



МАТЕРИАЛЫ XV МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ –  
ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ**

Новосибирск, 2012 г.

УДК 62  
ББК 30  
Т38

**Т38 «Технические науки — от теории к практике»:** материалы XV международной заочной научно-практической конференции. (12 ноября 2012 г.); [под ред. Я. А. Полонского]. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2012. — 162 с.

ISBN 978-5-4379-0161-8

Сборник трудов XV международной заочной научно-практической конференции «Технические науки — от теории к практике» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современных технических наук.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, исследователям в области прикладной науки и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития технических наук.

ББК 30

ISBN 978-5-4379-0161-8

Главный редактор:

- кандидат технических наук, Полонский Яков Аркадьевич, эксперт высшей квалификации Единой Системы Оценки Соответствия (г. Волгоград)

## **Оглавление**

### **Секция 1. Инженерная графика, САПР, CAD, CAE 8**

- РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ  
НАГРУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ CATIA V5  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КРУГЛОЙ ПРОТЯЖКИ МЕТОДОМ  
ФОТОМЕХАНИКИ. 8  
Предеина Анна Иосифовна

### **Секция 2. Информатика, вычислительная техника и управление 15**

- ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ ВЗАИМОСВЯЗИ  
ПРОЦЕССОВ СУХОГО ДВУХСТАДИАЛЬНОГО  
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ 15  
Адамбаев Мурат Джамантаевич  
Шакенов Калижан Бахытжанович  
Аденова Дана Бакытбековна

- ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ  
СРЕДСТВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ  
ГЕНЕРАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ГАЗЕТЫ 26  
Максутов Мадияр  
Сейфуллина Асель Олжабаевна  
Байсалыкова Шынар Аскербекевна

- ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТА ТЕСТОВЫХ  
ЗАДАНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ  
ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ» 31  
Полевщиков Иван Сергеевич

### **Секция 3. Машиностроение и машиноведение 38**

- ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ  
СУХОСТОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ 38  
Алексеев Александр Евгеньевич  
Алабышев Алексей Павлович

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ Волошко Оксана Вячеславовна Выслоух Сергей Петрович	42
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ Друзьянова Варвара Петровна Петров Николай Вадимович	47
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КРУГЛЫХ ПИЛ НА ОСНОВЕ ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ Хвиюзов Михаил Андреевич Галашев Александр Николаевич	52
<b>Секция 4. Энергетика и энергетические техника и технологии</b>	<b>59</b>
РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ВТОРИЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Филонова Ирина Игоревна Плотникова Людмила Валерьяновна	59
<b>Секция 5. Горная и строительная техника и технологии</b>	<b>64</b>
ВОПРОС О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ Шибанов Даниил Александрович Иванов Сергей Леонидович Фокин Андрей Сергеевич Семенов Михаил Алексеевич	64

**Секция 6. Материаловедение и металлургическое оборудование и технологии** **71**

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБШИВОЧНЫХ ЛИСТОВ НА РАЗМЕР ЗЕРНА 71  
Гречникова Анна Федоровна  
Арышенский Евгений Владимирович  
Оводенко Алексей Максимович  
Колобов Владимир Геннадьевич

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕОЛИТА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА 78  
Гоголева Ольга Владимировна  
Петрова Павлина Николаевна

РАЗРАБОТКА АКТИВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА 85  
Исакова Татьяна Александровна  
Петрова Павлина Николаевна

ФОРМИРОВАНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ СПЛАВОВ Ni-Al 91  
Химухин Сергей Николаевич  
Астапов Иван Александрович  
Теслина Мария Александровна  
Безматерных Ксения Петровна

**Секция 7. Транспорт и связь, кораблестроение** **99**

ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ И ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖБЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ 99  
Гаглоев Эмзар Пореевич

**Секция 8. Строительство и архитектура** **105**

КОНЦЕПЦИЯ ПРЕСТИЖНОГО ЖИЛЬЯ В XVIII В. И В СОВРЕМЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КУРСКА) 105  
Михайленко Татьяна Георгиевна

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА Фадеева Татьяна Александровна	114
<b>Секция 9. Сельское и лесное хозяйство, агроинженерные системы</b>	<b>120</b>
ДИНАМИКА ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА Бурлов Александр Николаевич Казakov Николай Владимирович	120
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОГРУЗЧИКА БУРТОВАННЫХ ГРУЗОВ НА ПРИВОДНУЮ МОЩНОСТЬ Хахимзянов Рустам Рафитович Леонтьев Алексей Алексеевич Тюкалин Владимир Сергеевич	130
<b>Секция 10. Приборостроение, метрология, радиотехника</b>	<b>138</b>
К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ Барандич Екатерина Сергеевна Выслоух Сергей Петрович	138
ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАБОТКИ МИКРОКОМПОНЕНТОВ И МИКРОДЕТАЛЕЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ Диордица Ирина Николаевна	143
<b>Секция 11. Безопасность жизнедеятельности человека, промышленная безопасность, охрана труда и экология</b>	<b>150</b>
ЛОЖНЫЕ ТРЕВОГИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ Пашкевич Наталья Александровна Расщекина Елена Александровна Лытягин Евгений Петрученя Павел Лукин Иван	150

**Секция 12. Инжиниринговые и научно-технические системы и платформы** **157**

УСТРОЙСТВО АДРЕСНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ  
О ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SMS-СООБЩЕНИЙ  
Цуриков Александр Николаевич 157

