на изображениях тестовой выборки: ошибка распознавания составила 6%.

После того, как было построено обучающее множество, выбраны метод оценки функционирования нейронной сети и метод обучения, необходимо определиться с количеством нейронов в скрытом слое. Было проведено исследование, выявляющее зависимость между точностью модели, полученной в результате идентификации, и количества нейронов на скрытом слое. Для этого нейронные сети с различным количеством нейронов были обучены на одном и том же множестве. Обученные нейронные сети были линеаризованы, а коэффициенты полученной линейной модели сравнивались с компонентами эталонных матриц.

Разработана методика, обеспечивающая выбор размера ячейки при сканировании «зон интереса» на цифровых рентгенограммах; предложен алгоритм обработки изображений с оптимальными параметрами, с использованием сверточных нейронных сетей [1]. Алгоритмы реализуются в построчно-столбцовой форме. С ростом количества сигмоидальных нейронов скрытого слоя увеличивается точность результатов идентификации. Простая «однородная» структура делает их привлекательными для практического использования и аппаратной реализации.

#### Литература

1. Хлесткин А.Ю., Старожилова О.В. Модели слияния рентгеновских и скintiграфических изображений в распознавании артефактов //Инфокоммуникационные технологии. – 2010. – № 2. – С. 40–42.

#### References

1. Hletkin A. Y., Starozhilova O. V. Model merge x and scintiographic images in the recognition of artifacts //Infocommunication technologies. - 2010. N. 2. - S. 40-42.

**Стенин В. А.**  
 Доктор технических наук, Северный Арктический федеральный университет  
**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

*Аннотация*

Для оценки эффективности сети электроснабжения предлагается использовать термодинамический критерий – коэффициент полезного действия (КПД). Аналитически величина КПД позволяет рассмотреть количественную и качественную сторону энергосберегающих мероприятий в процессах передачи и преобразования электроэнергии.

**Ключевые слова:** коэффициент полезного действия, передача и преобразование электроэнергии, энергосбережение.

**Stenin V. A.**

Doctor of technical sciences, North Arctic Federal University  
**THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE ELECTRICITY GRID**

*Abstract*

To evaluate the efficiency of the electricity network are encouraged to use the thermodynamic criterion-coefficient of performance. The analytic value coefficient of performance allows to consider the quantitative and qualitative aspect of energy-saving measures in power transmission and transformation processes.

**Keywords:** efficiency, energy conversion, transmission and energy saving.

Потери электроэнергии - один из важнейших экономических показателей электросетевого предприятия. Их величина отражает техническое состояние и уровень эксплуатации всех передаточных устройств, эффективность энергосбытовой деятельности. В международной практике принято считать, что относительные общие потери электроэнергии при ее передаче и распределении удовлетворительны, если они не превышают 4-5%. Потери электроэнергии на уровне 10% оценивают как максимально допустимые с точки зрения физики передачи по сетям.

В соответствии со стандартом [1] в качестве показателя эффективности передачи энергии для сети электроснабжения рекомендуется допустимый процент потерь энергии в сети. Однако для термодинамического анализа процесса передачи энергии в электрической сети целесообразно использовать величину коэффициента полезного действия (КПД), характеризующую совершенство процессов превращения, преобразования или передачи энергии.

Составим уравнение первого начала термодинамики для процесса передачи энергии в электрической сети с использованием характеристических функций [2]:

$$dW = dA + dL, \quad (1)$$

где  $dW$  - энергия, потребляемая от источника, Дж;  $dA$  - энергия, отдаваемая в нагрузку, Дж;  $dL$  - работа, затраченная электрической сетью на передачу энергии, Дж.

Преобразуем уравнение (1) следующим образом:

$$\eta_c = \frac{dA}{dW} = 1 - \frac{dL}{dW} = 1 - \frac{dL}{dA + dL}, \quad (2)$$

где  $\eta_c$  - КПД электрической сети.

КПД  $\eta_c$  определяется величиной КПД каждого элемента электрической сети:

$$\eta_c = \eta_{T1} \cdot \eta_L \cdot \eta_{T2}, \quad (3)$$

где  $\eta_{T1} \cdot \eta_L \cdot \eta_{T2}$  - соответственно коэффициенты полезного действия повышающего трансформатора, линии электропередачи, понижающего трансформатора.

Статистические данные говорят о том, что более 40 % общих потерь в энергосистемах (исключая потребителей) приходится на распределительные трансформаторы. Остальное приходится на кабели и ЛЭП.

К энергетическим показателям трансформатора относятся КПД и коэффициент мощности [3]:

$$\eta_T = \frac{P_2}{P_1} = \frac{S_{2H} \cdot \beta \cdot \cos \phi}{S_{2H} \cdot \beta \cdot \cos \phi + P_K \cdot \beta^2 + P_X}, \quad (4)$$

где  $P_1$  - активная мощность, потребляемая из сети;  $P_2$  - мощность, отдаваемая в нагрузку;  $\cos \phi$  - коэффициент мощности;  $\beta$  коэффициент загрузки трансформатора;  $P_K$  - мощность потерь короткого замыкания;  $P_X$  - мощность потерь холостого хода;  $S_{2H}$  - номинальная мощность трансформатора.

Представим уравнение (4) в форме (2):

$$\eta_T = 1 - \frac{d[(P_K \cdot \beta^2 + P_X) \cdot t]}{d[(S_{2H} \cdot \beta \cdot \cos \phi + P_K \cdot \beta^2 + P_X) \cdot t]}, \quad (5)$$

где  $t$  - время работы трансформатора при переменных коэффициентах загрузки и мощности.

Потери активной мощности в ЛЭП делятся на потери холостого хода  $\Delta P_{XX}$  (потери на корону) и нагрузочные потери (на нагрев проводов)  $\Delta P_H$ :

$$\Delta P_L = \Delta P_{XX} + \Delta P_H = \Delta P_{XX} + \frac{S^2}{U^2} \cdot R_L, \quad (6)$$

где  $S$  - полная мощность;  $R_L$  - активное сопротивление линии электропередачи;  $\Delta P_L$  - потери активной мощности;  $U$  - напряжение ЛЭП.

В линиях потери реактивной мощности  $\Delta Q_L$  тратятся на создание магнитного потока внутри и вокруг провода:

$$\Delta Q_L = \frac{S^2}{U^2} \cdot X_L, \quad (7)$$

где  $X_L$  - реактивное сопротивление линии электропередачи.



Пренебрегая величиной  $\Delta P_{XX}$  ввиду ее малости, объединим уравнения (6) и (7) и представим их в форме КПД:

$$\eta_{л} = 1 - \frac{d[S^2 \cdot R \cdot (1 + tg\phi) \cdot t / U^2]}{d[(S \cdot t + S^2 \cdot R \cdot (1 + tg\phi) \cdot t / U^2)]} \quad (8)$$

Таким образом, передача электрической энергии от источников питания к потребителям связана с потерей части мощности и энергии в системе электроснабжения (трансформаторах, линиях, реакторах). Эти потери определяются током, протекающим по линии, и величиной передаваемого напряжения. Применение повышенного напряжения в электрических сетях, например 10 кВ (вместо 6 кВ), а также глубокого ввода напряжения 35 кВ и выше значительно снижает потери мощности и электроэнергии. Этому также способствует повышение коэффициента мощности. Следует подчеркнуть, что потери в трансформаторах определяются также числом часов их работы, поэтому одним из условий, обеспечивающих экономию электроэнергии в трансформаторах, является отключение их при малых нагрузках.

#### Литература

- 1.ГОСТ Р51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав и классификация показателей. М.: Госстандарт России,1999.8с.
- 2.Исаев С.И. Термодинамика. М.:МГТУ, 2000. 416с.
- 3.Барыбин Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения. М.:Энергоатомиздат,1990. 625с.

#### References

- 1.GOST R51541-99. Jenergosberezenie. Jenergeticheskaja jeffektivnost'. Sostav i klassifikacija pokazatelej. M.: Gosstandart Rossii,1999.8s.
- 2.Isaev S.I. Termodinamika. M.:MGTU, 2000. 416s.
- 3.Barybin Ju.G. Spravochnik po proektirovaniju jelektrosnabzhenija. M.:Jenergoatomizdat,1990. 625s.

**Стрельникова Л.В.<sup>1</sup>, Зотов К.Н.<sup>2</sup>, Кузнецов И.В.<sup>3</sup>, Жданов Р.Р.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Студент, <sup>2</sup>Кандидат технических наук, старший преподаватель, Уфимский государственный авиационный технический университет, <sup>3</sup>Доктор технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет, <sup>4</sup>Кандидат технических наук, доцент, Уфимский государственный авиационный технический университет

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕЧЕТКОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ СОТОВОЙ СВЯЗИ

#### Аннотация

*В рамках дано работы описывается необходимость кластеризации абонентов. Представлен оптимальный алгоритм кластеризации и результаты решения задачи по кластеризации большого числа абонентов с его применением.*

**Ключевые слова:** алгоритм нечеткой кластеризации, Fuzzy C-Means, FCM алгоритм, узел спроса.

**Strelnikva L.V.<sup>1</sup>, Zotov K.N.<sup>2</sup>, Kuznetsov I.V.<sup>3</sup>, Zhdanov R.R.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Student, <sup>2</sup>Candidate of Technical Sciences, senior Lecturer, Ufa State Aviation Technical University, <sup>3</sup> PhD, Technical Sciences, Associate Professor, Ufa State Aviation Technical University, <sup>4</sup>Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Ufa State Aviation Technical University.

### THE APPLICATION OF FUZZY CLUSTERING METHOD FOR EFFICIENT MANAGEMENT OF CELLULAR RESOURCES.

#### Abstract

*Within the scope of this work we the necessity of clustering for cellular subscribers is given. Optimal clustering algorithm and the way it solves the problem of big amount of subscribers are described in this work.*

**Keywords:** fuzzy clustering algorithm, Fuzzy C-Means, FCM algorithm, the node demand.

The radio resources are subject to operational control because when subscribers move it can cause occasional congestions in mobile communication systems. The resources from less loaded parts can be used to solve this problem. [1].

Positioning function in MS mobile operator networks is an important problem of modern science.[2]

First step to provide efficient management of radio resources is the location of mobile stations (MS) with accuracy which help to find areas with high concentration of subscribers and identify nodes of demand inside each cluster.

The set of fuzzy areas of possible appearance of subscribers is to be clustered. The most appropriate fuzzy clustering algorithm for that is FCM.

The first data processing by change theory brings information about sufficient quantity of clusters for default variety of subscribers.[3] As a result we can clearly identify the nodes of demand on a region map.

The FCM algorithm's features are:

Possibility to set the centers of future clusters in space by prior information about concentration of subscribers. Derivation of clustered areas of subscribers with assumptions about membership in particular cluster. Possibility to set quantity of clusters, and to derive the centre of mass of clusters.

The clustering algorithm based on FCM consists of the following steps:

Step 1. Location the centers (the point used for enumeration is not the center of cluster)

Step 2. Determination of necessary quantity of clusters. (from data obtained after the change theory application)

Step 3. Operation of algorithm. Minimization of sum of weighted distances where  $\|d_k - c_j\|$ :

$$\sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^K (\mu_{jk})^q \|d_k - c_j\| \rightarrow \min,$$

q – fixed parameter set before iterations. It is assumed for test set K of input vectors  $d_k$  and N isolated clusters  $c_j$  that every  $d_k$  belongs to every  $c_j$  with membership  $\mu_{jk}$  to interval [0,1] where j – cluster number, k – input vector number,  $\| \cdot \|$  - matrix norm (Euclidean norm) and  $\epsilon$  – predetermined accuracy level.

The following terms of normalization for:

$$\sum_{j=1}^N \mu_{jk} = 1, \forall k = 1, \dots, K$$

$$0 < \sum_{k=1}^K \mu_{jk} \leq K, \forall j = 1, \dots, N$$

Weighted center of gravity is following:

$$c_j = \frac{\sum_{k=1}^N (\mu_{jk})^q \cdot d_k}{\sum_{k=1}^N (\mu_{jk})^q}$$

and

$$\mu_{jk} = \frac{1 / \|d_k - c_j\|^{1/(q-1)}}{\sum_{j=1}^N (1 / \|d_k - c_j\|^{1/(q-1)})}$$

Step 4. The k-means is considered completed if the following condition is fulfilled:

$$\|U^{(t+1)} - U^{(t)}\| \leq \varepsilon$$

Step 5. Determination of the center of mass of obtained fuzzy figures in the form of final coordinates.

The fuzzy clustering algorithm can be used as an adjusting tool. The base stations of cellular operator should be placed in identified nodes of demand.

Thus, clusters with the centers of masses were defined in final sets of subscribers of the cellular operator. These centers of mass of the obtained clusters provide information about points of highest congestions which are nodes of demand in the mobile communication systems.

#### References

1. Sultanov A.H., Kuznecov I.V., Kamalov A.Je., Ob odnom metode prognoza optimal'noj zony radiopokrytija seti mobil'noj svjazi. – Vestnik UGATU, 2010 god, 62-67 str.
2. Titov, E. V. Opredelenie dopustimogo vremeni prebyvanija v zone vlijanija jelektromagnitnyh izluchenij [Tekst] / E. V. Titov // Vestnik AGAU. – Barnaul, 2014. – № 3 (113). – S. 49 - 54.
3. Zotov K.N., Razrabotka algoritma povyshenija tochnosti pozicionirovanija mobil'nyh stancij na osnove rascheta sticheskih parametrov jelektromagnitnogo polja v neodnorodnoj srede. – Vestnik UGATU, T.17, №2(55), Ufa, 2013. – 14 – 19 str.

**Стулова Н. В.**

Аспирант, Волгоградский архитектурно-строительный университет

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ ЭКРАНОВ НА ШЛАМОТВАЛАХ ТЭЦ КАК МЕРА МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕДА

*Аннотация*

*В статье рассмотрена сравнительная характеристика видов противофильтрационных экранов, описаны достоинства и недостатки каждого вида. Проанализирована взаимосвязь между фильтрационными потерями загрязняющих веществ в почву и грунтовые воды и использованием противофильтрационных экранов на шламоотвалах ТЭЦ.*

**Ключевые слова:** шламоотвал, противофильтрационный экран, экологический вред.

**Stulova N. V.**

Postgraduate student, Volgograd university of architecture and construction

#### THE USE OF MEMBRANE SCREENS ON THERMAL POWER STATION'S SLUDGE POOLS AS A MEASURE TO MINIMIZE THE ENVIRONMENTAL HARM

*Abstract*

*In the article the comparative characteristic of membrane screens types is considered, the advantages and disadvantages of each type are described. The relationship between infiltration losses of contaminants in soil and groundwater and the use of membrane screens on thermal power station's sludge pool is analyzed.*

**Keywords:** sludge pool, membrane screen, environmental harm.

Одними из основных загрязнителей окружающей среды являются крупные ТЭЦ, которые формируют шламоотвалы. Их воздействие на окружающую среду связано с фильтрационными потерями в почву и грунтовые воды, потери суспензий при транспортировке в шламонакопители, отчуждение и загрязнение значительных земельных участков, трансформация природного ландшафта.

Для снижения риска загрязнения почвы на территории шламоотвалов и подотвальных грунтовых вод необходимо устанавливать противофильтрационные экраны [1].

Противофильтрационные экраны по виду используемого материала бывают двух видов:

- противофильтрационный экран, который создается из естественных минеральных грунтов (глины или суглинки);
- противофильтрационный экран, который создаётся из геосинтетических (искусственных) материалов.

Противофильтрационные экраны должны создаваться из материала, который обладает долговечностью, инертностью или устойчивостью к агрессивному воздействию химических активных и токсичных веществ.

Для борьбы с фильтрацией вредных веществ с территории шламоотвалов служат: противофильтрационные одежды каналов из монолитного бетона, железобетонных плит, асфальта, камня, глины; водонепроницаемые экраны из полимерных пленок (пленочно-грунтовые, бетонно-пленочные и др.), глины и суглинка, бентонитовых глин и др.; уменьшение коэффициента фильтрации путем естественной и искусственной кольматации канала, глубокого и мелкого уплотнения грунта, нефтеевения, солонцевания, оглеения и механического диспергирования грунта и т. п [2].

Противофильтрационные мероприятия выбирают в зависимости от сочетания гидрогеологических условий, протяженности канала, фильтрационных свойств грунта, величины требуемого снижения потерь и наличия местных материалов. Принятые противофильтрационные мероприятия обосновывают технико-экономическими расчетами.

Сравнительная характеристика возможных противофильтрационных экранов:

1. Натуральные минеральные глинистые материалы:

- слой уплотненной глины; - смеси из грунта и глины; - высококачественные сорта глин - бентониты

Достоинства:

- соблюдение противофильтрационных свойств в течение длительного периода времени; - относительная дешевизна; - бентониты обладают самой низкой водопроницаемостью по сравнению с натуральными глинистыми материалами.

Недостатки:

- изменение проницаемости глиняных грунтов при фильтрации через них сточных жидкостей сложного химического состава

по сравнению с природной проницаемостью при фильтрации воды; - неоднородность состава глин, наличие включений, линз песка, необходимость тщательного уплотнения для обеспечения сплошности экрана; - при использовании смесей из грунта и глины - сложности обеспечения однородности и равномерности укладки слоя смеси, что приводит к неоднородности противofильтрационных свойств экрана.

#### 2. Асфальтобетонные экраны:

- асфальт; - бетонная облицовка; - облицовка из сборных железобетонных плит

Достоинства:

- Соблюдение противofильтрационных свойств в течение длительного периода времени.

Недостатки:

- дороговизна; - трудоемкость; - необходимость в специальных механизмах при работе на откосах; - зависимость от погодных условий; - значительное снижение противofильтрационных свойств при нарушении технологии укладки.

#### 3. Полимерные пленки:

- пленочные экраны из стабилизированной полиэтиленовой пленки; - пленочные экраны из стабилизированной поливинилхлоридной пленки

Достоинства:

- нетоксичность; - долговечность; - водонепроницаемость; - устойчивость к ультрафиолету; - простота транспортировки; - экономичный монтаж.

Недостатки:

- склонность к старению; - изменение свойств при температурных колебаниях; - недостаточная прочность полимера; - необходимость склеивания пленочных полотнищ, что увеличивает возможность увеличения дефектов экрана; - пленка легко повреждается при устройстве экранов; - пленка выпускается в рулонах недостаточно большой ширины, что увеличивает количество стыков и риск возникновения дефектов при сварочных работах; - необходимость устройства мощного надпленочного защитного слоя приводит к удорожанию сооружения и практически исключает возможность осмотра покрытия и его ремонт.

Как следует из сравнительной характеристики противofильтрационных экранов, ни один из видов противofильтрационных экранов не дает абсолютной защиты от фильтрации вредных веществ в почву и грунтовые воды. Поэтому для минимизации риска загрязнения почвы вблизи шламоотвала и подотвальных грунтовых вод необходимо использование нескольких видов противofильтрационных экранов.

### Литература

1. Санжапов Б. Х., Стулова Н. В. Модель поддержки принятия решений в задаче анализа экологического риска загрязнения городской среды объектами топливно-энергетического комплекса // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. Вып. 11(32). Ст. 1. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

2. Санжапов Б. Х., Стулова Н. В. Оценка экологического риска загрязнения окружающей среды от эксплуатации шламоотвала ТЭЦ // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Строительная информатика. 2014. Вып. 12(36). Ст. 5. Режим доступа: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

### References

1. Sanzhapov B. Kh., Stulova N. V. The decision support model in the analysis of environmental risk of urban pollution by fuel and energy complex objects]. Internet-Vestnik VolgGASU, 2014, no. 11(32), paper 1. (In Russ.). Available at: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

2. Sanzhapov B. Kh., Stulova N. V. The ecological risk assessment of environmental pollution by the operation of thermal power station's sludge pool]. Internet-Vestnik VolgGASU, 2014, no. 12(36), paper 5. (In Russ.). Available at: <http://www.vestnik.vgasu.ru/>

### Трифонов О.Н.

Магистрант 1 курса, направление «Прикладная информатика в экономике и управлении» Санкт-Петербургского Государственного Экономического Университета

#### ОСНОВНЫЕ РИСКИ ПРОЕКТА ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ И ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В ИНЖИНИРИНГОВОЙ КОМПАНИИ

#### Аннотация

*Рассматриваются основные риски, влияющие на проект внедрения автоматизированной и информационно-аналитической системы электронного документооборота проектно-сметной документации в инженеринговой компании, и вырабатывается порядок действий (стратегия) для устранения этих рисков.*

**Ключевые слова:** основные риски, внедрение, автоматизированная и информационно-аналитическая система электронного документооборота, проектно-сметная документация, инженеринговая компания.

#### Trifonova Oksana Nikolaevna

Undergraduate of Saint-Petersburg State University of Economics

#### THE MAIN RISKS OF THE PROJECT OF INTRODUCTION OF THE AUTOMATED AND INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENT FLOW OF DESIGN AND BUDGET DOCUMENTATION IN THE ENGINEERING COMPANY

#### Abstract

*The main risks influencing the project of introduction of the automated and information and analytical system of electronic document flow of design and budget documentation in the engineering company are considered and the operations procedure (strategy) for elimination of these risks is developed.*

**Keywords:** main risks, introduction, automated and information and analytical system of electronic document flow, design and budget documentation, engineering company.

Конкурентоспособность деятельности инженеринговой компании требует постоянного совершенствования информационных технологий, которые во многом определяют качество управления такой компанией.

Современная автоматизированная и информационно-аналитическая система электронного документооборота проектно-сметной документации (АиИА СЭД ПСД) представляет собой достаточно сложное и комплексное решение, и ее внедрение, как правило, требует значительных инвестиций со стороны инженеринговой компании и сопровождается всевозможными рисками.

Для успешного осуществления проекта по внедрению АиИА СЭД ПСД рабочей группе проекта необходимо учесть основные факторы (риски) на всех стадиях и этапах проекта.

Согласно классификации рисков по вероятности возникновения и по величине потерь [1], представленной на рисунках 3 и 5, составляется таблица основных факторов (рисков), которые могут повлиять на проект внедрения АиИА СЭД ПСД в инженеринговой компании. Таблица основных факторов (рисков) отображена на рисунках 1-3:

Фактор (риск)	Идентификация риска	Вид риска	Вероятность возникновения риска (P)			Вид потерь	Величина потерь от риска (I)			Порядок действий для устранения риска (стратегия)
			Количественное описание		Качественное описание		Количественное описание		Качественное описание	
			Rq (баллы)	P (в долях единицы)			Iq (баллы)	I (в % от плановой прибыли по проекту)		
Увеличение стоимости проекта	По причине увеличения курса \$; Может увеличиться стоимость закупаемого ПО; Что приведет к увеличению стоимости проекта	Весьма вероятный	4	0,7	Событие может произойти	Средний	3	0,5	Ожидаемые потери лежат в интервале от 40% до 60% от плановой прибыли по проекту	<ul style="list-style-type: none"> <li>Назначая стоимости работам в календарном план-графике проекта, необходимо закладывать резерв денег в бюджет проекта,</li> <li>Учитывать другие риски проекта.</li> </ul>

Рис. 1 – Риск - увеличение стоимости проекта

Фактор (риск)	Идентификация риска	Вид риска	Вероятность возникновения риска (P)			Вид потерь	Величина потерь от риска (I)			Порядок действий для устранения риска (стратегия)
			Количественное описание		Качественное описание		Количественное описание		Качественное описание	
			Rq (баллы)	P (в долях единицы)			Iq (баллы)	I (в % от плановой прибыли по проекту)		
Срыв сроков исполнения работ по проекту	По причине отсутствия (болезнь и пр.) ключевых сотрудников рабочей группы проекта; Появятся необходимость отдать часть работ на субподряд; Что приведет к срыву сроков проекта	Маловероятный	2	0,4	Редкое событие, но, как известно, уже имело место	Низкий	2	0,2	Ожидаемые потери лежат в интервале от 10% до 40% от плановой прибыли по проекту	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разрабатывая календарный план-график проекта, необходимо закладывать временной резерв в срок исполнения работ по проекту,</li> <li>Учитывать и другие риски проекта.</li> </ul>

Рис. 2 – Риск - срыв сроков исполнения работ по проекту

Фактор (риск)	Идентификация риска	Вид риска	Вероятность возникновения риска (P)			Вид потерь	Величина потерь от риска (I)			Порядок действий для устранения риска (стратегия)
			Количественное описание		Качественное описание		Количественное описание		Качественное описание	
			Rq (баллы)	P (в долях единицы)			Iq (баллы)	I (в % от плановой прибыли по проекту)		
Потеря качества проекта	По причине некомпетентности рабочей группы проекта по внедрению СЭД ПСД и предоставляемой ею неопределенной, неполной или неточной информации в работах проекта; Появятся просчеты в результатах работ проекта; Что приведет к потере качества проекта по внедрению СЭД ПСД.	Слабо вероятный	1	0,05	Событие может произойти в исключительных случаях	Минимальный	1	0,05	Потери могут составить не более 10 % от плановой прибыли по проекту	<p>Организовать компетентную рабочую группу проекта по внедрению СЭД ПСД, которая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Обеспечит определенной, полной и точной информацией работы проекта,</li> <li>Будет соблюдать последовательность выполнения работ проекта, прибегая к основным стадиям проекта,</li> <li>Будет учитывать и другие риски проекта.</li> </ul>

Рис. 3 – Риск - потеря качества проекта

Виды событий	Вероятность возникновения ( $P$ )		
	Количественное описание		Качественное описание
	$P_q$ (баллы)	$P$ (в долях единицы)	
Слабовероятные	1	$0,0 < P \leq 0,1$	Событие может произойти в исключительных случаях
Маловероятные	2	$0,1 < P \leq 0,4$	Редкое событие, но, как известно, уже имело место
Вероятные	3	$0,4 < P \leq 0,6$	Наличие свидетельств, достаточных для предположения возможности события
Весьма вероятные	4	$0,6 < P \leq 0,9$	Событие может произойти
Почти возможные	5	$0,9 < P \leq 1,0$	Событие, как ожидается, произойдет

Рис. 4 – Классификация рисков по вероятности возникновения

Виды потерь	Величина потерь ( $I$ )		
	Количественное описание		Качественное описание
	$I_q$ (баллы)	$I$ (в % от плановой прибыли по проекту)	
Минимальные	1	$0,0 < I \leq 0,1$	Потери могут составить не более 10% от плановой прибыли по проекту
Низкие	2	$0,1 < I \leq 0,4$	Ожидаемые потери лежат в интервале от 10% до 40% от плановой прибыли
Средние	3	$0,4 < I \leq 0,6$	Ожидаемые потери лежат в интервале от 40% до 60% от плановой прибыли
Высокие	4	$0,6 < I \leq 0,9$	Ожидаемые потери лежат в интервале от 60% до 90% от плановой прибыли
Максимальные	5	$0,9 < I \leq 1,0$	Потери сопоставимы с плановой прибылью по проекту

Рис. 5 – Классификация рисков по величине потерь

С помощью причинно-следственной диаграммы «Диаграмма Ишикавы» [2], представленной на рисунке 6, становится наглядно видно основные факторы (риски), влияющие на проект внедрения АиИА СЭД ПСД:

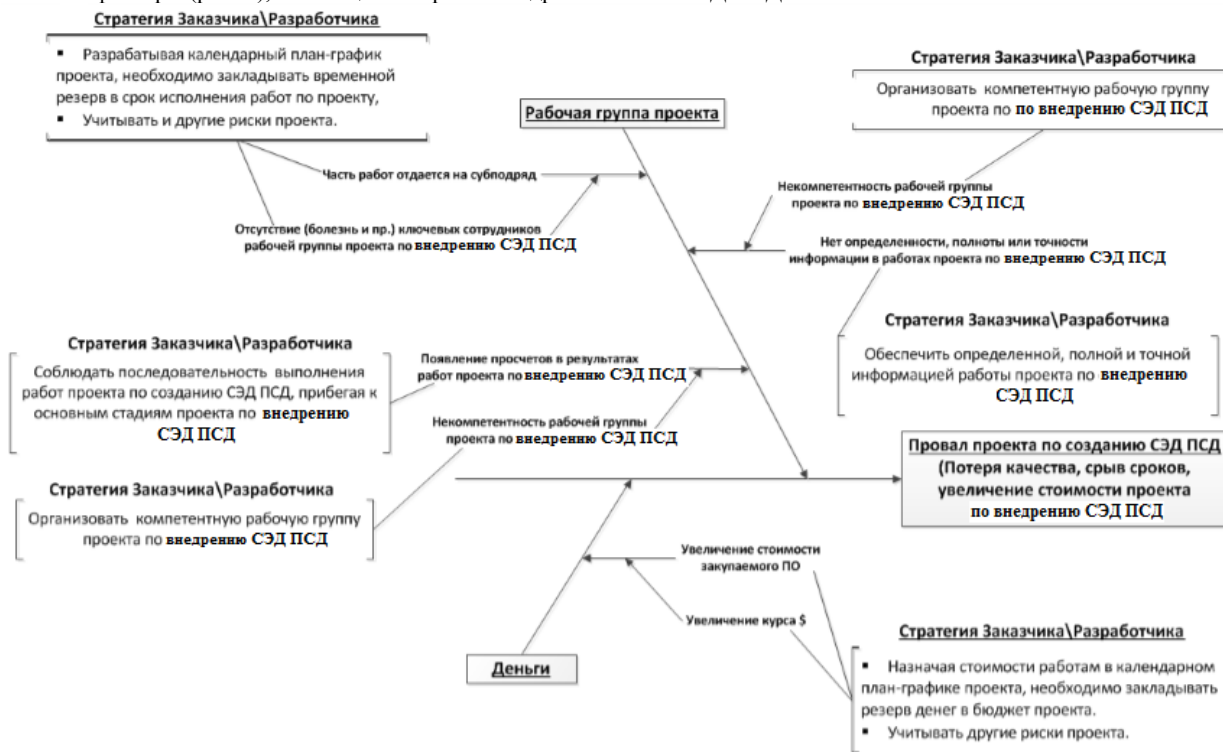


Рис. 6 – Диаграмма Ишикавы

Исходя из методики оценки риска [1], отображенной на рисунке 7, и с помощью данных основных факторов (рисков), представленных на рисунках 1-3 - вероятность возникновения риска и величина потерь от риска, а также оценка рисков (по степени воздействия и по уровню риска) будут следующие:





Рис. 7 – Методика оценки риска

**Риск - увеличение стоимости проекта:**

**Индекс риска (R)** - 12 (вероятность возникновения риска ( $P_q$ ) \* величина потерь от риска ( $I_q$ )), отсюда следует, что **степень воздействия риска** (оценка риска) – существенная, **уровень риска** (оценка риска) – недопустимый.

**Риск - срыв сроков исполнения работ по проекту:**

**Индекс риска (R)** - 4 (вероятность возникновения риска ( $P_q$ ) \* величина потерь от риска ( $I_q$ )), отсюда следует, что **степень воздействия риска** (оценка риска) – игнорируемая, **уровень риска** (оценка риска) – приемлемый.

**Риск - потеря качества проекта:**

**Индекс риска (R)** - 1 (вероятность возникновения риска ( $P_q$ ) \* величина потерь от риска ( $I_q$ )), отсюда следует, что **степень воздействия риска** (оценка риска) – игнорируемая, **уровень риска** (оценка риска) – приемлемый.

Таким образом, задача рабочей группы проекта по внедрению АиИА СЭД ПСД в инженеринговой компании заключается в том, чтобы заранее выявить, оценить все возможные основные риски и провести комплекс предупреждающих мероприятий (разработать стратегии) для избежания серьезных проблем во время всего проекта внедрения АиИА СЭД ПСД.

#### Литература

1. Управление рисками [Электронный ресурс] URL: <http://www.management.com.ua/finance/fin097.html> (дата обращения 12.12.2012).
2. Диаграмма Ишикавы как метод структурного анализа [Электронный ресурс] URL: <http://www.itexpert.ru/rus/ITEMS/200810201649/> (дата обращения 12.12.2012).

#### References

1. Upravlenie riskami [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.management.com.ua/finance/fin097.html> (data obrashhenija 8.02.2015).
2. Diagramma Ishikavy kak metod strukturnogo analiza [Jelektronnyj resurs] URL: <http://www.itexpert.ru/rus/ITEMS/200810201649/> (data obrashhenija 9.02.2015).

**Порунов А. А.<sup>1</sup>, Тюрина М. М.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кандидат технических наук, доцент, <sup>2</sup>Кандидат технических наук, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

*Аннотация*

*В статье приведен сравнительный анализ современных методов и средств измерения параметров газовых потоков, предложены варианты структурного построения систем измерения параметров газовых потоков на основе струйно-конвективных преобразователей.*

**Ключевые слова:** расход, скорость, структурное построение, система.

**Porunov A. A.<sup>1</sup>, Tyurina M. M.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Candidate of Technical Sciences, associate professor, <sup>2</sup> Candidate of Technical Sciences, Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev

#### THE MODERN STATE OF METHODS AND TOOLS FOR MEASURING THE PARAMETERS OF THE AIR FLOW

*Abstract*

*The comparative analysis of modern methods and gages of parameters of gas streams is provided in article, options of structural creation of systems of measurement of parameters of gas streams on the basis of jet and convective converters are offered.*

**Keywords:** expense, speed, structural construction, system.

Аналитическое исследование задачи измерения параметров воздушных потоков показывает, что требования, предъявляемые к методам и средствам измерения, непрерывно возрастают. Существующие системы измерения параметров газовых потоков, применение которых известно не только в технике, но и в медицине, экологии, как правило, построены на основе одного из известных методов измерения. Одним из основных источников информации в таких системах является канал измерения расхода (скорости). Информация о других параметрах воздушных потоков, например, давление, плотность, температура, как правило, в этих системах воспринимается с помощью дополнительных автономных датчиков (измерительных каналов). Это является одним из принципиальных ограничений в дальнейшем развитии ряда систем измерения параметров газовых потоков.