## **СЕКЦИЯ 1.**

### **ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ**

#### **РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭЛЕМЕНТОВ НАГРУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ CATIA V5 ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КРУГЛОЙ ПРОТЯЖКИ МЕТОДОМ ФОТОМЕХАНИКИ.**

*Предеина Анна Иосифовна*

*аспирант, Российский университет дружбы народов, Москва*

*E-mail: [antananarivy@mail.ru](mailto:antananarivy@mail.ru)*

#### **DESIGN AND MODELLING OF PROCESS OF LOADING DEVICE'S ELEMENTS' MACHINING IN CATIA V5 FOR RESEARCH THE ROUND BROACH BY PHOTOMECHANICS.**

*Anna Predeina*

*Postgraduate student, Peoples' Friendship University of Russia (PFUR),  
Moscow*

#### **АННОТАЦИЯ**

В статье описывается этап моделирования технологического процесса и разработка управляющей программы изготовления модели, необходимой для проведения эксперимента по изучению напряженно-деформированного состояния плоской модели круглой протяжки.

#### **ABSTRACT**

The article describes the stage of designing, the development of technological process and CNC program of manufacturing of the model required for carrying out the experiment on studying the stress-strain state of flat model of round broach.



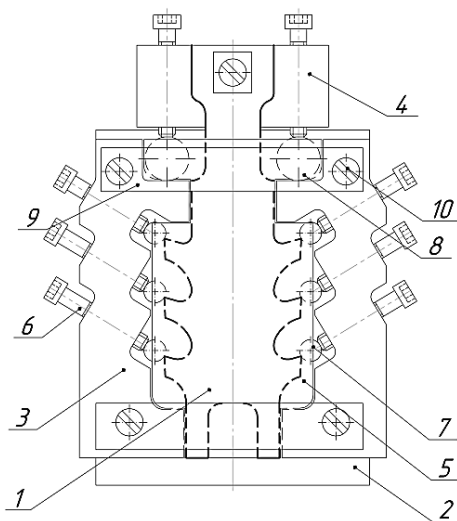
**Ключевые слова:** нагружающий стенд; модель; протяжка; процесс обработки; механическая обработка; САПР; нагружение модели.

**Key words:** loading stand; model; broach; machining process; machining; CAD; loading of model.

Для проведения исследования методом фотомеханики напряженно-деформированного состояния плоской модели круглой протяжки выполнен комплекс работ по разработке и изготовлению нагружающего стенда [2].

С целью проведения физического эксперимента были разработаны модели новой и переточенной протяжки и нагружающее устройство.

На рис. 1 Показан эскизный вариант нагружающего устройства в сборе.



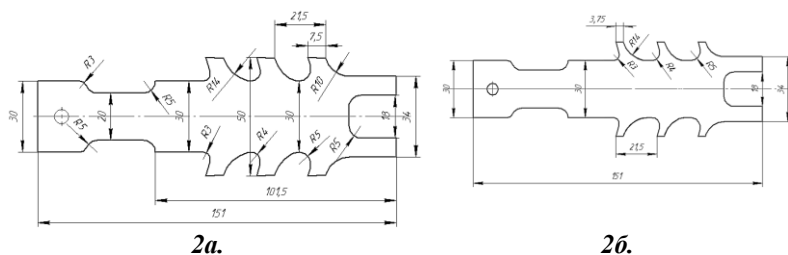
**Рисунок 1. Эскизный вариант нагружающего устройства (стенда):**

- 1 — плоская модель протяжки, 2 — основание корпуса стенда,**
- 3 — кронштейн для нагружающих винтов (2 шт.), 4 — захват,**
- 5 — опорная пластина для выверки модели (2 шт.),**
- 6 — нагружающий винт (8 шт.), 7 — оптический**
- микродинамометр малый (6 шт.), 8 — оптический**
- микродинамометр большой (2 шт.), 9 — малая пластина-прихват**
- (2 шт.), 10 — крепежный винт для кронштейнов(5 шт.)**

В общей сложности требовалось изготовить 9 различных деталей, некоторые из них в количестве до 6 единиц. Наиболее сложной и ответственной из всего комплекта деталей экспериментальной установки является модель протяжки, которая изготавливалась из эпоксидного компаунда ЭД6МТГФА.

Данный материал склонен к пережогам при механической обработке от тепла, выделяющегося в процессе резания, что накладывает некоторые ограничения на параметры режима обработки, является причиной необходимости применения интенсивного охлаждения. Кроме того, возможны сколы вдоль образующего контура модели протяжки из-за повышенной хрупкости материала, что также должно быть в поле зрения при выборе технологического оснащения на операции. В связи с вышеизложенным, в настоящей работе подробно описывается этап проектирования, разработки технологического процесса и управляющей программы изготовления плоской модели протяжки.

Для проведения эксперимента были разработаны две плоские модели протяжки из трех пар зубьев. Геометрические параметры взяты из рабочего чертежа реальной протяжки, за исключением радиусов галтелей, которые варьировались с  $r=3$  до 5 мм (рис. 2) на каждой паре зубьев.

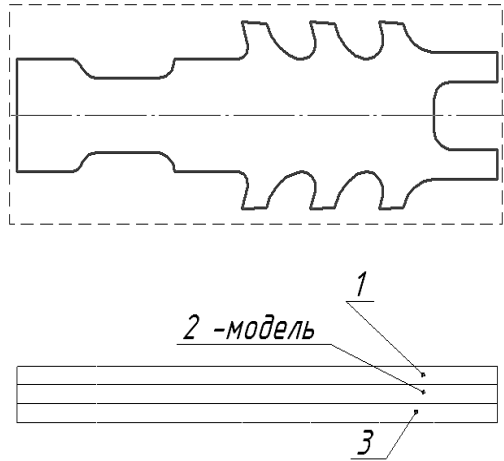


**Рисунок 2а. Модель новой протяжки; 2б. Модель переточенной протяжки**

Отличие между моделями заключалось в ширине активного сечения в основании контура зубьев. У модели новой протяжки активное сечение в два раза меньше.

Обе модели и детали нагружающего устройства были смоделированы в САПР Catia V5.

Помимо этого были разработаны технологические процессы обработки всех необходимых для эксперимента деталей на станке с ЧПУ.



***Рисунок 3. Эскиз модели и схема расположения модели между предохранительными пластинами***

Особенность обработки моделей из эпоксидного компаунда состояла в том, что пластина размещалась во время обработки между 2-мя другими пластинами из оптически малочувствительного оргстекла (рис. 3). Это позволило предохранить модель из эпоксидного компаунда от сколов, возникающих при обработке из-за повышенной хрупкости этого материала. Для предохранения от пережога кромок обильно подавалась СОЖ.

Моделирование процесса обработки также производилось в системе Catia V5.

В рамках данной работы использовался модуль Prismatic Machining — модуль фрезерной обработки. Этот модуль используется для моделирования двухкоординатной обработки поверхности (фрезерованием и сверлением) трехмерных деталей с позиционированием по трем координатам.

При проектировании механообработки задаются характеристики используемого станка, задаются координаты «домашней» точки, то есть точки, в которую будет возвращаться шпиндель станка после отработки на той или иной операции, при смене инструмента или технологическом останове. Затем создается файл, в который записывается вся информация о заготовке и самом изделии в целом.

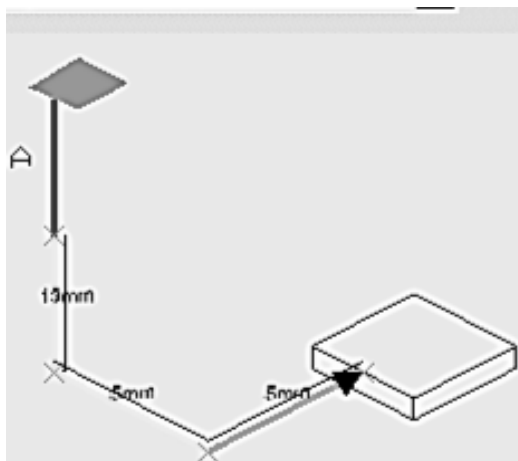
После этого задаются оси координат, используемые в данном установе. После задания этих параметров формируется Manufacturing Program — программа механической обработки.

Далее формируется непосредственно сама механообработка детали. Сначала выбирается инструмент, используемый в данной, конкретной операции. Затем задаются параметры каждого конкретного инструмента. Для обработки контура была использована команда Profile Contouring. В соответствующих закладках диалогового окна Profile Contouring указывались инструмент, которым будет производиться обработка, режимы резания, подходы и отходы фрезы при фрезеровании, обрабатываемая поверхность и дополнительные параметры фрезеровки.

Режимы резания задаются исходя из многих факторов, например, максимального количества оборотов, которые может выдать станок (в нашем случае —  $n_{max}=1400$  об/мин), наименования используемого материала, используемого инструмента (например, если станок выдает до 10000 об/мин), а используемый инструмент не рассчитан на такие режимы резания, то выставляются те режимы, на которые рассчитан инструмент, а не станок, и наоборот, от собственных характеристик обрабатываемого материала, от характера работ и так далее.

Одной из важных составляющих описания параметров обработки является задание подхода и отхода инструмента при механообработке

На рис. 4 показан подход фрезы в первой операции. На дистанции «А» фреза движется на ускоренной подаче в стороне от заготовки и останавливается, не доходя по высоте 13 мм до обрабатываемой плоскости.



**Рисунок 4. Задание подхода и отхода инструмента**

Затем на подаче подвода опускается на 13 мм, также на подаче подвода подходит на 5 мм и начинает врезаться в заготовку, подходя к обрабатываемому контуру. Также необходимо отметить еще одну особенность иерархического дерева при создании обработки: если в установке подряд идут несколько операций, производимых одним и тем же инструментом, то есть не происходит смена инструмента, то все технологические операции записываются в один и тот же каталог используемого инструмента.

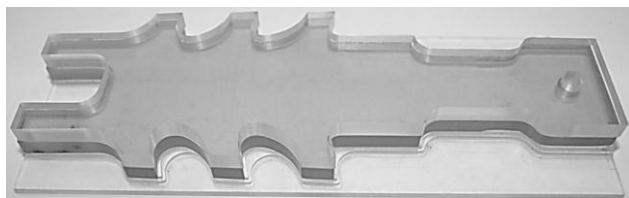
После смены инструмента система автоматически создаст в текущем каталоге Manufacturing Program новую директорию с новым инструментом, куда будут заноситься все последующие операции, использующие соответствующий инструмент.