Анализ отечественных [1-2] и зарубежных [3-4] публикаций по методам и средствам расходо- и анемометрии показывает, что в настоящее время достигнутые технические (например, метрологические) характеристики можно обобщенно представить, как показано на рис. 1.

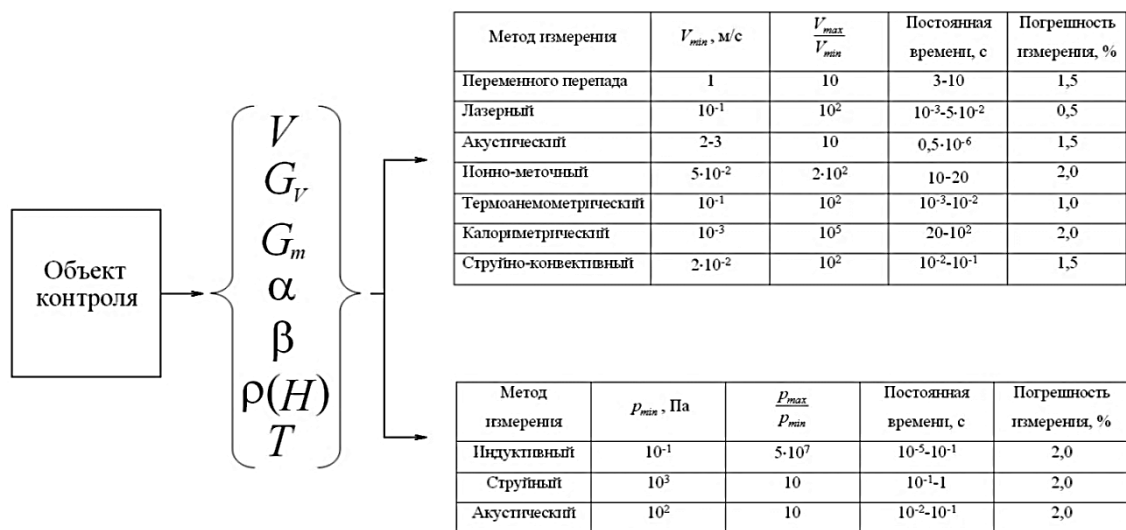


Рис. 1 - Основные технические характеристики методов измерения скорости (расхода) и давления

При этом традиционные методы измерения расхода можно разделить на две большие группы [5, 6]: гидродинамические и кинематические. К гидродинамическим относятся методы, основанные на взаимодействии потока с помещенным в него телом. К наиболее часто используемым методам этой группы относятся струйные, переменного перепада и тахометрические.

Метод переменного перепада давления является одним из наиболее распространенных методов измерения расхода как газообразных, так и жидких веществ, находящихся при давлении до 100 МПа и температуре до нескольких сотен градусов. В качестве приемников потока наиболее известны: трубки Пито и сопла Лилля, Флейша, Вентури. Достоинством приемников потока в виде трубок Пито, Лилля и Флейша является высокая линейность функции преобразования. Основным недостатком данного метода является высокое пневматическое сопротивление. Применение сопел Вентури ограничивается нелинейностью функции преобразования, влияние на показания расходомера изменения плотности среды. К достоинствам данного метода можно отнести низкое сопротивление приемника потока исследуемому воздушному потоку. Вместе с тем, изменение плотности газовой среды потока требует коррекции измерений по давлению и температуре.

Необходимо отметить, что конструкции измерителей расхода с гидравлическими сопротивлениями, либо с сужающими или напорными устройствами [6] детально разработаны и вряд ли имеют существенные резервы совершенствования. Однако возможности совершенствования вторичных преобразователей, основанных на методе переменного перепада давления, значительно шире. Основной тенденцией совершенствования систем измерения параметров воздушных потоков на основе метода переменного перепада является использование микромеханических конструкций преобразователя, разработанных по тонкопленочной и полупроводниковой технологиям с применением тензорезистивного, пьезорезистивного и емкостного принципов пневмоэлектрического преобразования. Преимуществами этих преобразователей являются: интеграция промежуточных устройств преобразования с чувствительным элементом, возможность нормализации выходного сигнала, миниатюрные габаритные размеры и масса, высокая метрологическая надежность, широкий динамический диапазон.

В качестве гидродинамических преобразователей известно применение струйных элементов с внутренней обратной связью и частотной модуляцией выходного сигнала давления [5]. Сочетание такой обработки сигнала со струйным принципом преобразования его объемной скорости позволяет расширить диапазон измерений расхода до 15 л/с при допустимом сопротивлении пневматического канала, что открывает перспективы широкого применения струйных элементов не только в расходомерии, но и в анемометрии.

К кинематическим относятся методы [7], основанные на физических эффектах, параметры которых жестко коррелированы со скоростью движения потока измеряемой среды. К наиболее часто используемым методам этой группы относятся меточные, ультразвуковые, тепловые (калориметрические), оптические и др. Недостатком методов данной группы является деформация эпюры скоростей потока в пограничном слое, что в принципе корректируется с помощью программно-алгоритмических средств.

Наиболее перспективным при измерении параметров воздушного потока, как показывает анализ отечественных [1, 2] и зарубежных публикаций [3, 4], является применение теплового метода. Это связано с бесконтактностью теплового метода, а также возможностью использования принципов инвариантности, модуляции и интеллектуализации. Развитие бесконтактного теплового метода разработки многофункциональных систем измерения параметров газовых потоков позволило существенно повысить их метрологические характеристики. Достоинством теплового метода измерения параметров воздушного потока является широкий диапазон измерения параметров газовых потоков, а также простота реализации измерительных элементов. Применение этого метода для реализации каналов системы измерения параметров газового потока в широком диапазоне требует коррекции результатов измерения по температуре и давлению. Точность теплового метода не превышает 1-2% в диапазоне измерения  $1 \cdot 10^{-2} \dots 0,5$  л/с. Это обуславливает широкое применение этого метода при медицинском исследовании системы дыхания, поскольку порог реагирования может быть доведен до  $2,5 \cdot 10^{-3}$  л/с, а сопротивление дыханию – до  $20$  Па·с·л $^{-1}$ .

В ряде прикладных задач при измерении параметров ламинарных потоков недопустимо расположение в них измерительных элементов. В этих условиях находят применение системы, работающие на основе меточных преобразователей [7, 8]. Основным ограничением данного метода является необходимость коррекции гидродинамической погрешности, обусловленной несоответствием между скоростью потока и скоростью частиц, что при измерении больших скоростей приводит к погрешности порядка 5%. В лучшем случае погрешность измерения малых скоростей с помощью меточных преобразователей не превышает 0,5%.

Широкое применение при измерении параметров газовых потоков (расходомерия) имеют акустические и оптические методы [6, 7]. Ограничение в применении акустических преобразователей в измерительных каналах обусловлено нестабильностью скорости звука, которая может достигать до 5% при вариациях климатических параметров в широких пределах. При использовании акустических преобразователей в лабораторных условиях погрешность измерения в диапазоне  $10^{-2} - 5$  м/с может быть снижена до 1%.

Сложность применения оптических методов измерения параметров газовых потоков, не смотря на их высокие метрологические характеристики, затруднено применением лазерных излучателей с высокой стабильностью параметров излучения.

Таким образом, представленный анализ современного состояния методов и средств, используемых в системах измерения параметров газовых потоков, позволяющий сделать вывод, о том, что построение измерительных каналов на основе использования отдельных физических эффектов не позволяет получить информацию о комплексе кинематических и теплофизических параметров

газового потока. Это предопределяет необходимость построения каналов системы измерения параметров газовых потоков на основе сочетания метода переменного перепада и кинематических методов, что позволяет расширить их функциональные возможности, диапазон измерения и повысить точность измерения. Примером такого построения является использование в измерительных каналах струйно-конвективных преобразователей (СКП) [9, 10]. СКП конструктивно выполнены в виде модуля (рис.2), содержащего сопло, формирующее струю, омывающую анемочувствительный элемент. Такое конструктивное исполнение не только обеспечивает надежное измерение расхода газового потока, но и существенно уменьшает зависимость результата измерения от гидродинамической погрешности, присущей в значительной мере таким преобразователям, как ультразвуковые, оптические и др.



Рис. 2 - Принципы конструктивного построения (а) и общий вид (б) модуля струйно-конвективного преобразователя: 1 – формирующее сопло; 2 – анемочувствительный элемент; 3 – электроды.

Изложенные принципы построения каналов системы измерения параметров газовых потоков были использованы при разработке системы воздушных сигналов (СВС) малоразмерных летательных аппаратов (МЛА) (рис.3), всенаправленной системы измерения параметров вектора скорости ветра (рис. 4) и бортовой системы измерения расхода газового топлива (рис.5).

При синтезе структуры варианта СВС МЛА предложено двухканальное построение измерительных каналов на основе источников информации различной физической природы [11, 12]. Первый измерительный канал реализует аэрометрический метод измерения на основе струйно-конвективных преобразователей, второй – ионно-меточный метод. Для повышения точностных характеристик СВС МЛА предложено построение измерительных каналов на основе сочетания принципов инвариантности и интеллектуализации (рис. 3), обеспечивающих структурную адаптацию к резкоизменяющимся условиям полета. Наиболее предпочтительным для структурной адаптации является использование выражения, устанавливающего связь погрешности измерительных каналов с изменением параметров возмущающих воздействий (изменение давления и температуры с высотой),

$$U_{\rho} + KU_{\dot{\rho}} \leq \left| \frac{m}{K_{\Sigma}} \varepsilon_{\Delta_i}^{\text{доп}} \right|, \quad (1)$$

где  $U_{\rho}$  – напряжение по плотности, и скорости ее изменения  $U_{\dot{\rho}}$ , определяемых соответственно барометрической высотой и скоростью ее изменения;  $K$  – коэффициент, определяющий долю скоростной составляющей в суммарном сигнале управления периодичностью автокоррекции;  $K_{\Sigma}$ ,  $m$  и  $\varepsilon_{\Delta_i}^{\text{доп}}$  – соответственно коэффициенты передачи блока идентификации и принятия решения по возмущающему воздействию, учитывающие разброс конструктивных параметров измерительных каналов, и предельно допустимое значение аддитивных погрешностей измерительных каналов.

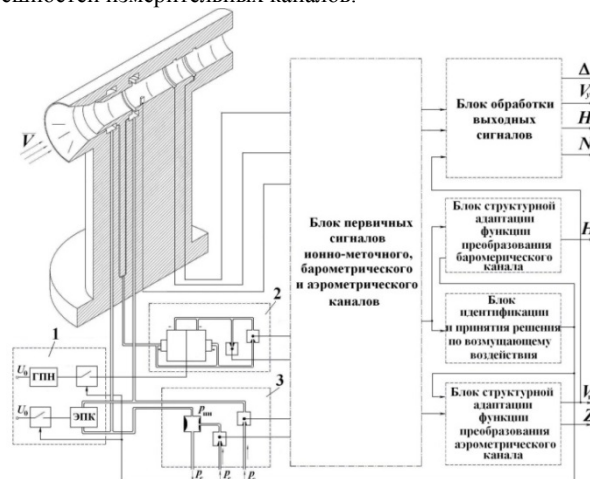


Рис. 3 - Структурная схема СВС МЛА [13]: 1 – блок формирования тестовых воздействий; 2 – пневмомодуль барометрического канала; 3 – пневмомодуль аэрометрического канала; ГПН – генератор привода нагнетателя; ЭПК – электропневмоклапан

При разработке всенаправленной системы измерения параметров вектора скорости ветра, предназначенной для определения параметров динамики атмосферы в приземном слое, предложено использовать многоканальное всенаправленное ветроприемное устройство [14], реализующее аэродинамический метод измерения (рис.4).

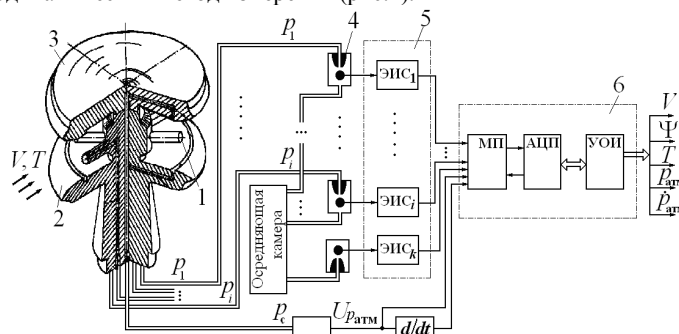


Рис. 4 - Структурная схема всенаправленной системы измерения параметров вектора скорости ветра [15]



Каждый из измерительных каналов всенаправленной системы (рис.4) построен на основе принципа структурной идентичности всех измерительных каналов 5, выполненных на основе струйно-конвективных преобразователей 4. Обработка выходных сигналов измерительных каналов в блоке 6 позволяет получить как кинематические параметры ветра – скорость  $V$  и азимут  $\Psi$ , так и температуру  $T_n$  и давление  $p_{атм}$  в приземном слое атмосферы.

При синтезе системы измерения расхода газового топлива с расширенными функциональными возможностями (рис.5) число измеряемых параметров газового потока увеличивается за счет введения в структуру канала ультразвукового преобразователя и стабилизированного источника опорного расхода  $G_{оп}$  в виде микронагнетателя МН. Это существенно повышает уровень выходного сигнала и его помехоустойчивость, особенно в диапазоне малых значений измеряемого расхода.

Выходные сигналы  $U_{вых} = f(G_m)$  и  $U_{вых} = f(G_V)$  системы измерения расхода газового топлива формируются на основе осреднения информативных сигналов по расходу, получаемых от струйно-конвективного преобразователя (1) и ультразвукового преобразователя 3, акустопара которого размещена на мерном участке трубопровода топливной аппаратуры. Кроме того, в результате обработки этих сигналов формируется сигнал в виде напряжения  $U_{вых} = f(\rho)$ , пропорционального плотности  $\rho_t$  измеряемого газового топлива.

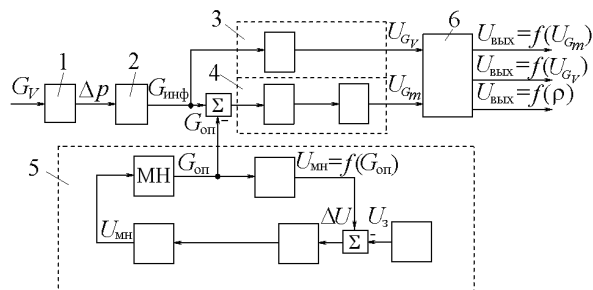


Рис. 5 - Структурная схема бортовой системы измерения расхода газового топлива [16]

Таким образом, в работе проведен сравнительный анализ современных методов измерения параметров газовых потоков, предложены варианты структурного построения различных видов систем измерения параметров газового потока, позволяющих за счет реализации в них указанных принципов построения повысить эффективность их работы, расширить диапазон измерения в сторону малых расходов (0,1 ÷ 0,3 л/с) и скоростей (3-5 м/с).