После задания всех параметров, необходимых для описания обработки детали в данной операции, существует возможность просмотра траектории движения фрезы. Для наглядности отображения траектории она окрашивается в разные цвета в зависимости от того, выполняется подход или отход, движется фреза на ускоренной подаче или срезает материал.

Кроме того система позволяет посмотреть видео-имитацию обработки детали, что позволяет выявить ошибки задания поверхностей обработки, например, зарез детали в процессе обработки. При просмотре обработки, в случае ошибки, прорисовка прерывается и выводится отчет.

Обработка детали производилась на вертикально-фрезерном станке FKR SRS-500. Заготовка закреплялась на столе станка с помощью прижимов. Пластина, из которой изготавливалась модель протяжки, размещалась во время обработки между 2-мя другими оргстекла.

На первом этапе была обработана одна сторона протяжки, после чего производилась переустановка прижимов и обрабатывалась вторая сторона протяжки.



**Рисунок 5. Обработанный комплект модели протяжки (в середине) с защитными пластинами из оптически малочувствительного оргстекла**

После изготовления всего комплекта деталей следует сборка нагружающего стенда и отладка методики нагружения модели протяжки. Величина равнодействующей сил резания моделируется оптическими микродинамометрами диаметром 8 мм, которые устанавливаются напротив клина зуба и слегка подгружаются. Этими динамометрами моделируется величина равнодействующей сил резания. Затем устанавливаются и подгружаются 2 диска 16 мм с помощью которых моделируется сила тяги. Собранный стенд устанавливается в поле полярископа. После проверки правильности сборки и предварительного незначительного нагружения модели протяжки на лабораторном полярископе, стенд устанавливается на поляризационную установку ППУ-7, где и выполняется окончательное нагружение.

Окончательное нагружение модели производилось на поляризационно-проекционной установке ППУ-7.

Была проведена серия экспериментов по нагружению модели. Поочередно нагружались модели новой и переточенной протяжек.

#### **Список литературы:**

1. Кошеленко А.С., Жедь О.В., Предеина А.И. Исследование методом фотомеханики напряженно-деформированного состояния круглой протяжки. Труды Международной научно-практической конференции «Инженерные системы — 2011». Москва, 2011 г. Том II. — М.: РУДН, 2011. — С. 289—293.
2. Предеина А.И. Исследование методом фотомеханики напряженно-деформированного состояния круглой протяжки: магистерская диссертация. — М., 2011. — С. 29—56.

## СЕКЦИЯ 2.

### ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

#### ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОЦЕССОВ СУХОГО ДВУХСТАДИАЛЬНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

*Адамбаев Мурат Джамантаевич*

*канд. техн. наук, профессор, КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы  
E-mail: [adambaev\\_m@mail.ru](mailto:adambaev_m@mail.ru)*

*Шакенов Калижан Бахытжанович*

*магистрант, КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы  
E-mail: [kalizhan-90@mail.ru](mailto:kalizhan-90@mail.ru)*

*Аденова Дана Бакытбековна*

*магистрант, КазНТУ им. К.И. Сатпаева, г. Алматы  
E-mail: [dana.adenova@mail.ru](mailto:dana.adenova@mail.ru)*

#### ESTIMATES OF PROBABILITY EQUATIONS INTERRELATION OF PROCESSES OF DRY TWO-STAGE SHREDDING

*Murat Adambaev*

*Candidate of Technical Sciences, Professor, KazNTU after K.I. Satpaev,  
Almaty*

*Kalizhan Shakenov*

*Graduate student, KazNTU after K.I. Satpaev, Almaty*

*Dana Adenova*

*Graduate student, KazNTU after K.I. Satpaev, Almaty*

## АННОТАЦИЯ

Экспериментально получены случайные реализации восьми основных переменных процесса сухого двухстадиального измельчения. Получен адекватный дискретный массив этих переменных с использованием предложенного метода определения времени реализации ( $T$ ) и квантования ( $\Delta$ ). Получены оценки вероятностных уравнений взаимосвязи переменных объекта исследования корреляционным и регрессионным методами.

## ABSTRACT

Experimentally obtained random implementation of the eight main variables two-stage process of dry shredding. Obtained an adequate discrete array of variables, using the proposed method for determining execution time ( $T$ ) and quantization ( $\Delta$ ). Obtained estimates of probability equations interrelation variables object of research with use correlation and regression methods.

**Ключевые слова:** двухстадиальная мельница сухого измельчения; корреляционный анализ; регрессионный анализ.

**Keywords:** two-stage dry shredding mill; correlation analysis; regression analysis.

Управление координатами процесса измельчения может быть осуществлена на основе применения системы автоматического управления, разработка которого требует знания статических и динамических характеристик объекта управления.

Это стало возможным после внедрения системы автоматического контроля покамерной и суммарной загрузок исследуемой мельницы [1], позволяющей контролировать такие основные переменные объекта, как уровни загрузки камер крупного и мелкого помолов, а также суммарную нагрузку мельницы по нагрузке ковшевого элеватора. Для данных исследований дополнительно производился контроль производительности тарельчатого питателя по частоте его вращения. Методом ручного пробоотбора и использования granulometric characteristics измельченного продукта на выходе мельницы определялись процентные содержания некондиционного класса — «крупки» и готового класса.

На рис. 1 показана технологическая схема измельчения, на которой указаны переменные, подлежащие контролю, для получения статистических уравнений взаимосвязи параметров объекта.

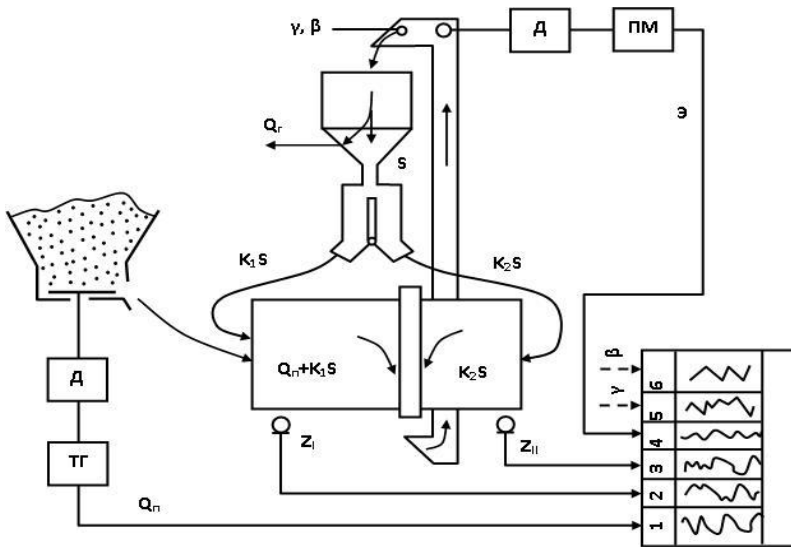
Для определения основных стохастических связей между параметрами объекта с учетом наличия датчиков для контроля этих



параметров или возможности определения их методами ручного опробования получены случайные реализации следующих параметров:

- 1)  $Z_I(t)$  — звукометрический сигнал камеры крупного помола (запись автоматическая);
- 2)  $Z_{II}(t)$  — звукометрический сигнал камеры мелкого помола (запись автоматическая);
- 3)  $Q_n(t)$  — величина исходного питания (запись автоматическая);
- 4)  $\Xi(t)$  — нагрузка ковшевого элеватора (запись автоматическая);
- 5)  $\beta(t)$  — изменение "крупки" в единице веса разгрузки мельницы (определяется по ситовым характеристикам);
- 6)  $\gamma(t)$  — изменение вновь образованного класса в единице веса разгрузки мельницы (определяется по ситовым характеристикам);
- 7)  $S(t)$  — циркулирующая нагрузка;
- 8)  $Q_r(t)$  — величина готовой продукции [2].

Случайные реализации переменных записаны на шеститочечном потенциометре (см. рис. 1). Для статистической обработки полученных реализаций необходимо обоснованно выбрать время продолжительности реализации  $T$  и интервал дискретизации или квантования  $\Delta t$ .



**Рисунок 1** Схема регистрации переменных объекта

Для выбора  $T$  получены автокорреляционные функции  $R_{xx}(\tau)$  переменных объекта (рис. 2), по которым определено время затухания каждой из автокорреляционной функции, равное отрезку времени, вне которого справедливо неравенство

$$R_{xx}(\tau) \leq 0,05 \cdot R_{xx}(0). \quad (1)$$

Продолжительность случайных реализаций переменных объекта принята больше максимальной величины времени затухания  $\tau_{\max}$ . Но с учетом формулы для определения  $T$ , предложенной в [5]:

$$T = 10 \tau_{\max} \quad (2)$$

окончательно имеем:

$$t = 10 \cdot 22 \text{ мин} = 220 \text{ мин} \approx 4 \text{ часа},$$

т. к.  $\tau_{\max} = 22$  мин. (см. рис. 2).

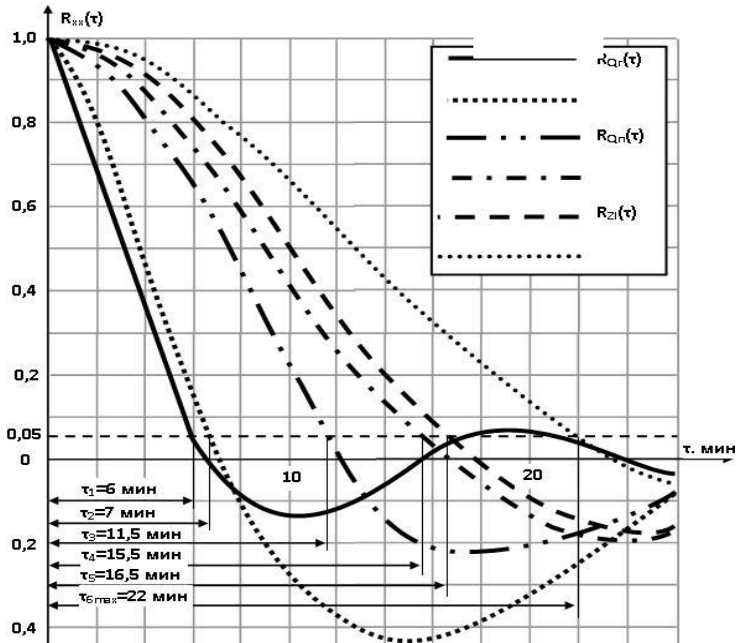
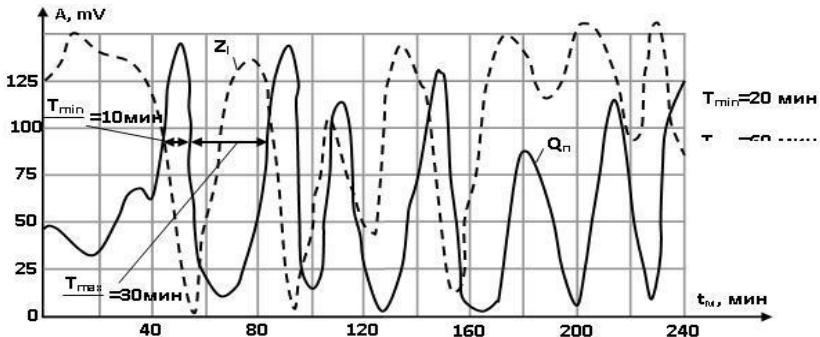