#### Литература

1. Соколов Г.А., Сягаев Н.А., Тугушев К.Р. Современное состояние измерений расхода веществ тепловыми методами [Электронный ресурс] // Электронный журнал энергосервисной компании "Экологические системы". 2005. – №2. Режим доступа <[http://esco-ecosys.narod.ru/2005\\_2/art90.htm](http://esco-ecosys.narod.ru/2005_2/art90.htm)>, свободный.
2. Покрас С.И., Покрас А.И. и др. Ультразвуковая расходометрия: как и зачем повышать точность измерений // Датчики и системы. – 2007. – №7. – С. 2-6.
3. *International conference on the metering of natural gas and liquefied hydrocarbon gases.* Glew D.A., Simpson R.J. "Meas. And Contr", 1984, 17, №7, 260-262 p.
4. *Challenging areas in flow measurement.* Kinghorn F.C. "Meas. And Contr.". – 1988, 21, №8. – p. 229-235.
5. Устройства и элементы систем автоматического регулирования и управления. Техническая кибернетика. Кн.1. Измерительные устройства, преобразующие элементы и устройства. колл. авторов. Под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1973 г. – 671 с.
6. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. – 4-е издание. – Л.: Машиностроение, Ленинград. отделение, 1989. – 420 с.
7. Ильинский В.М. Бесконтактное измерение расходов. – М.: Энергия. 1970 г. – 112 с.
8. Ганеев Ф.А., Порунов А.А., Солдаткин В.М. Ионно-меточные системы воздушных сигналов малоразмерных и сверхлегких летательных аппаратов // Материалы Всероссийской НТК «Техническое обеспечение создания и развития воздушно-транспортных средств (Экраноплан-94)». – Казань: Изд-во КАИ, 1994. – с.91-98.
9. Тюрина М.М., Порунов А.А. Струйно-конвективный преобразователь аэрометрических параметров МЛА. Классификация и применение // Материалы V Международной НПК «Современные технологии – ключевое звено в возрождении отечественного авиастроения». – Казань: Изд-во Каз. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 139-149.
10. Тюрина М.М., Порунов А.А., Козлова О.А. Функциональные модули струйно-конвективных измерителей физических величин // В сборнике научных трудов 3-й Международной научной конференции «Функциональная компонентная база микро-, опто- и наноэлектроника». – Харьков: Изд-во ХНУРЭ, 2010. – с. 251-254.
11. Порунов А.А. Тюрина М.М. Схемотехнические аспекты разработки систем воздушных сигналов летательных аппаратов на основе струйно-конвективных модулей // Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева. – 2012. – №4-2. – С. 147-153.
12. Тюрина М.М., Порунов А.А. Система измерения высотно-скоростных параметров винтокрылых и сверхлегких летательных аппаратов // Известия вузов. Авиационная техника. – 2007. – №4 – С. 53-57.
13. Система измерения высотно-скоростных параметров летательного аппарата. Патент на изобретение №2477862 (РФ): МПК G01 P5/00 / Порунов А.А., Тюрина М.М и др.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Каз. гос. техн. ун-т. – № 2011131600/28; заявл. 27.07.2011; опубл. 20.03.2013, Бюл. №8.
14. Тюрина М.М., Порунов А.А., Бердников А.В. Особенности построения все-направленной системы измерения параметров вектора скорости ветра в приземном слое атмосферы. // Фундаментальные и прикладные науки сегодня Fundamental and applied sciences today /Материалы международной НПК. 2 – 26 июля 2013.– Москва. Vol.2 Create Space 4900 La Cross Road, North Chaleston, SC, USA 29406, 2013. С.187 – 192.
15. Система измерения параметров динамики атмосферы в приземном слое. Патент на полезную модель №131505 (РФ): МПК G01W1/02 //Тюрина М.М., Порунов А.А. и др.; заявитель и патентообладатель Порунов А.А. - №2013101633/28 (002140) от 11.01.2013.; опубл. 20.08.2013 Бюл. № 23.

16. Устройство для измерения параметров газового потока. Патент на изобретение №2305288 (РФ). МПК G01 P5/14, G01 F1/44, G01 F1/684, G01 F15/04, G01 F15/06 / Тюрин М.М., Порунув А.А., Солдаткин В.М.; заявитель и патентообладатель Каз. гос. техн. ун-т. – №2005106537/28; заявл. 28.02.2005; опубл. 10.08.2006, Бюл.№24, 2007.

#### References

1. Sokolov G.A., Sjagaev N.A., Tugushev K.R. Sovremennoe sostojanie iz-merenij rashoda veshhestv teplovymi metodami [Jelektronnyj resurs] // Jelektronnyj zhurnal jenergoservisnoj kompanii "Jekologicheskie sistemy". 2005. – №2. Rezhim dostupa <[http://escosys.narod.ru/2005\\_2/art90.htm](http://escosys.narod.ru/2005_2/art90.htm)>, svobodnyj.
2. Pokras S.I., Pokras A.I. i dr. Ul'trazvukovaja rashodometrija: kak i zchem povyshat' tochnost' izmerenij // Datchiki i sistemy. – 2007. – №7. – S. 2-6.
3. *International conference on the metering of natural gas and liquefied hydrocarbon gases. Glew D.A., Simpson R.J. "Meas. And Contr"*, 1984, 17, №7, 260-262 p.
4. *Challenging areas in flow measurement. Kinghorn F.C. "Meas. And Contr."*. – 1988, 21, №8. – p. 229-235.
5. Ustrojstva i jelementy sistem avtomaticheskogo regulirovanija i upravlenija. Tehnicheskaja kibernetika. Kn.1. Izmeritel'nye ustrojstva, preobrazujushhie jelementy i ustrojstva. koll. avtorov. Pod red. V.V. Solodovnikova. – M.: Mashinostroenie, 1973 g. – 671 s.
6. Kremlevskij P.P. Rashodometry i schetchiki kolichestva. – 4-e izdanie. – L.: Mashinostroenie, Leningrad. otdelenie, 1989. – 420 s.
7. Il'inskij V.M. Beskontaktnoe izmerenie rashodov. – M.: Jenergija.1970 g. – 112 s.
8. Ganeev F.A., Porunov A.A., Soldatkin V.M. Ionno-metochnye sistemy vozdušnyh signalov malorazmernih i sverhlegkih letatel'nyh apparatov // Materialy Vserossijskoj NTK «Tehničeskoe obespečenie sozdanija i razvitija vozdušno-transportnyh sredstv (Jekranoplan-94)». – Kazan': Izd-vo KAI, 1994. – s.91-98.
9. Tjurina M.M., Porunov A.A. Strujno-konvektivnyj preobrazovatel' ajerometricheskikh parametrov MLA. Klassifikacija i primenenie // Materialy V Mezhdunarodnoj NPK «Sovremennye tehnologii – ključevoe zveno v vozroždenii otečestvennogo aviaostroenija». – Kazan': Izd-vo Kaz. gos. tehn. un-ta, 2010. – S. 139-149.
10. Tjurina M.M., Porunov A.A., Kozlova O.A. Funkcional'nye moduli strujno-konvektivnyh izmeritelej fizičeskikh veličin // V sbornike nauchnyh trudov 3-ja Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Funkcional'naja komponentnaja baza mikro-, opto- i nanojelektronika». – Har'kov: Izd-vo HNURJe, 2010. – s. 251-254.
11. Porunov A.A. Tjurina M.M. Shemotehničeskije aspekty razrabotki sistem vozdušnyh signalov letatel'nyh apparatov na osnove strujno-konvektivnyh modulej // Vestnik KGTU im. A.N.Tupoleva. – 2012. – №4-2. – S. 147-153.
12. Tjurina M.M., Porunov A.A. Sistema izmerenija vysotno-skorostnyh parametrov vintokrylyh i sverhlegkih letatel'nyh apparatov// Izvestija vuzov. Aviacionnaja tehnika. – 2007. – №4 – S. 53-57.
13. Sistema izmerenija vysotno-skorostnyh parametrov letatel'nogo apparata. Patent na izobretenie №2477862 (RF): MPK G01 R5/00 / Porunov A.A., Tjurina M.M i dr.; zajavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO Kaz. gos. tehn. un-t. – № 2011131600/28; zajavl. 27.07.2011; opubl. 20.03.2013, Bjul. №8.
14. Tjurina M.M., Porunov A.A., Berdnikov A.V. Osobennosti postroenija vse-napravlennoj sistemy izmerenija parametrov vektora skorosti vetra v prizemnom sloe atmosfery. // Fundamental'nye i prikladnye nauki segodnja Fundamental and applied sciences today /Materialy mezhdunarodnoj NPK. 2 – 26 ijulja 2013.– Moskva. Vol.2 Create Space 4900 La Cross Road, North Chaleston, SC, USA 29406, 2013. S.187 – 192.
15. Sistema izmerenija parametrov dinamiki atmosfery v prizemnom sloe. Patent na poleznuju model' №131505 (RF): MPK G01W1/02 //Tjurina M.M., Porunov A.A. i dr.; zajavitel' i patentoobladatel' Porunov A.A. – №2013101633/28 (002140) ot 11.01.2013.; opubl. 20.08.2013 Bjul. № 23.
16. Ustrojstvo dlja izmerenija parametrov gazovogo potoka. Patent na izob-retenie №2305288 (RF). MPK G01 P5/14, G01 F1/44, G01 F1/684, G01 F15/04, G01 F15/06 / Tjurina M.M., Porunov A.A., Soldatkin V.M.; zajavitel' i patentoobladatel' Kaz. gos. tehn. un-t. – №2005106537/28; zajavl. 28.02.2005; opubl. 10.08.2006, Bjul.№24, 2007.

Ульшин А. Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Аспирант, Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет

#### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ, ИЗГОТОВЛЕНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И МОНТАЖА СТАЛЬНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ

*Аннотация*

*В статье на основании анализа формулы себестоимости спроектированной, изготовленной и смонтированной стальной стержневой конструкции разрабатывается метод определения обобщенного показателя технологичности. Автором сформулировано целевое уравнение повышения обобщенного показателя технологичности: проектирования, изготовления, транспортировки и монтажа.*

**Ключевые слова:** обобщенный показатель технологичности, повышение технологичности изготовления и монтажа стальных конструкций, себестоимость изготовления и монтажа стальных стержневых конструкций.

Ulshin A. N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgraduate student, St. Petersburg architectural-construction university

#### TECHNIQUE OF DEFINITION OF THE GENERALIZED INDICATOR OF TECHNOLOGICAL EFFECTIVENESS OF DESIGNING, PRODUCTION, TRANSPORTATION AND INSTALLATION OF THE STEEL ROD STRUCTURE

*Abstract*

*In article on the basis of the analysis of the formula of the prime cost designed, made and the mounted steel rod structure the method of definition of the generalized technological effectiveness indicator is developed. The author formulated the target equation of increase of the generalized technological effectiveness indicator: designing, production, transportation and installation.*

**Keywords:** the generalized technological effectiveness indicator, increase of technological effectiveness of production and installation of steel structures, cost of production and installation of steel rod structures.

Автором статьи на основании анализа существующих методов повышения комплексной технологичности: проектирования, изготовления, транспортировки, и монтажа стальных конструкций [1-4] сформулирован новый способ повышения комплексной технологичности, используемый в организациях по изготовлению и монтажу стальных стержневых конструкций.

Учитывая найденные автором исследования возможности и механизмы оптимизации можно сформировать следующий способ повышения комплексной технологичности: *совершенствование конструктивно-технологического решения стальных стержневых конструкций путем подбора оптимального варианта геометрической формы конструкции, совершенствования отдельных частей конструкции, значений отдельных конструктивных параметров при определенной технологии изготовления и монтажа для организаций, занимающихся их изготовлением и монтажом позволяет увеличить комплексную технологичность по сравнению с проектным вариативным проектированием.*

В основе способа повышения комплексной технологичности лежит комплекс оценки технологичности.

*Комплекс оценки технологичности* – комплекс из двух обобщенных показателей: технологичности и качества, основным назначением которых является оценка затрат всех ресурсов в технологических процессах изготовления и монтажа стальных

конструкций, а также качества приобретаемого в этих процессах, используемый организацией изготавливающей и монтирующей стальные конструкции для оценки конструктивно-технологических решений и их совершенствования.

Так как данная статья касается метода определения обобщенного показателя технологичности, то далее автором будет рассматриваться именно он.

Полная функциональная зависимость обобщенного показателя технологичности: конструирования, изготовления, транспортировки и монтажа от частных показателей представлена в различных исследованиях [5-7]:

$$K = f(K_k, K_u, K_m, K_{тр})$$

Автор ставит задачи:

- 1) Определение коэффициентов пропорциональности-весомостей частных показателей технологичности.
- 2) Выявление вида связи между частными показателями технологичности и обобщенным показателем.

**Определение весомостей частных показателей технологичности:**

Формула себестоимости изготовления, транспортировки, монтажа предложена Сахновским М.М в исследовании [8]:

$$C_T = \sum (C_{mat.i} \times M_i) + (C_{ч.ч.и} + C_{н.и.})T_u + (C_{ч.ч.м} + C_{н.м.})T_m + C_{квт.-ч} \times \mathcal{E}_u + C_{квт.-ч.м} \times \mathcal{E}_m + C_{тр} + C_{э.м}, \text{ где}$$

$C_{mat.i}$  – стоимость тонны i-го вида металла, руб/т;

$M_i$  – масса i-го вида металла, т;

$\sum C_{mat.i} \times M_i$  – стоимость материала конструкции, руб;

$C_{ч.ч.и}$  – стоимость человеко-часа работы изготовителя металлоконструкций, руб/чел-час;

$C_{н.и.}$  – накладные расходы при изготовлении, условно принятые на единицу трудоемкости, руб/чел-час;

$T_u$  – трудоемкость изготовления, чел-ч;

$C_{квт.-ч}$  – стоимость энергии, расходуемой при изготовлении, руб/кВт-ч;

$\mathcal{E}_u$  – энергоемкость изготовления, кВт-ч.

$C_{ч.ч.м}$  – стоимость работы монтажника, руб/чел-ч;

$C_{н.м.}$  – накладные расходы при монтаже условно принятые на единицу трудоемкости, руб/чел-час;

$C_{э.м}$  – стоимость эксплуатации машин на монтаже, руб;

$T_m$  – трудоемкость монтажа, чел-ч;

$C_{квт.-ч.м}$  – стоимость энергии при монтаже металлоконструкций, руб/кВт-ч;

$\mathcal{E}_m$  – количество энергии, потраченной на монтаж конструкции, кВт-ч.

$C_{тр}$  – стоимость транспортировки конструкции, руб;

$M_i, T_u, T_m, \mathcal{E}_u, \mathcal{E}_m$  – переменные параметры технологичности зависящие от типа конструкции;

$C_{mat.i}, (C_{ч.ч.и} + C_{н.и.}), (C_{ч.ч.м} + C_{н.м.}), C_{квт.-ч.и}, C_{квт.-ч.м}, C_{тр}$  – условно постоянные для предприятия

изготавливающего и монтирующего стержневые конструкции коэффициенты стоимости;

Автор делает предположение о том, что условно постоянные коэффициенты представляют собой весомости соответствующие определенным показателям технологичности в составе обобщенного показателя.

Весомости частных показателей на 1 тонну веса конструкций(руб/т):

$$A = C_{mat.} \text{ (показатель конструктивной технологичности } K_k \text{)}$$

зависит от типа проката из которого сделана конструкция

$$B = C_{ч.ч.и} + C_{н.и.} \text{ (показатель технологичности изготовления } K_u \text{)}$$

зависит от завода изготовителя

$$V = C_{ч.ч.м} + C_{н.м.} \text{ (показатель технологичности монтажа } K_m \text{)}$$

зависит от типа здания и технологии монтажа

$$\Gamma = C_{тр} \text{ (показатель технологичности транспортировки } K_{тр} \text{)}$$

зависит от формы конструкций

**Выявление вида связи:**

Совместив сравнительный и долевого виды комплексных показателей из исследования Колганова И.М., Дубровского П.В., Архипова А.Н. [9] автором сформирована следующая формула определения обобщенного показателя технологичности изготовления и монтажа стальных стержневых конструкций:

$$K = \frac{K_{cp}}{K_{cp}^{\delta}} \tag{1}$$

где  $K_{cp}$  -среднее арифметическое значение отдельных показателей с учетом весомостей (комплексный индекс фактических значений показателей технологичности);

$K_{cp}^{\delta}$  -базовое среднее арифметическое значение отдельных показателей с учетом весомостей (комплексный индекс базовых значений показателей технологичности).

$$K_{cp} = \frac{A \times K_{\kappa} + B \times K_u + B \times K_m + \Gamma \times K_{mp}}{4} \quad (2)$$

где

$K_{\kappa}$  -показатель конструктивной технологичности, метод определения разработан автором в исследовании [12];

$K_u$  -показатель технологичности изготовления, метод определения разработан автором [13];

$K_m$  -показатель технологичности монтажа, метод определения разработан автором [14];

$K_{mp}$  -показатель технологичности транспортировки.

$$K_{cp}^{\delta} = \frac{A \times K_{\kappa}^{\delta} + B \times K_u^{\delta} + B \times K_m^{\delta} + \Gamma \times K_{mp}^{\delta}}{4} \quad (3)$$

где

$K_{\kappa}^{\delta}$  -показатель конструктивной технологичности, метод определения разработан автором в исследовании [12];

$K_u^{\delta}$  -показатель технологичности изготовления, метод определения разработан автором [13];

$K_m^{\delta}$  -показатель технологичности монтажа, метод определения разработан автором [14];

$K_{mp}^{\delta}$  -показатель технологичности транспортировки.