Рисунок 2. Автокорреляционные функции переменных

В данной работе значения случайных реализаций переменных объекта записаны в течение 10 часов, из которых выбран средний участок осциллограммы с установившимся режимом и продолжительностью 4 часа. Исключены начальный и конечный участки, в которых предполагается нестационарность процесса (рис. 3).



**Рисунок 3.** Случайные реализации  $Q_n$  (—),  $Z_i$  (----). Остальные реализации см. табл. П.5 [2]

Интервал дискретизации или квантования осциллограмм выбран на основе применения теоремы отсчетов (теорема Котельника [3]) для наиболее высокочастотного параметра. По теореме Котельника непрерывная функция  $x(t)$  с ограниченным частотным спектром  $\Delta f = f_{\max} - f_{\min}$  может быть дискретизирована последовательностью  $X_1, X_2, \dots, X_n$  с интервалом равным

$$\Delta t = \frac{1}{2\Delta f} \quad (3)$$

Количество интервалов  $n$  на осциллограмме определяется по формуле

$$n = \frac{T}{\Delta t} = 2T \cdot \Delta f \quad (4)$$

На кривой измеряется наибольший и наименьший периоды колебания и по ним определяется разность частот  $\Delta\omega = \omega_{\max} - \omega_{\min}$  по формуле

$$\Delta\omega = 2\pi \left( \frac{1}{T_{\min}} - \frac{1}{T_{\max}} \right) = 2\pi \frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\max} \cdot T_{\min}}. \quad (5)$$

Принимая  $\Delta\omega \approx \Delta f$  и подставляя данные  $\Delta\omega$  в формулу (4), определяют величину  $n$  по формуле

$$n = \frac{4\pi \cdot T \cdot (T_{\max} - T_{\min})}{T_{\max} \cdot T_{\min}}. \quad (6)$$

Для выбранной реализации  $Z_t(t)$  имеем (см. рис. 3):

$$T=240 \text{ мин}; T_{\max}=60 \text{ мин}; T_{\min}=20 \text{ мин}.$$

Тогда по формуле (6) вычисляем

$$n = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 240 \cdot (60 - 20)}{60 \cdot 20} = 100,5.$$

Увеличивая на 15 % полученное  $n$  для учета неравномерности частотной характеристики кривой имеем

$$n=100,5 \cdot 1,15=116,2.$$

Окончательно  $n$  принимаем равной 120. Тогда интервал дискретизации получается равным

$$\Delta t = \frac{240}{120} = 2 \text{ мин}.$$

Этот интервал дискретизации принят для квантования случайных реализаций переменных объекта. В табл. П.5 [2] приведены значения случайных реализаций параметров объекта с интервалом квантования 2 минуты, которые использованы для вычисления уравнений связи. Для решения поставленной задачи с применением ЭВМ использовались стандартные программы из математического обеспечения ЭВМ-СПО103 и SPSS-16.

Результаты расчета экспериментальных данных на ЭВМ сведены в табл. 1. Анализ полученных результатов парной корреляции свидетельствует об одной их особенности — сравнительно невысоких

значениях коэффициентов корреляции между параметрами двухстадиального сухого измельчения с объединенной сепарацией.

Причинами, обусловившими низкую коррелированность парных связей, являются:

1. Двухкамерная шаровая мельница является объектом со многими входами и выходами, оказывающими влияние друг на друга. Связь нарушается неучтенной переменной (переменными), которые оказывают существенное влияние на величину выходной величины.

2. Наличие нелинейной связи между переменными приводит к искажениям результата, полученного в предположении линейности этой связи.

1. Исследуемый объект является инерционным. Между входными и выходными переменными имеют место значительные запаздывания, которые также искажают стохастическую связь искомым зависимостей.

2. Влияние неконтролируемых переменных, а также недостаточно высокая точность измерения некоторых параметров создает нежелательный «шумовой фон».

Выходом из положения, когда значение выходной координаты определяется величиной не только одной входной переменной, а несколькими, является разработка математической модели объекта в виде уравнений множественной регрессии.

Попутно отметим, что звукометрический сигнал камеры крупного помола  $Z_I(t)$  зависит от уровня загрузки этой камеры рудой, которая, в свою очередь, определяется суммой двух материальных потоков — потока исходной руды  $Q_n(t)$  и части потока циркулирующей нагрузки, поступающей в эту камеру  $kS$ . Следовательно, данный звукометрический сигнал  $Z_I(t)$  зависит, по крайней мере, от двух входных переменных. Поэтому необходимо определить корреляцию трех переменных  $Z_I(t)$ ,  $Q_n(t)$   $S(t)$ , т. е. искать зависимость вида  $Z_I=f(Q_n, S)$ . Аналогично величина циркулирующей нагрузки  $S$ , процентные содержания вновь образованного готового класса  $\gamma$  и некондиционного класса  $\beta$  в единице веса разгрузки мельницы зависят в основном от уровней загрузки обеих камер. Необходимо определить регрессионные зависимости вида:  $S=f(Z_I, Z_{II})$ ;  $\gamma=f(Z_I, Z_{II})$ ;  $\beta=f(Z_I, Z_{II})$ .

На производительность агрегата по готовому продукту  $Q_r$  влияют уровни загрузки камер материалом, а также величина циркулирующей нагрузки в системе [6]. Регрессионная зависимость принимает вид:  $Q_r=f(Z_I, Z_{II}, S)$ .

Для учета влияния нелинейности на коррелированность парных связей необходимо знание о виде этой нелинейности, которая в настоящей работе определяется следующим образом. Искомые парные связи аппроксимировались стандартными зависимостями:

1. Линейной ( $y = a + vx$ );
2. Степенной ( $y = ax^e$ );
3. Логарифмической ( $y = a + v \ln x$ );
4. Гиперболической ( $y = \alpha + \frac{b}{x}$ );
5. Параболической ( $y = a + bx + cx^2$ ) и др.

Теснота связи между переменными оценивается корреляционным отношением  $\eta$ . Сравнивая по абсолютной величине полученные корреляционные отношения одной и той же пары переменных, рассчитанных в предположении, что между параметрами возможна любая из вышеуказанных зависимостей, определяют максимальное значение корреляционного отношения. Вид зависимости, для которой получено максимальное значение корреляционного отношения, наиболее близко аппроксимирует форму нелинейной связи между параметрами [7]. В связи с тем, что большие коэффициенты корреляции получены для линейной и параболической зависимостей, в табл. 1 не приводятся данные, полученные для других зависимостей.

Влияние динамических свойств объекта на степень стохастической связи между параметрами учитывается следующим методом, который заключается в том, что моменты измерения или квантования входных переменных сдвигаются на отрезки времени  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots$  от момента регистрации выходной координаты. В связи с тем, что кривые реализации переменных имеют сложный характер, оценить прямым измерением по осциллограмме величин запаздывания между входными и выходными переменными с достаточной точностью не представляется возможным. В работе оценка величин сдвига  $\Delta t_1, \Delta t_2, \dots$  произведена по взаимным корреляционным функциям (рис. 4). Каждая из величин  $\Delta t$  равна моменту времени, в котором взаимная корреляционная функция  $R_{vx}(\tau)$  достигает максимального значения.

Результаты расчета на ЭВМ корреляционных зависимостей с учетом разобранных причин, влияющих на коррелированность параметров объекта, приведены в табл. 2. Анализ полученных данных позволяет сделать заключение, что статические характеристики двухкамерной шаровой мельницы хорошо согласуются по своим формам с известными исследованиями в этой области [4]. Некоторые регрессионные зависимости даны на рис. 5.

Оценка надежности коэффициентов корреляции производилась по формуле

$$t = \frac{u}{\sigma_u} = \frac{u\sqrt{n}}{1-u^2}.$$

Коэффициент корреляции значим при  $t > t^*$  ( $t^*$  — табличное значение). В программе СПО103 вычисляются критерии Стьюдента и Фишера, которые также сравниваются с табличными значениями этих критериев для  $P=0,05$  ( $P$  — уровень значимости).

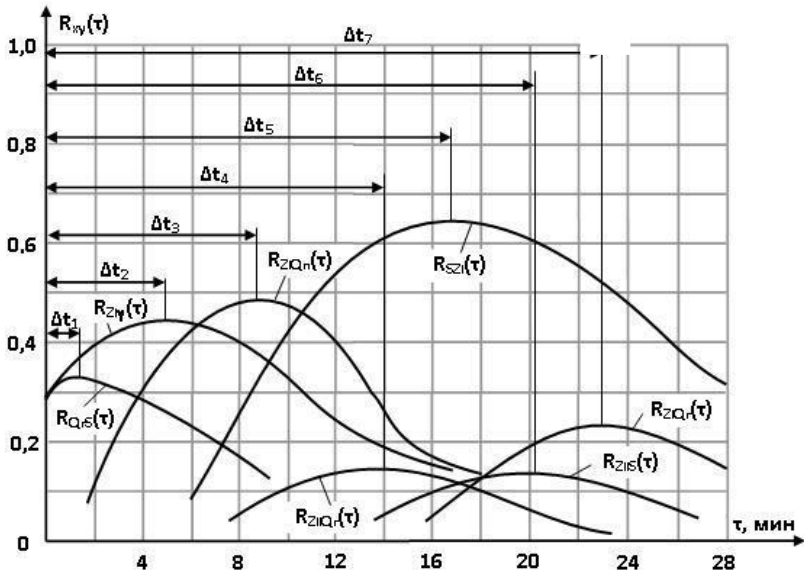
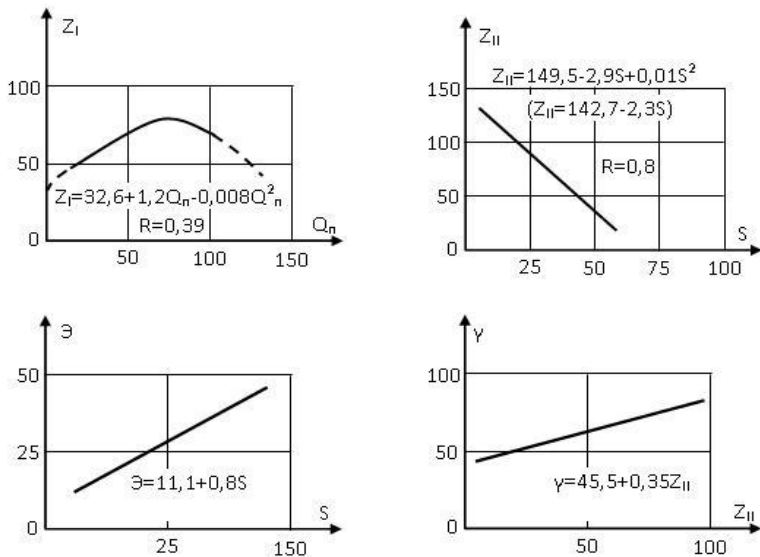