Подставив  $K_{cp}$  и  $K_{cp}^{\delta}$  в формулу (1) автор получил формулу (4)

$$K = \frac{A \times K_{\kappa} + B \times K_u + B \times K_m + \Gamma \times K_{mp}}{4} \bigg/ \frac{A \times K_{\kappa}^{\delta} + B \times K_u^{\delta} + B \times K_m^{\delta} + \Gamma \times K_{mp}^{\delta}}{4}$$

$$K = \frac{A \times K_{\kappa} + B \times K_u + B \times K_m + \Gamma \times K_{mp}}{A \times K_{\kappa}^{\delta} + B \times K_u^{\delta} + B \times K_m^{\delta} + \Gamma \times K_{mp}^{\delta}} \quad (4)$$

Примем за базовую некоторую идеальную конструкцию все показатели технологичности которой равны единице. ( $K_{\kappa}^{\delta} = 1, K_u^{\delta} = 1, K_m^{\delta} = 1, K_{mp}^{\delta} = 1$ ), тогда формула (4) будет иметь вид:

$$K = \frac{A \times K_{\kappa} + B \times K_u + B \times K_m + \Gamma \times K_{mp}}{A + B + B + \Gamma} \quad (5)$$

В случае необходимости определения показателя конструктивной технологичности в сравнительно-долевой форме формула (5) будет иметь вид:

$$K_{\delta.к.} = \frac{A \times K_{\kappa}}{A + B + B + \Gamma} \quad (6)$$

$$\alpha_n = \frac{A}{A + B + B + \Gamma} \quad (7)$$

$K_{\delta.к.}$  — сравнительно-долевой показатель конструктивной технологичности,

$\alpha_n$  — долевой коэффициент нахождения конструктивной технологичности.

В случае необходимости определения показателя технологичности изготовления в сравнительно-долевой форме формула (5) будет иметь вид:

$$K_{\delta.и.} = \frac{B \times K_u}{A + B + B + \Gamma} \quad (8)$$

$$\beta_n = \frac{B}{A + B + B + \Gamma} \quad (9)$$

$K_{\delta.и.}$  — сравнительно-долевой показатель технологичности изготовления,

$\beta_n$  — долевой коэффициент нахождения технологичности изготовления.

В случае необходимости определения показателя технологичности монтажа в сравнительно-долевой форме формула (5) будет иметь вид:

$$K_{\delta.м.} = \frac{B \times K_m}{A + B + B + \Gamma} \quad (10)$$

$$\gamma_n = \frac{B}{A + B + B + \Gamma} \quad (11)$$

$K_{\delta.м.}$  — сравнительно-долевой показатель технологичности монтажа,

$\gamma_{n..}$  — долевой коэффициент нахождения технологичности монтажа.

В случае необходимости нахождения показателя технологичности транспортировки в сравнительно-долевой форме формула (5) будет иметь вид:

$$K_{д.мп.} = \frac{E \times K_{мп}}{A + B + B + \Gamma} \quad (12)$$

$$\lambda_{n..} = \frac{E}{A + B + B + \Gamma} \quad (13)$$

$K_{д.мп.}$  — сравнительно-долевой показатель технологичности транспортировки,

$\lambda_{n..}$  — долевой коэффициент нахождения технологичности транспортировки.

#### **Формирование целевого оптимизационного уравнения и алгоритм принятия решений:**

На основании выведенных сравнительно-долевых показателей (6, 8,10,12) и анализа математических методов принятия решений, изложенных в исследованиях Орлова А.И. [10], Рыкова А.С. [11] автором сформировано следующее целевое уравнение, которое необходимо выявить среди множества уравнений обобщенных показателей технологичности для различных сравниваемых вариантов стальных стержневых конструкций.

$$K = \alpha_n \times K_k + \beta_n \times K_u + \gamma_n \times K_m + \lambda_n \times K_{мп} \rightarrow \max \quad (14)$$

Поиск уравнения (14) с максимальным значением называется задачей линейного динамического программирования.

В ходе исследования автором была разработана методика определения обобщенного показателя технологичности: конструирования, изготовления, транспортировки и монтажа стальной конструкции.

#### **Литература**

1. Алексейцев. А.В. Эволюционная оптимизация стальных ферм с учетом узловых соединений стержней // Инженерно-строительный журнал. 2013. №5 .С.28-37.
2. Исаев А.В., Кузнецов И.Л. Вариантность критериев оптимальности при синтезе рационального конструктивного решения на примере стропильных ферм // Известия КазГАСУ.2009. №1(11). С.92-98.
3. Коклюгина Л. А. Оценка и выбор конструктивного решения металлических конструкций для реализации инвестиционного проекта. Дисс... канд.техн.наук. Казань. 2000.125 с.
4. В. Т. Шаленный., Р.Б.Папирнык. Повышение технологичности проектных решений монолитных и сборно-монолитных зданий и сооружений // ПГС.2010. №2. С.19-21.
5. ВНИПИ"Промстальконструкция" Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций- изд. ВНИПИ"Промстальконструкция, 1988 г.
6. Волков В.В. Взаимосвязь конструктивной формы изделия и технологии его изготовления - М.:ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ – 1987 -27 с
7. Волков В.В. Вопросы исследования оценки технологичности в области металлостроительства , - В сб.:М., Стройиздат, 1975, вып 18
8. Сахновский М.М. Технологичность строительных сварных стальных конструкций – Киев,Будивельник – 1980 – 262 с
9. Колганов И.М., Дубровский П.В., Архипов А.Н. Технологичность авиационных конструкций, пути повышения – Ульяновск,;2003 – 148 с
10. Орлов А.И Теория принятия решений.-М.: Издательство Экзамен ,2007-576 с.
11. Рыков А.С. Системный анализ: модели и методы принятия решений и поисковой оптимизации –М: Издательский дом МИСиС, 2009-608 с.
12. Ульшин. А. Н. Определение параметров конструктивной технологичности вариативных стальных стержневых конструкций // Журнал “ПГС”. —М, 2015
13. Ульшин. А. Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость изготовления // Журнал “ПГС”. —М, 2015
14. Ульшин. А. Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость монтажа // Журнал “Монтажные и специальные работы”. —М, 2015-№1 -С.4 - 11

#### **References**

1. Alekseyjev. A.V. Jevoljucionnaja optimizacija stal'nyh ferm s uchetom uzlovyh soedinenij sterzhnej // Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2013. №5 .S.28-37.
2. Isaev A.V., Kuznecov I.L. Variantnost' kriteriev optimal'nosti pri sinteze racional'nogo konstruktivnogo reshenija na primere stropil'nyh ferm // Izvestija KazGASU.2009. №1(11). S.92-98.
3. Kokljugina L. A. Ocenka i vybor konstruktivnogo reshenija metallicheskih konstrukcij dlja realizacii investicionnogo proekta. Diss... kand.tehn.nauk. Kazan'. 2000.125 s.
4. V. T. Shalennyj., R.B.Papirnyk. Povyszenie tehnologichnosti proektnyh reshenij monolitnyh i sborno-monolitnyh zdaniy i sooruzhenij // PGS.2010. №2. S.19-21.
5. VNIPI"Promstal'konstrukcija" Rekomendacii po raschetu, proektirovaniju, izgotovleniju i montazhu flancevyh soedinenij stal'nyh stroitel'nyh konstrukcij- izd. VNIPI"Promstal'konstrukcija, 1988 g.
6. Volkov V.V. Vzaimosvjaz' konstruktivnoj formy izdelija i tehnologii ego izgotovlenija - M.:CNIIPROEKTSTAL"KONSTRUKCIJA – 1987 -27 s
7. Volkov V.V. Voprosy issledovanija ocenki tehnologichnosti v oblasti metallostroitel'stva , - V sb.:М., Strojizdat, 1975, vyp 18
8. Sahnovskij M.M. Tehnologichnost' stroitel'nyh svarnyh stal'nyh konstrukcij – Kiev,Budivel'nik – 1980 – 262 s
9. Kolganov I.M., Dubrovskij P.V., Arhipov A.N. Tehnologichnost' aviacionnyh konstrukcij, puti povyshenija – Ul'janovsk,;2003 – 148 s
10. Orlov A.I Teorija prinjatija reshenij.-M.: Izdatel'stvo Jekzamen ,2007-576 s.
11. Rykov A.S. Sistemnyj analiz: modeli i metody prinjatija reshenij i poiskovoj optimizacii –M: Izdatel'skij dom MISiS, 2009-608 s.
12. Ul'shin. A. N. Opredelenie parametrov konstruktivnoj tehnologichnosti variativnyh stal'nyh sterzhnevnyh konstrukcij // Zhurnal “PGS”. —М, 2015
13. Ul'shin. A. N. Vlijanie parametrov stal'nyh sterzhnevnyh konstrukcii na trudoemkost' izgotovlenija // Zhurnal “PGS”. —М, 2015
14. Ul'shin. A. N. Vlijanie parametrov stal'nyh sterzhnevnyh konstrukcii na trudoemkost' montazha // Zhurnal “Montazhnye i special'nye raboty”. —М, 2015-№1 -S.4 - 11

**Үмбет М.Б.**

Магистрант, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева

**РЕШЕНИЕ СИСТЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ**

*Аннотация*

*В статье рассмотрены итерационные методы решения системы. Использование этих методов позволяет получить значения корней системы с заданной точностью в виде предела последовательности некоторых векторов.*

**Ключевые слова:** решение, системы нелинейных уравнений, метод.

**Umbet M.B.**

Master, L.N. Gumilyov Eurasian National University

**SOLVING SYSTEMS OF NONLINEAR EQUATIONS USING NUMERICAL METHODS**

*Abstract*

*The article describes the iterative methods for solving systems. The use of these techniques allows to obtain values of the roots system with a given accuracy as the limit of some sequence of vectors.*

**Keywords:** solving, systems of nonlinear equations, method.

статья изъята

статья изъята

**Носенко В. А.<sup>1</sup>, Федотов Е. В.<sup>2</sup>, Даниленко М.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Доктор технических наук, <sup>2</sup>кандидат технических наук, <sup>3</sup>старший преподаватель, Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО "Волгоградский государственный технический университет"

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРШИН ЗЕРЕН ПРИ ШЛИФОВАНИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ИЗНАШИВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРКОВСКИХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ**

*Аннотация*

*В статье изложена математическая модель распределения вершин зерен на рабочей поверхности абразивного инструмента в результате их износа истиранием, скалыванием и вырыванием из связки. Процесс изнашивания вершин абразивных зерен представлен как Марковский процесс с дискретным временем состоянием, а процесс формирования рабочей поверхности абразивного инструмента, как суперпозиция таких Марковских процессов.*

**Ключевые слова:** шлифование, абразивный инструмент, абразивное зерно, изнашивание, закон распределения.

**Nosenko V.A.<sup>1</sup>, Fedotov E.V.<sup>2</sup>, Danilenko M.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Doctor of Technical Sciences, <sup>2</sup>Candidate of Technical Sciences, <sup>3</sup>Senior Tutor, Volzhsky Polytechnical Institute (branch of) State Educational Institution of Higher Professional Education "Volgograd State Technical University"

**MATHEMATICAL SIMULATION OF DISTRIBUTION OF ABRASIVE GRAINS AT GRINDING IN A RESULT OF VARIOUS TYPES OF WEAR BY USING MARKOV PROCESSES.**

*Abstract*

*In this paper the mathematical model changes the distribution of the grains on the working surface of the abrasive tool as a result of wear friction, chipping and ejection of the bunch. Wear process vertices of abrasive grains is represented as a Markov process with discrete time state, and the formation of the working surface of the abrasive tool, such as a superposition of Markov processes.*

**Keywords:** grinding, abrasive tool, work surface, model, strength, wear, abrasive grain, chipping, distribution law.

**Введение.** Основным режущим элементом при шлифовании является вершина абразивного зерна. Большое количество случайно расположенных вершин формирует рабочую поверхность абразивного инструмента. От плотности их распределения и остроты режущих кромок зависит удаления материала и качество обработанной поверхности. В результате взаимодействия с обрабатываемым материалом вершины зерен изнашиваются, некоторые зерна вырываются из связки. Это приводит к изменению распределения вершин, производительности процесса и оказывает существенное влияние на качество обработанной поверхности.

Как показано в работах Е.Н. Маслова, Г.Б. Лурье, Т.Н. Лоладзе и Г.В. Бокучавы, изнашивание абразивного инструмента происходит в результате истирания и скалывания вершин зерен, вырывания зерен из связки, адгезионно-усталостных, диффузионных и др. процессов [1–3]. Виды изнашивания оказывают различное влияние на формирование рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента, соответственно, на процесс шлифования. Изнашивание истиранием приводит к увеличению площадки износа на вершине зерна, что сопровождается ростом силы и температуры контактного взаимодействия. В результате изнашивания скалыванием образуется новая вершина с меньшим радиусом округления, соответственно сила и температура в зоне контакта снижаются. В результате вырывания зерен из связки круга уменьшается их количество на рабочей поверхности инструмента и увеличивается расстояние между вершинами. Этот факт в целом способствует снижению температуры в зоне контакта [1, 2, 21]. Большое влияние на процесс шлифования оказывают адгезионные процессы [3, 23, 26].

Учет различных видов изнашивания является чрезвычайно сложной задачей. Поэтому при разработке математических моделей рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента выделяют наиболее существенные факторы, используя методы математического, в том числе, стохастического и имитационного моделирования [4 – 22]. Многие авторы в том или ином виде рассматривают влияние времени шлифования на формирование рельефа рабочей поверхности АИ.

Из перечисленных разновидностей изнашивания необходимо отметить изнашивание скалыванием, в результате которого образуется новая вершина, скачкообразно изменяющая свое первоначальное положение. Такой характер изнашивания вызывает большие трудности при разработке математической модели рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента.

С целью учета данного фактора вводятся поправочные коэффициенты [4, 7, 11, 13, 14] или изменение положения вершины реализуется методом случайных чисел [18] и пр., что в недостаточной степени отражает реальный процесс скалывания.

Наиболее перспективным направлением совершенствования методики моделирования рельефа рабочей поверхности абразивного инструмента следует считать использование Марковских процессов. Впервые такой подход предложен в работе [26] и получил дальнейшее развитие в работах [12, 19, 24, 25, 27-29].



**Цель работы.** Математическое моделирование распределения вершин абразивных зерен при шлифовании с использованием марковских случайных процессов.

**Основные положения и принятые допущения разрабатываемой модели.** Разобьем рабочий слой круга на элементарные слои толщиной  $\Delta R(K)$ , равной износу абразивного инструмента за один  $K$ -й оборот [19, 24 – 26]. Начало первого слоя совместим с наиболее выступающими вершинами.

Разделим всю полученную совокупность слоев на 3 зоны.

Зона 1 – это зона шлифования или контактная зона, ограниченная условной наружной поверхностью абразивного инструмента и максимальной величиной шероховатости обрабатываемой поверхности. Зона 1 состоит из  $N$  слоев.

Зоной 1 зона 2 следует, ограниченная уровнем, на который может переместиться в радиальном направлении новая вершина зерна, образовавшаяся в результате скалывания при контакте с обрабатываемым материалом в зоне 1. Будем считать, что зона 2 состоит из  $M$  слоев.

Все остальные  $L$  слоев рабочей поверхности абразивного инструмента относятся к зоне 3, распределение вершин зерен в которой определяется условиями правки.

Скалывание вершины зерна, контактирующего с обрабатываемым материалом, является случайным событием. Для определения этого события введем следующие допущения.

Все разновидности изнашивания рабочей поверхности абразивного инструмента объединены в три вида: механическое истирание и скалывание вершины зерна, вырывание зерна из связки.

В общем случае вершина зерна в начальный период контакта с обрабатываемым материалом может изнашиваться истиранием. По длине дуги контакта, в зависимости от величины силы контактного взаимодействия, вершина может сколоться на некоторую величину или зерно может быть вырвано из связки. Т.е. за время контакта на одной вершине можно реализовать все три вида изнашивания. Вид изнашивания будем определять по максимальной величине радиального износа за рассматриваемый цикл. Если после изнашивания истиранием произошло скалывание вершины зерна, считаем, что за рассматриваемый цикл данное зерно изнашивается скалыванием. Если после истирания или скалывания по длине дуги контакта произошло вырывание зерна, считаем, что изнашивание произошло в результате вырывания из связки. Исходя из этого, принимаем, что каждое зерно за рассматриваемый период взаимодействия (одни оборот круга) подвергается только одному виду изнашивания. Тогда вероятности этих событий для группы зерен, вершины которых расположены в некотором  $i$ -ом слое будут составлять полную группу:

$$A + B + C = 1,$$

где  $A, B, C$  – вероятности соответственно вырывания, скалывания и истирания контактирующей с материалом вершины.

Примем, что в результате износа вершины скалыванием образуется только одна новая вершина.

Введем понятие состояния вершины. Под  $i$ -м состоянием будем понимать нахождение вершины в некотором  $i$ -м слое рабочей поверхности. Если вершина до скалывания находилась в  $i$ -м слое и после скалывания образовалась новая вершина в  $j$ -м слое, будем говорить, что вершина зерна перешла из состояния  $i$  в состояние  $j$ . Согласно принятым ранее условиям, за один оборот круга возможно не более одного изменения состояния вершины. Допускаем, что новое состояние  $j$  после скалывания зависит только от состояния  $i$  до скалывания и не зависит от прошлых состояний вершины. Количество возможных новых состояний является конечным множеством. При скалывании возможен переход только в одно из состояний этого множества.

Тогда вероятность изменения состояния можно считать переходной вероятностью  $p(i, j)$ , где первый индекс означает исходное состояние вершины до скалывания, второй – состояние после скалывания.

Значение переходной вероятности подчиняется следующим условиям:

$$\begin{cases} 0 \leq p(i, j) \leq 1 \\ \sum_{j=i}^n p(i, j) = 1 \end{cases},$$

где  $j > i$ ;  $n$  – все возможные состояния вершины после скалывания.

С учетом этих допущений можно считать, что процесс изменения состояния вершин при скалывании является марковским случайным процессом с дискретным временем и конечным числом исходов, т.е. цепью Маркова.

**Математическая модель износа вершин зерен на рабочей поверхности абразивного инструмента.** Рассмотрим плотность распределения вершин зерен  $n$  (шт/мм<sup>2</sup>) по слоям рабочей поверхности инструмента. Представим это распределение в виде вектора-строки:

$$\text{в зоне 1: } Z_1 = [n(1) \quad n(2) \quad \dots \quad n(N)];$$

$$\text{в зоне 2: } Z_2 = [n(N+1) \quad n(N+2) \quad \dots \quad n(N+M)];$$

$$\text{в зоне 3: } Z_3 = [n(N+M+1) \quad n(N+M+2) \quad \dots \quad n(N+M+L)].$$

Суммарное распределение зерен по всем трем зонам можно представить блочной матрицей в виде вектора-строки:

$$Z = [Z_1 \quad Z_2 \quad Z_3]. \quad (1)$$

При прохождении вершин через зону шлифования их контакт с обрабатываемым материалом является случайным событием. Произведение числа вершин в  $i$ -м слое на вероятность контакта определяет число вершин, контактирующих с обрабатываемым материалом.

Значения вероятностей контакта по слоям рабочей поверхности представим в виде вектора-строки размером  $N$ , равным числу слоев в зоне 1:

$$P_K = [P_K(1) \quad P_K(2) \quad \dots \quad P_K(N)].$$

Значения вероятности контакта в зависимости от режимов шлифования и глубины резания зерна можно рассчитать по модели [20].

Умножив этот вектор на диагональную единичную матрицу размера  $N \times N$ , получим диагональную матрицу вероятностей контакта:

$$P = \begin{bmatrix} P_K(1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_K(2) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & P_K(N) \end{bmatrix}.$$

Результатом произведения вектора-строки  $Z_1$  на матрицу  $P$  будет вектор-строка  $Z_K$  числа вершин, контактирующих в слоях рабочей поверхности инструмента с обрабатываемым материалом:

$$Z_K = Z_1 \cdot P = [z_K(1) z_K(2) \dots z_K(N)].$$

Вектор-строка вершин зерен, не вступающих в контакт с материалом определяется как разность:

$$Z_H = Z_1 - Z_K.$$

Аналогичным образом получим диагональные матрицы вероятностей изнашивания вершин в результате скалывания  $B$ , истирания  $C$  и вырывания из связки  $A$  для различных слоев рабочей поверхности:

$$B = \begin{bmatrix} B(1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & B(2) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & B(N) \end{bmatrix}; C = \begin{bmatrix} C(1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & C(2) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & C(N) \end{bmatrix}; A = \begin{bmatrix} A(1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & A(2) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & A(N) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Значения вероятностей определяют в зависимости от силы резания, прочности зерна и твердости круга. Их можно рассчитать по формулам, представленным в [25, 26]:

$$B(i) = P_\beta(i) \left[ 1 - \frac{P_\alpha(i) P_\beta(i)}{P_\alpha(i) + P_\beta(i)} \right]; A(i) = P_\alpha(i) \left[ 1 - \frac{P_\alpha(i) P_\beta(i)}{P_\alpha(i) + P_\beta(i)} \right]; C(i) = 1 - (A(i) + B(i)),$$

где  $P_\alpha(i)$  – вероятность того, что прочность закрепления зерна, вершина которого расположена в  $i$ -м слое, меньше силы резания, действующего на него;  $P_\beta(i)$  – вероятность разрушения зерна, вершина которого расположена в  $i$ -м слое от действия силы резания. Методика определения этих вероятностей изложена в работах [26, 27].

Произведение вектора-строки  $Z_K$  на каждую из матриц вероятностей (2) дает вектор-строку распределения вершин зерен, изнашиваемых соответственно в результате скалывания, вырывания или истирания:

$$Z_A = Z_K \cdot A = [z_A(1) z_A(2) \dots z_A(N)];$$

$$Z_B = Z_K \cdot B = [z_B(1) z_B(2) \dots z_B(N)];$$

$$Z_C = Z_K \cdot C = [z_C(1) z_C(2) \dots z_C(N)].$$

Вырываемые из связки зерна покидают рабочую поверхность. Скалываемые вершины меняют свое положение и могут оказаться в других вышерасположенных слоях. Вершины, изнашиваемые истиранием, либо остаются в рассматриваемом слое, либо переходят в вышележащий. Все комбинации изменения состояний вершин рабочей поверхности абразивного инструмента при скалывании в пределах зоны 1 и 2, представим в виде матрицы переходных вероятностей:

$$S = \begin{bmatrix} p(1,1) & \dots & p(1, N+M) \\ \vdots & p(i,j) & \vdots \\ p(N,1) & \dots & p(N, N+M) \end{bmatrix}; p(i,j) = 0 \text{ при } j \leq i,$$

где  $p(i,j)$  – переходная вероятность вершины зерна в результате скалывания из  $i$ -го слоя в  $j$ -й слой. Данная вероятность определяется по закону распределения износа вершины зерна при скалывании.

В работах [28, 29] описан метод экспериментального определения закона распределения радиального износа вершин зерен при скалывании. Установлено, что величина этого радиального износа подчиняется закону распределения Вейбулла. Параметры этого распределения зависят от глубины резания в момент скалывания [28].

Используя перечисленные выше матрицы, вектор-строку суммарного количества вершин зерен, перешедших в новое состояние (слой) в результате скалывания, можно представить в виде:

$$N_B = Z_B \cdot S = [n_B(1) n_B(2) \dots n_B(j) \dots n_B(N+M)],$$

где  $n_B(1) = 0$ . Каждый  $j$ -й элемент полученной матрицы равен числу вершин зерен, перешедших в  $j$ -е состояние из  $i$ -го, т.е. числу вершин, переместившихся в результате скалывания в  $j$ -й слой из нижележащих  $i$ -х слоев, при  $i < j$ .

Для описания перемещения вершин в результате истирания составим матрицу переходных вероятностей:

$$I = \begin{bmatrix} c(1,1) & \dots & c(1,N) \\ \vdots & c(i,j) & \vdots \\ c(N,1) & \dots & c(N,N) \end{bmatrix}; \begin{cases} c(i,j) = 1 & \text{при } i = 1, j = 2; \\ c(i,j) = 0 & \text{при } i = j = 1; i = j = N; j < i; j > i + 1. \\ c(i,j) = 1 - \frac{\Delta h_c(i)}{\Delta R} & \text{при } j = i; \\ c(i,j) = \frac{\Delta h_c(i)}{\Delta R} & \text{при } j = i + 1; \end{cases}$$

где  $c(i,j)$  – вероятность перехода вершины зерна в результате истирания из  $i$ -го слоя в  $j$ -й слой;  $\Delta h_c(i)$  – износ истиранием вершины зерна расположенного в  $i$ -м слое;  $\Delta R$  – радиальный износ круга за один оборот.

Модель износа истиранием вершины зерна представлена в работах [20, 26].

Результатом произведения вектора-строки контактирующих вершин зерен  $Z_C$  на матрицу переходных вероятностей  $I$  является распределение по слоям истираемых вершин зерен:

$$N_C = Z_C \cdot I = [n_C(1) n_C(2) \dots n_C(j) \dots n_C(N)],$$

где  $n_C(1) = 0$ . Каждый  $j$ -й элемент вектора-строки  $N_C$  является суммой вершин зерен, которые в результате износа истиранием остались в рассматриваемом  $j$ -м слое и вершин, пришедших в результате истирания в  $j$ -й слой из нижележащего  $(j-1)$ -го слоя.

Вершины зерен, вырванных из связки покидают рабочую поверхность круга. Поэтому вероятность перехода вершины в другой,  $j$ -й слой равна нулю, матрица переходных вероятностей в результате вырывания равна представляет собой нулевую матрицу:

$$V = \begin{bmatrix} v(1,1) & \cdots & v(1,N) \\ \vdots & v(i,j) & \vdots \\ v(N,1) & \cdots & v(N,N) \end{bmatrix}; \text{ где } v(i; j) = 0 \text{ при любых } i, j,$$

где  $v(i; j)$  – переходная вероятность в результате вырывания из связки.

Вектор-строка распределения вершин по слоям в зоне 1, с учетом различных видов изнашивания, без учета перемещения вершин в результате скальвания:

$$Z_{1i} = Z_H + N_C.$$

Формируя из полученного результата и вектора-строки  $Z_2$  блочный вектор-строку и складывая ее с вектором-строкой  $N_B$ , получим в результате вектор-строку новых состояний вершин зерен в зонах 1 и 2 с учетом всех трех видов изнашивания:

$$Z_W = [Z_{1i} \ Z_2] + N_B$$

Общее распределение зерен по глубине рабочей поверхности после их изнашивания можно представить в виде блочного вектора-строки:

$$Z_S = [Z_W \ Z_3] = \left[ n_S(1) \ \cdots \ n_S(j) \ \cdots \ n_S(N+M) \ \cdots \ n_S(N+M+L) \right], \quad (3)$$

где элементы  $n_S(j)$  полученной матрицы равны числу вершин зерен в  $i$ -м слое после истирания, скальвания и вырывания.

Формирование структуры рабочей поверхности абразивного инструмента за один оборот круга можно представить в виде двух одновременно протекающих процессов: изменение распределения вершин зерен в результате различных видов изнашивания и перемещение всех вершин к периферии на величину износа круга за один оборот, т.е. на величину одного слоя. Первым этапом будем считать изменение распределения вершин зерен в результате различных видов изнашивания, вторым – скачкообразный переход всех вершин зерен на величину радиального износа за один оборот круга. Полученное в формуле (3) распределение является результатом изменения числа вершин зерен за один оборот круга на первом этапе.

Для описания перемещения вершин на втором этапе введем матрицу перехода  $D$ :

$$D = \begin{bmatrix} d(1,1) & \cdots & d(1, N+M+L) \\ \vdots & d(i,j) & \vdots \\ d(N,1) & \cdots & d(N, N+M+L) \end{bmatrix}; \begin{cases} d(i, j) = 1 \text{ при } j = i - 1 \\ d(i, j) = 0 \text{ в остальных случаях,} \end{cases} \quad (4)$$

где  $d(i; j)$  – вероятность перехода вершин из слоя  $i$  в слой  $j=i-1$  на условном втором этапе изменения распределения за один оборот.

Результат перемещений вершин зерен на втором этапе получим, выполнив умножение вектора (3) на матрицу перехода (4):

$$Z = Z_S \cdot D.$$

Это окончательное распределение вершин зерен после одного оборота круга. Для вычислений на следующем обороте данный вектор-строку необходимо снова представить в виде (1) и повторить вычисления.

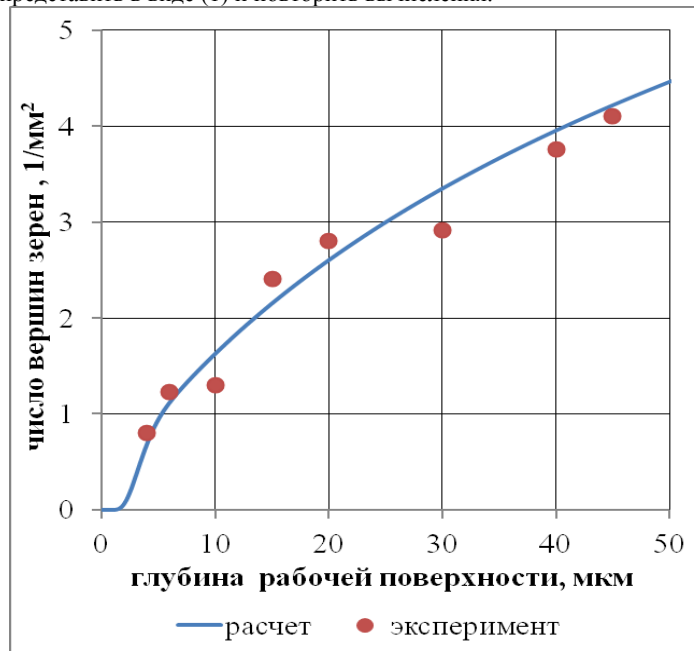


Рис. 1 – Распределение вершин зерен на рабочей поверхности круга при шлифовании стали 45

Проверка адекватности разработанной модели выполнена для условий плоского шлифования стали 45 HRC 52, кругом 1 200x20x76 25A F60 L 6 В на режиме:  $t = 0,005$  мм/ход;  $v = 28$  м/с;  $v_s = 9$  м/мин. За период шлифования круг сделал 3000 оборотов. На рис. 1 представлены результаты расчета накопленной суммы числа вершин зерен по глубине рабочей поверхности и экспериментальные данные, полученные измерением на профилографе-профилометре «Сейтроник ПШ8-3». Установлено, что максимальное отклонение теоретического распределения от экспериментального не превышает 15%.

**Выводы.** На основе использования Марковских случайных процессов разработана математическая модель распределения вершин зерен на рабочей поверхности абразивного инструмента, учитывающая изнашивание вершин зерен в результате скальвания и истирания, вырывание зерен из связки круга.

Анализ результатов, полученных при шлифовании стали 45 кругом из электрокорунда белого на бакелитовой связке, показал удовлетворительную сходимость теоретических и экспериментальных данных.

## Литература

1. Маслов, Е.Н. Теория шлифования металлов. М.: Машиностроение. – 1974.– 320 с.
2. Лурье, Г.Б. Шлифование металлов. М.: Машиностроение. – 1969. –172 с.
3. Лоладзе, Т.П. Износ алмазов и алмазных кругов. /Лоладзе Т.П, Бокучава Г.В – М.: Машиностроение. – 1967. – 111 с.
4. Bigerelle, M. Multiscale functional analysis of wear – a fractal models of the grinding process. /Bigerelle M., Najjar D., Iost A. //Wear 258 (1–4). – 2005. – pp. 232–239.
5. Chen, X. Life cycle model of the grinding process. /Chen X., Allanson D.R., Rowe W.B. // Computers in Industry Vol. 36, 1998. – pp. 5–11.
6. Doman, D.A. et al. A survey of recent grinding wheel topography models / International Journal of Machine Tools & Manufacture 46. – 2006. – pp. 343–352.
7. Hou, Z.B. On the mechanics of the grinding process. Part I. Stochastic nature of the grinding process / Hou Z.B., Komanduri R. // International Journal of Machine Tools and Manufacture 43 (15). – 2003. – pp. 1579–1593.
8. Nadolny, K. Application of computer modeling and simulation for designing of grinding wheels with zone-diversified structure. / Nadolny K. Plichta, J. Bałasz, B. //Management and Production Engineering Review 01. – 2010; 1(4). – pp. 38–45.
9. Nguyen, T. A. Simulation of precision grinding process, part 1: generation of the grinding wheel surface. / Nguyen, T. A., Butler, D. L. // International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 45, 2005. – pp. 1321–1328.
10. Shangping, L. Study of the ground workpiece surface topography in high-speed precision grinding using a scanning tunneling microscopy. /Shangping L., Jie L., Li L., Shousheng C., Wengui S., Huiqin P. //Journal of Materials Processing Technology 139. – 2003. – pp. 263–266.
11. Torrance, A. A. Modelling abrasive wear. Wear, Vol. 258, 2005. –pp. 281–293.
12. Белкин, Е.А. Стохастическая модель процесса абразивной обработки // Справочник. Инженерный журнал. – 2004. – №3. С. 20–25.
13. Грабченко, А.И. 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов и процессов шлифования: Учеб. пособие / А.И. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.А. Федорович. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2006. – 364 с.
14. Широков, А. В. Имитационное моделирование формообразования шлифованной поверхности / А.В. Широков, А.П. Осипов. – Самара: СамНЦ РАН. – 2011. – Т.13. – №4(3). – с. 905–909.
15. Козлов, Д.В., Игнатъев А.А. Динамическая модель процесса врезного шлифования с учетом износа шлифовального круга. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2011. Т. 3. № 2 (58). С. 63–66.
16. Никифоров, И.П., Иванов Е.Н. Модель оптимизации периода стойкости шлифовального круга. // Труды Псковского политехнического института. – Псков: Изд-во ППИ, 2010. – № 13. – 296 с.
17. Дьяконов, А.А. Имитационное моделирование процессов шлифования на основе применения высокопроизводительных кластеров и технологий параллельных вычислительных процессов / А.А. Дьяконов, Д.В. Ардашев, А.В. Лепихов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 2/2(286) – С. 29–34.
18. Гисметулин, А.Р. Моделирование формообразования шероховатости поверхности на операции плоского шлифования / Гисметулин А.Р., Сидоренко О.М. – Самара: СамНЦ РАН. – 2012. Т. 14. № 4-3. С. 850–855.
19. Носенко, В.А. Математическая модель формирования рабочей поверхности круга при шлифовании / Носенко В.А., Федотов Е.В., Даниленко М.В. // Инструмент и технологии. - 2010. - № 30-31. - С. 151-154.
20. Новоселов, Ю.К. Динамика формообразования поверхностей при абразивной обработке. – Севастополь: Изд-во Сев.НТУ, 2012. – 304 с.
21. Королев, А.В. Исследование процессов образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке. – Саратов: Изд-во сарат. ун-та. – 1975. –192с.
22. Корчак С.Н. Производительность процесса шлифования стальных деталей. – М.: Машиностроение. – 1976. – 280с.
23. Саютин, Г.И. Шлифование деталей из сплавов на основе титана: монография / Г.И. Саютин, В.А. Носенко. - М.: Машиностроение, 1987. - 80 с.
24. Носенко, В.А. Вероятностная модель распределения вершин зёрен на рабочей поверхности шлифовального круга / Носенко В.А., Федотов Е.В., Савин А.И. // СТИН. - 2007. - №7. - С. 12-18.
25. Носенко, В.А., Теоретико-вероятностная модель формирования рабочей поверхности абразивного инструмента при шлифовании / Носенко В.А., Федотов Е.В. //Инструмент и технологии. 2003. № 15–16. С. 58.
26. Носенко, В.А. Шлифование адгезионно-активных металлов: монография / В.А. Носенко. – М.: Машиностроение, 2000. – 262 с.
27. Носенко, В.А. Вероятности разнovidностей изнашивания зёрен абразивного инструмента при шлифовании / Носенко В.А., Федотов Е.В., Носенко С.В., Даниленко М.В. // Проблемы машиностроения и надёжности машин. - 2009. - № 3. - С. 63-71.
28. Носенко, В.А. Определение износа шлифовальных зёрен скалыванием и закона его распределения / Носенко В.А., Федотов Е.В., Даниленко М.В. // Трение и смазка в машинах и механизмах. - 2008. - № 8. - С. 43-48.
29. Патент №2375693 РФ. Способ определения эксплуатационной характеристики единичных абразивных зёрен / В. А. Носенко, Е. В. Федотов, М. В. Даниленко, С. В. Носенко. 2008129990/28, заяв. 21.07.2008, опубл. 10.12.2009.

## References

1. Maslov E.N. Teorija shlifovaniya metallov. – М.: Mashinostroenie, 1974. 320 p.
2. Lur'e G.B. Shlifovanie metallov. – М.: Mashinostroenie, 1969. 172 p.
3. Loladze T.P., Bokuchava G.V. Iznos almazov i almaznyh krugov. – М.: Mashinostroenie, 1967. 111 p.
4. Bigerelle, M., Najjar D., Iost A. Multiscale functional analysis of wear – a fractal models of the grinding process. //Wear 258 (1–4). – 2005. – pp. 232–239.
5. Chen, X., Allanson D.R., Rowe W.B. Life cycle model of the grinding process. // Computers in Industry Vol. 36, 1998. – pp. 5–11.
6. Doman, D.A. et al. A survey of recent grinding wheel topography models / International Journal of Machine Tools & Manufacture 46. – 2006. – pp. 343–352.
7. Hou, Z.B. On the mechanics of the grinding process. Part I. Stochastic nature of the grinding process / Hou Z.B., Komanduri R. // International Journal of Machine Tools and Manufacture 43 (15). – 2003. – pp. 1579–1593.
8. Nadolny, K. Application of computer modeling and simulation for designing of grinding wheels with zone-diversified structure. / Nadolny K. Plichta, J. Bałasz, B. //Management and Production Engineering Review 01. – 2010; 1(4). – pp. 38–45.
9. Nguyen, T. A. Simulation of precision grinding process, part 1: generation of the grinding wheel surface. / Nguyen, T. A., Butler, D. L. // International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 45, 2005. – pp. 1321–1328.
10. Shangping, L., Jie L., Li L., Shousheng C., Wengui S., Huiqin P. Study of the ground workpiece surface topography in high-speed precision grinding using a scanning tunneling microscopy. //Journal of Materials Processing Technology 139. – 2003. – pp. 263–266.
11. Torrance, A. A. Modelling abrasive wear. Wear, Vol. 258, 2005. –pp. 281–293.
12. Belkin E.A. Stokhasticheskaya model' protsessa abrazivnoy obrabotki // Spravochnik. Inzhenernyy zhurnal, 2004. no. 3, pp. 20 – 25.

13. Grabchenko A.I., Dobroskok V.P., Fedorovich V.A. 3D modelirovanie almazno-abrazivnykh instrumentov i protsessov shlifovaniya. // Ucheb. posobie. Khar'kov: NTU "KhPI", 2006. 364 p.
14. Shirokov A.V., Osipov A.P. Imitatsionnoe modelirovanie formoobrazovaniya shlifovannoy poverkhnosti. // Samara: SamNTs RAN, 2011, T.13, no. 4(3), pp. 905 – 909.
15. Kozlov D.V., Ignat'ev A.A. Dinamicheskaya model' protsessa vreznogo shlifovaniya s uchedom iznosa shlifoval'nogo kruga. // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2011, T. 3, no. 2 (58), pp. 63 – 66.
16. Nikiforov I. P., Ivanov E. N. Model' optimizatsii perioda stoykosti shlifoval'nogo kruga. // Trudy Pskovskogo politekhnicheskogo instituta. Pskov: Izd-vo PPI, 2010, no. 13, 296 p.
17. D'jakonov, A.A., D.V. Ardashev, A.V. Lepihov Imitacionnoe modelirovanie processov shlifovaniya na osnove primeneniya vysokoproizvoditel'nykh klasterov i tekhnologiy parallel'nykh vychislitel'nykh processov. // Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii, 2011, no. 2/2 (286), pp. 29 – 34.
18. Gismetulin A.R., Sidorenko O.M. Modelirovanie formoobrazovaniya sherokhovatosti poverkhnosti na operatsii ploskogo shlifovaniya. // Samara: SamNTs RAN, 2012, T. 14, no. 4 – 3, pp. 850 – 855.
19. Nosenko V.A., Fedotov E.V., Danilenko M.V. Matematicheskaya model' formirovaniya rabochey poverkhnosti kruga pri shlifovanii. // Instrument i tekhnologii, 2010, no. 30 – 31, pp. 151 – 154.
20. Novoselov, Yu. K. Dinamika formoobrazovaniya poverkhnostey pri abrazivnoy obrabotke. – Sevastopol': Izd-vo Sev.NTU, 2012. 304 p.
21. Korolev, A.V. Issledovanie processov obrazovaniya poverkhnostey instrumenta i detali pri abrazivnoy obrabotke. – Saratov: Izd-vo sarat. un-ta, 1975, 192 p.
22. Korchak S.N. Proizvoditel'nost' processa shlifovaniya stal'nykh detalej. – M.: Mashinostroenie, 1976, 280 p.
23. Sajutin, G.I., V.A. Nosenko Shlifovanie detalej iz splavov na osnove titana. – M.: Mashinostroenie, 1987, 80 p.
24. Nosenko, V.A., Fedotov E.V., Savin A.I. Veroyatnostnaya model' raspredeleniya vershin zeren na rabochey poverkhnosti shlifoval'nogo kruga. // STIN, 2007, no.7, pp. 12-18.
25. Nosenko V.A., Fedotov E.V. Teoretiko-veroyatnostnaya model' formirovaniya rabochey poverkhnosti abrazivnogo instrumenta pri shlifovanii. // Instrument i tekhnologii, 2003, no. 15–16, p. 58.
26. Nosenko V.A. Shlifovanie adgezionno-aktivnykh metallov. – M.: Mashinostroenie, 2000, 262 p.
27. Nosenko V.A., Fedotov E.V., Nosenko S.V., Danilenko M.V. Probabilities of abrasive tool grain wearing during grinding. // Journal of Machinery Manufacture and Reliability, 2009, T. 38. no. 3, pp. 270–276. (in Russ.)
28. Nosenko V.A., Fedotov E.V., Danilenko M.V. Opredelenie iznosa shlifoval'nykh zeren skalyvaniem i zakona ego raspredeleniya. // Trenie i smazka v mashinakh i mekhanizmach, 2008, no. 8, pp. 43 – 48.
29. Nosenko V.A., Fedotov E.V., Danilenko M.V., Nosenko S.V. Sposob opredeleniya ekspluatatsionnoy kharakteristiki edinichnykh abrazivnykh. Pat. 2375693 Ros. Federatsiya: MPK G 01 N 3/56, no. 2008129990/28, 2009, 7 p.

**Хадеев Р.Г**

Кандидат технических наук. Гос НИИИ ВМ МО РФ.

**ТРАНСМИССИЯ ДЛЯ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ**

**Аннотация**

*В статье предложена схема гибридного привода для транспортного средства с автоматическим изменением передаточного отношения и крутящего момента посредством включения в трансмиссию планетарного дифференциала с постоянным включением шестерен.*

**Ключевые слова:** Гибридный привод, планетарный дифференциал, электрическая машина двойного вращения, крутящий момент.

**Khadeev R. G.**

Candidate of Technical Sciences. Research and Test Institute of Military, Medicine Russian Ministry of Defense

**TRANSMISSION FOR HYBRID VEHICLE**

**Abstract**

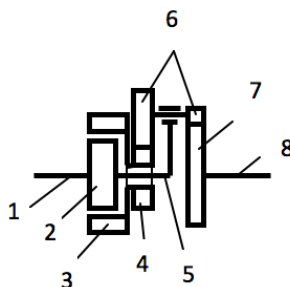
*The hybrid drive for transport vehicle with automatic change in gear ratio and torque moment with the help planetary gears with permanent mesh of gear wheels is suggested.*

**Keywords:** hybrid drive, planetary differential, double acting electrical machine, torque moment.

В статье предложена схема трансмиссии для гибридного транспортного средства. Устройство несложное, надёжное, нет слабых звеньев, нет переключений шестерён с отключением мощности двигателя от ведомого вала. Управление мощностью передаваемой от двигателя плавное, в широком диапазоне. Главное преимущество – простота и возможность использования наиболее экономичного режима на любом этапе работы.

1

Состоит трансмиссия из трёх элементов, содержащих дифференциальный механизм. Основным устройством является дифференциал, соединяющий двигатель и генератор с последующими элементами трансмиссии. На схеме на Рис.1 показано включение дифференциала и генератора.



1. Вал двигателя. 2. Ротор генератора. 3. Обмотка «статора» генератора.  
4. Центральная шестерня дифференциала. 5. Водило. 6. Сателлиты.  
7. Вторая центральная шестерня. 8. Ведомый вал.

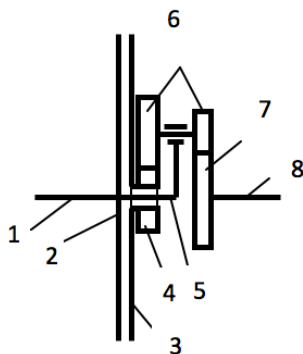
Рис.1

Вал двигателя 1 вращает ротор генератора 2 и водило 5 дифференциала. На водиле свободно установлены, но соединены между собой сателлиты 6, которые обкатываются по центральным колёсам 4 и 7. «Статор» 3, находящийся на общей оси с ротором,

соединенный с центральным зубчатым колесом 4. Ротор и статор генератора – являются электрической машиной «двойного вращения». Центральное колесо 7 соединено с ведомым валом 8.

При вращении вала привода 1 от двигателя, вращается ротор генератора 2 и водило 5. Если есть нагрузка на ведомом валу 8, при определённом соотношении зубчатых пар дифференциала, ведомый вал будет вращаться в ту же сторону, что и вал двигателя 1 и водило 5. Тогда центральное зубчатое колесо 4 и статор генератора 3 будут стремиться вращаться в обратную сторону. При наличии в цепи генератора электрической нагрузки, водило будет увлекаться за ротором генератора, так как это происходит в электроиндукционной муфте, с силой пропорциональной этой токовой нагрузке, и будет частично блокировать дифференциал, что приведёт к его вращению вокруг своей оси за ротором генератора, замедлению скорости качения сателлитов по центральным колёсам, увеличению скорости вращения ведомого вала и к уменьшению величины крутящего момента. Сила сопротивления ведомого вала будет увеличивать скольжение между ротором и статором и торможению ведомого вала. Но при торможении ведомого вала увеличится качение сателлитов по центральным шестерням дифференциала, на ведомом валу увеличится крутящий момент, до величины, которая определяется соотношением размеров шестерён и сателлитов. При равновесии сил устанавливается вращение со скоростью соответствующей потребной величине крутящего момента. При увеличении или уменьшении мощности двигателя увеличится или уменьшится установившаяся величина скорости и крутящего момента на ведомом валу. При увеличении или уменьшении потребной для движения мощности, соответственно уменьшается или увеличивается скорость и увеличивается или уменьшается крутящий момент на ведомом валу. Если бы скольжения между ротором и статором не было, обороты вала двигателя и вала ведомого были бы одинаковыми, передаточное отношение трансмиссии было бы равно единице, а крутящий момент был бы равен крутящему моменту двигателя. Если на ведомом валу максимальная нагрузка – скорость минимальна, при этом крутящий момент максимальный, определяемый соотношением размеров шестерён дифференциала. Также соотношением размеров шестерён дифференциальной пары, соединенной со статором можно задать оптимальную величину крутящего момента для привода генератора.

У современного транспортного средства крутящий момент на приводном валу обеспечивается коробкой скоростей и на нижней передаче превышает крутящий момент на высшей передаче примерно в четыре, пять раз. Это соотношение обеспечивает разгон и движение автомобиля во всём диапазоне скоростей. Наиболее тяжелым по крутящему моменту является первая часть разгона от момента старта. Первая передача существует, чтобы, по возможности, максимально увеличить крутящий момент, главным образом для осуществления старта. В дальнейшем этот режим с максимально возможным крутящим моментом почти не применяется. Упростить устройство коробки скоростей, можно изменив устройство механизма сцепления. Фрикционную муфту можно включить в плечо блокирования планетарного дифференциала так, как это было предложено в предыдущей схеме. Схема механизма сцепления показана на Рис.2.



1.Вал привода от коробки скоростей. 2.Диск силовой муфты скольжения. 3. Ответный диск муфты. 4. Центральная шестерня дифференциала. 5. Водило. 6. Сателлиты. 7. Вторая центральная шестерня. 8. Ведомый вал.

Рис.2

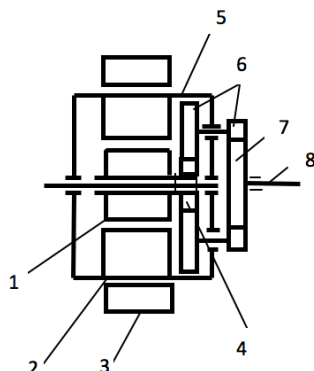
Вал двигателя 1 вращает диск фрикционной, либо какой-либо иной силовой муфты скольжения 2 и водило 5 дифференциала. На водиле свободно установлены, но соединены между собой сателлиты 6, которые обкатываются по центральным колёсам 4 и 7. Ответный диск муфты 3, соединен с центральным зубчатым колесом 4. Центральное колесо 7 соединено с ведомым валом 8. При вращении вала привода 1 вращается диск муфты 2 и водило 5. Если есть нагрузка на ведомом валу 8, ведомый вал будет вращаться в ту же сторону, что и вал двигателя 1 и водило 5. Тогда центральное зубчатое колесо 4 и ответный диск силовой муфты скольжения 3 будут блокировать дифференциал, уменьшая передаточное отношение механизма. Пока происходит проскальзывание в муфте, на ведомом валу увеличится крутящий момент, так как часть энергии двигателя пойдет не через муфту, а через зубчатые пары дифференциала. При этом крутящий момент будет зависеть от выбранных параметров зубчатых пар. Муфта в данном случае будет только блокировать дифференциал. При полном блокировании на ведомом валу крутящий момент будет как на валу привода механизма. Удобным, вероятно, будет принять увеличение крутящего момента равным двум. Тогда при старте автомобиля на первой передаче крутящий момент возрастёт в восемь – десять раз, в чем нет необходимости и можно уменьшить максимальное передаточное отношение в механизме «генератор-дифференциал». Такой механизм сцепления можно применить и не в гибридных транспортных средствах. При этом в первой передаче не будет необходимости, а освободившийся диапазон изменения передаточного отношения трансмиссии можно перенести в сторону больших величин. Старт и разгон будут происходить более плавно и не столь напряженно, для механизма сцепления, как обычно, так как он нагружен только той составляющей мощности, которая включена в управляющее плечо дифференциала. В таком механизме сцепления будет происходить не только увеличение крутящего момента, но и увеличение передаточного отношения. Это облегчит и работу механизма сцепления и двигателя на этапе старта.

Гибридный автомобиль может включать приводные электромоторы, соединенные непосредственно со свободными колёсами.

Существует проблема согласования оборотов электромотора, которые для оптимальных режимов работы часто близки к постоянным, с изменяющимися в широких пределах, от нуля до величин соответствующих максимальной скорости движения, оборотами колеса. Кроме того сложно применить экономически выгодные типы электродвигатели, так как у экономичного, асинхронного электродвигателя низкий пусковой крутящий момент, а у наиболее экономичного – синхронного, пусковой момент отсутствует совсем. Но если включить в устройство электродвигателя дифференциал так, как показано на схеме, обороты его ротора от самого пуска будут близки к оптимальным, а на его валу будут изменяться в широких пределах. Это будет происходить без потери мощности и без пиковых токовых нагрузок, при оптимальном режиме работы. Главное преимущество такого электродвигателя – многократное увеличение крутящего момента на его валу при больших нагрузках, на малых скоростях вращения вала электродвигателя. Ни один управляющий пуском прибор не увеличивает его крутящий момент, а при прямом пуске, при увеличении тока в восемь – десять раз, его крутящий момент увеличивается только в 1,4 раза. При этом греются обмотки, разрушаются подшипники. На схеме на Рис.3 показано устройство электромотора с дифференциальным механизмом,



обеспечивающим на валу многократное увеличение крутящего момента при увеличении нагрузки. Его тип может быть любым, в том числе и синхронным. При этом на валу крутящий момент при большой нагрузке будет многократно увеличиваться, обороты вала будут пропорционально уменьшаться, а на роторе электродвигателя крутящий момент останется оптимальным для данной конструкции при его работе на оптимальных оборотах. Получается, что в каждом электромоторе как бы имеется бесступенчатая, автоматическая коробка скоростей.



1. Обмотка внутреннего ротора.
2. Обмотка ротора электродвигателя
3. Обмотка статора
4. Центральное колесо.
5. Водило.
6. Сателлиты.
7. Второе центральное колесо.
8. Ведомый вал.

Рис.3

Внутри ротора 2 электродвигателя на общей оси установлен внутренний ротор 1, который индуктивно связан с ротором 2 и образует с ним электроиндукционную муфту, а также внутренний ротор 1 соединен с центральным колесом дифференциала 4. Ротор электродвигателя 2 установлен на водиле 5, на котором свободно установлены, но соединены между собой пары сателлитов 6, обращающиеся по центральным колёсам 4 и 7. Центральное колесо 7 соединено с ведомым валом 8.

Ротор электродвигателя 2, при взаимодействии с обмотками статора 3 вращается на установившихся оптимальных оборотах и вращает водило 5 дифференциала. Центральные колёса 4 и 7 при вращении водила должны вращаться в разные стороны: Колесо 7 в ту же сторону, что и ротор с водилом, а колесо 4 в обратную. Но колесо 4 соединено с внутренним ротором 1, который электроиндукционной силой увлекается за ротором 2, и частично блокирует дифференциал, уменьшая его передаточное отношение. При увеличении силы сопротивления на ведомом валу, центральное колесо 7 тормозится больше, скольжение между роторами увеличивается передаточное отношение увеличивается, сателлиты быстрее катятся вокруг центральных колёс и вращение центрального колеса 7 замедляется, а крутящий момент на ведомом валу увеличивается. Внутренний ротор может при достаточно большой тормозящей нагрузке на ведомом валу замедлить вращение до остановки относительно корпуса и даже вращаться в обратную сторону. При этом на ведомом валу будет максимальный крутящий момент. При уменьшении потребного крутящего момента на ведомом валу, его обороты увеличиваются, скольжение между роторами уменьшается, скорость вращения ведомого вала растёт, а крутящий момент на нём, соответственно падает. При старте автотранспортного средства обороты колеса, и связанного с ним вала электродвигателя равны нулю, но при этом не будет «короткого замыкания», как это происходит при эксплуатации электродвигателей. Не будет пиковых токовых нагрузок и потерь энергии. Ротор электродвигателя будет вращаться, а внутренний ротор будет вращаться в обратную сторону, создавая на валу электродвигателя максимально возможный крутящий момент для данных передаточных чисел дифференциала. Передаточные числа зубчатых пар дифференциала следует выбрать так, чтобы при равновесии сил, крутящий момент на ведомом валу был значительно выше, чем на внутреннем роторе. Схемы с дифференциалом такого типа, так называемым «механизмом Давида» выбраны в качестве примера. В принципе можно построить трансмиссию с любой зубчатой, либо какой-либо иной передачей.

Беляков В. Н.<sup>1</sup>, Никуленков О. В.<sup>2</sup>, Плужников А. А.<sup>3</sup>, Швецов И. В.<sup>4</sup>, Швецова О.И.<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Кандидат технических наук, доцент, <sup>3</sup>Аспирант, <sup>4</sup>Доктор технических наук, профессор, <sup>5</sup>Студентка, Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

#### ФОРМИРОВАНИЕ ГАЗОВ В ЗОНЕ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

*Аннотация*

Методы контроля в сочетании с электронными измерительными приборами позволяют решить обширный круг задач по определению состава и свойств газовой среды. Способ бесконтактного определения температуры показывает, что в качестве информационной среды используют газы, измерение концентрации которых позволяет определить температуру газовой среды.

**Ключевые слова:** устройство, газозвдушная среда, температура

Belyakov V.N.<sup>1</sup>, Nikulenkov O.V.<sup>2</sup>, Pluzhnikov A.A.<sup>3</sup>, Shvetsov I.V.<sup>4</sup>, Shvetsova O.I.<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Candidate of technical Sciences, associate Professor, <sup>3</sup>Graduate student, <sup>4</sup>Doctor of technical Sciences, Professor, <sup>5</sup>Student Yaroslavl-the-Wise Novgorod State University

#### THE FORMATION OF GASES IN THE PROCESSING OF METALS

*Abstract*

Quality monitoring in a combination to electronic measuring devices allows to solve an extensive circle of problems by definition of structure and properties of the gas environment. The way of contactless definition of temperature shows that as the information environment use the gases which measurement of concentration allows to define temperature of the air-gas environment.

**Keywords:** the device, air-gas environment, temperature

Подход к изучению физических явлений, сопровождающих процесс резания при внешнем воздействии, отличается от подхода при изучении деформирования твердого тела, высокоскоростного сжатия материала и последеформационных процессов высокоскоростного нагружения, при которых происходят релаксационные процессы. Недостаточно исследованы процессы распада пересыщенных твердых растворов, упорядочение и разупорядочение сплавов, диффузия, самодиффузия и массоперенос вещества, исследования по выбору и рекристаллизации деформируемых макро - и микрообъектов металла.

Из всех газообразующих элементов, определяемых как «газы в металлах», особое место занимают азот, водород, кислород и углерод [1]. Причем первые три, находящиеся в сталях и чугунах в состоянии поставки практически не оказывают влияния на формирование газозвдушной среды в области резания в связи с их малой концентрацией. Например, в стали 45 концентрация кислорода составляет около 0,1 мг/м<sup>3</sup>, азота - 0,2 мг/м<sup>3</sup>, водорода - 0,006 мг/м<sup>3</sup>. Регистрируемая концентрация при проведении газового анализа оксидов серы, углерода и азота на расстоянии 5...20 мм от зоны резания составляет 0,2...10 мг/м<sup>3</sup> и более, что значительно превышает количество вышеуказанных газов, находящихся в обрабатываемом изделии. Исходя из этого, результатом

формирования различных газов в области резания является химическое взаимодействие углерода и серы металла с атмосферным воздухом, состоящим в среднем из 78% азота, 20,9% кислорода и 1% водорода, а также атмосферного азота с кислородом.

Создаваемый фон в атмосфере воздуха образованными летучими соединениями, которые представлены в таблице, может, как превышать ПДК, так и быть значительно меньше. Образованные в зоне обработки летучие соединения увеличивают фон не только у станка, но и в помещениях механических участков, превышающие предельно-допустимые концентрации [2].

Таблица 1 – Содержание предельно – допустимых концентраций (ПДК)

Наименование газа	ПДК <sub>ср</sub> (среднесуточная), мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>м.р.</sub> (max разовая), мг/м <sup>3</sup>
1	2	3
NO	0,03	0,6
NO <sub>2</sub>	0,04	0,085
SO <sub>2</sub>	0,05	0,5
CO	0,05%	0,05%
CO <sub>2</sub>	3,0	5,0

Наиболее интенсивным является процесс миграции примесей в начальный момент формирования стружки, т.е. момента контакта ее с поверхностью режущего инструмента, когда вокруг пятна контакта температура наибольшая. Особое внимание при исследовании миграционных процессов уделяется углероду (меньше сере), содержащемуся в сталях и чугунах, и участвующего в формировании газообразных соединений в зоне обработки при резании, взаимодействуя с атмосферным кислородом путем физической адсорбации и образуя стойкие летучие соединения.

Обособленное рассмотрение методов исследования образования газов в зоне обработки и контроля оксидов углерода оправдано тем, что в отличие от серы, он образует в металлических соединениях растворы внедрения, избыточные фазы (конденсированные или газообразные), скопления вокруг дислокаций или сорбционные слои во внутренних объемах. При нормальных условиях соединение CO образуется при температуре от 30 до 198°C, CO<sub>2</sub> - от 0 до 600°C. Сера, выделенная с приповерхностных слоев в виде паров, окисляется до стойкого газообразного соединения SO<sub>2</sub> при температуре около 540°C.

При стабильных условиях коэффициент диффузии предполагается постоянным и изменяется в зависимости от температуры:

$$D = D_0 \exp(-A/RT), \quad (1)$$

где  $D_0$  - постоянная диффузии;

$A$  - энергия активации;

$R = 8,314$  Дж/моль · К - газовая постоянная;

$T = \theta + 273,16$  °C - температура по абсолютной шкале Кельвина.

Зависимость коэффициента диффузии  $D$  от температуры  $T$  приводит к нелинейным дифференциальным уравнениям и достаточно усложняет получение решения аналитическими методами. Для технических целей точность решения может быть достаточной, если выбирается среднее значение  $D_0$  и  $A$  в некотором диапазоне температур, характерном для рассматриваемого процесса. При стружкообразовании под действием внешних сил на диффузию накладывается лавинообразный массоперенос, уменьшающий энергию активации  $A$ . При выгорании примесей из стружки, образовании ими газообразных соединений при взаимодействии с атмосферным воздухом приводит к диффузии летучих газов в окружающей атмосфере. Этот процесс, описываемый диффузией, в котором энергия активации  $A$  представляется как энергия активации соединений в воздухе, а коэффициент  $D_0$  как для диффузии углерода, серы и их оксидов в атмосфере.

Определение коэффициентов диффузии при воздействии градиента напряжений при резании в микрообъемах стружки связано с большими экспериментальными трудностями, так как время процесса чрезвычайно мало (менее 0,01 с). Кроме этого достаточно трудно выделить воздействие сжимающих напряжений в “чистом виде”, так как при внешнем воздействии при механической обработке происходит неравномерное повышение температуры, изменение дефектности структуры и т.п. в каждом конкретном случае [3].

Как показывают экспериментальные исследования [4], концентрация точечных дефектов в металлах в условиях импульсного нагружения, которое по своей сущности достаточно близко подходит к процессам механической обработки с высокими скоростями, выше, чем после эквивалентного квазистатического деформирования. Исследования концентрации точечных дефектов ударно-нагруженным клише показали, что после ударной и квазистатической деформации число междоузельных атомов на единицу длины дислокации примерно одинаково. При этом вакансий образуется в несколько раз больше, чем междоузельных атомов. При наличии внешнего воздействия в условиях механической обработки вероятность переноса точечных дефектов в направлении действия градиента силы возрастает до тех пор, пока  $\Delta E < A$ , (где  $\Delta E$  - энергия, приобретаемая точечными дефектами под действием внешних сил), перемещение будет носить термоактивируемый характер [5]. В результате пластического деформирования и разрушения материала в уравнении диффузии знак в предэкспоненциальной зависимости меняется на противоположный.

В случае импульсных, ударных и подобных им, нагрузок выполняется условие, когда  $\Delta E > A$ , а, следовательно, дефект будет двигаться “безактивационно” по решетке кристалла. При этом потенциальный рельеф решетки, обусловленный межатомным взаимодействием, будет тормозить движущийся объем (вакансию или междоузельный атом) [5]. В соответствии с теорией ползучести и разрушений Эйринга, а также описанием массопереноса металла при разрушении Сайбелом и Лингом, вероятность разрушения  $V_p$  определяется выражением

$$V_p = V_0 \exp ( A_p / R T ), \quad (2)$$

где  $V_0$  - постоянный коэффициент диффузии;

$A_p$  - энергия активации при разрушении.

Данное выражение (2) показывает, что при разрушении активизируются миграционные процессы, а значение предэкспоненциального множителя положительно, что увеличивает на несколько порядков вероятность разрушения.

В настоящее время более доступно поддаются формализации процессы, проходящие при механической обработке, и описываемые с достаточной достоверностью детерминированными моделями. При формализованном описании ряда процессов исследователи испытывают значительные трудности, так как большинство факторов, определяющих динамику явлений и полученных результаты, являются случайными величинами, переменными во времени и пространстве. Создание общей модели, проходящих при механической обработке процессов, является сложным и громоздким, что возможно целесообразно. Поэтому возникает необходимость объединить часть связанных между собой явлений, которые имеют место при обработке металлов. Особенно это наглядно отражается при исследовании процессов лезвийной обработки, где присутствует пластическое деформирование, разрушение материала, перераспределение тепла в условиях стружкообразования, диффузия, самодиффузия, массоперенос как внутри микро - и макрообъемов, так и по границам раздела фаз [6,7].



### Литература

1. Вассерман А. М., Кунин Л. Л., Суrowой Ю. Н. Определение газов в металлах. Метод восстановительного плавления в атмосфере газа – носителя. –М.: Наука, 1976. С 228 – 229.
2. Жуков В.И. Служба техники безопасности на химическом заводе. – М.: Химия, 1978. – 335 с.
3. Диффузия газовоздушного потока при повышении температуры. Беляков В.Н., Плужников А.А., Швецов И.В. Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2014. № 4-1. С. 87-88.
4. Газоаналитическое отображение аномальных участков при изготовлении крупногабаритных изделий. Белов А.А., Попсуй С.П., Никуленков О.В., Швецов И.В. Металлообработка. 2013. № 3 (75). С. 2-4.
5. Эпштейн Г. Н. Строение металлов, деформированных взрывом. Metallurgija, 1988. – 290 с.
6. Диффузия газовоздушного потока через материал для повышения температуры. Белов А.А., Дараселия Н.В., Попсуй С.П., Швецов И.В. Современные проблемы науки и образования. 2013. № 5. С. 95.
7. Энергосберегающие системы для повышения температуры теплоносителей на основе повышающих температуру устройств. Белов А.А., Швецов И.В. Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2013. № 4. С. 70-71.

### References

1. Vasserman A. M., Kunin L. L., Surovoj Ju. N. Opredelenie gazov v metallah. Metod vosstanovitel'nogo plavlenija v atmosfere gaza – nositelja. –М.: Nauka, 1976. S 228 – 229.
2. Zhukov V.I. Sluzhba tehniki bezopasnosti na himicheskom zavode. – М.: Himija, 1978. – 335 s.
3. Diffuzija gazovozdushnogo potoka pri povyshenii temperatury. Beljakov V.N., Pluzhnikov A.A., Shvecov I.V. Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoj nauki. 2014. № 4-1. S. 87-88.
4. Gazoanaliticheskoe otobrazhenie anomal'nyh uchastkov pri izgotovlenii krupnogabaritnyh izdelij. Belov A.A., Popsuj S.P., Nikulenkov O.V., Shvecov I.V. Metalloobrabotka. 2013. № 3 (75). S. 2-4.
5. Jepshtejn G. N. Stroenie metallov, deformirovannyh vzryvom. Metallurgija, 1988. – 290 s.
6. Diffuzija gazovozdushnogo potoka cherez material dlja povyshenija temperatury. Belov A.A., Daraselija N.V., Popsuj S.P., Shvecov I.V. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. № 5. S. 95.
7. Jenergosberegajushhie sistemy dlja povyshenija temperatury teplonositelej na osnove povyshajushhih temperaturu ustrojstv. Belov A.A., Shvecov I.V. Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy i puti ih reshenija. 2013. № 4. S. 70-71.