Рисунок 4. Взаимнокорреляционные функции переменных



**Рисунок 5. Регрессионные зависимости параметров объекта**

**Таблица 1.**

**Парная корреляция переменных объекта**

№ пп	Зависимость	$y = a + vx$			$y = a + vx + cx^2$			
		а	в	с	а	в	с	$\eta$
1.	$Z_I = f(Q_n)$	116,9	-0,18	-0,19	32,6	1,2	-0,008	0,39
2.	$Z_I = f(S)$	125,5	-0,71	-0,25	144,2	-2,3	0,027	0,31
3.	$Z_{II} = f(S)$	142,7	-2,3	-0,78	149,5	-2,9	0,01	0,80
4.	$\text{Э} = f(S)$	11,1	0,8	0,96	—	—	—	—
5.	$\gamma = f(Z_I)$	59	0,13	0,28	58,4	0,17	-0,002	0,28
6.	$\gamma = f(Z_{II})$	45,5	0,35	0,75	50,3	0,17	-0,001	0,76
7.	$\gamma = f(\text{Э})$	106,7	-1,2	-0,90	118,7	-2,3	0,017	0,94



Таблица 2.

**Регрессионные уравнения взаимосвязи переменных объекта**

№ пп	Уравнение регрессии	$\chi_{12}$	$\chi_{13}$	$\chi_{23}$	R
1.	$Z_I = 144,9 - 0,26 Q_n - 0,95 S$	-0,41	-0,51	-0,25	0,74
2.	$Z_{II} = 118,4 + 0,33 Q_n - 2,15 S$	0,5	-0,79	-0,25	0,85
3.	$\Theta = 62,8 - 0,11 Z_I - 0,23 Z_{II}$	-0,25	0,75	-0,18	0,84
4.	$\gamma = 20,7 + 0,2 Z_I + 0,38 Z_{II}$	0,28	0,75	0,18	0,86

*Примечание: а, в, с — коэффициенты уравнения регрессии;  
 ч — коэффициент парной корреляции;  
 ч<sub>ij</sub> — коэффициенты частной корреляции;  
 R — общий коэффициент корреляции;  
 η — корреляционное отношение.*

**Список литературы:**

1. Адамбаев М.Д. и др. Оценивание и мониторинг функционирования технических систем: коллективная научная монография. Новосибирск: Изд. Сибирская ассоциация консультантов, 2012. — 168 с.
2. Адамбаев М.Д. Автоматическое управление процессами сухой рудоподготовки. Алматы: Комплекс, 2003. — 163 с.
3. Босый И.Д. Каналы связи. Киев: Гос. изд-во техн. лит. УССР, 1963. — 392 с.
4. Гончаров Ю.Г., Давидкович А.С., Гейзенблазен Б.Е. Автоматический контроль и регулирование технологических процессов на железорудных обогатительных фабриках. М.: Недра, 1968. — 225 с.
5. Кошарский Б.Д., Ситковский А.Я., Красновомец А.В. Автоматизация управления обогатительными фабриками. М.: Недра, 1977. — 524 с.
6. Тихонов О.Н. Автоматизация процесса измельчения на обогатительных фабриках. М.: ЦИИНцветмет, 1963. — 53 с.
7. Щупов Л.П. Прикладные математические методы в обогащении полезных ископаемых. М.: Недра, 1972. — 168 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОЙ ОБОЛОЧКИ  
ГЕНЕРАЦИИ ИНТЕРНЕТ-ГАЗЕТЫ**

***Максутов Мадияр***

*магистрант, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана*

*E-mail: madikon\_84@mail.ru*

***Сейфуллина Асель Олжабаевна***

*старший преподаватель, КАТУ им. С. Сейфуллина, г. Астана*

*E-mail: assel812@mail.ru*

***Байсалыкова Шынар Аскербекевна***

*старший преподаватель, КАТУ им. С. Сейфуллина, г. Астана*

*E-mail: shinar\_83\_04@mail.ru*

**RESEARCH OF MODERN TOOLS FOR CREATING  
SOFTWARE SHELL GENERATION INTERNET  
NEWSPAPER**

***Madiyar Maksutov***

*student of Master L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana*

***Assel Sefullina***

*senior teacher S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana*

***Shynar Baisalikova***

*senior teacher S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana*

**АННОТАЦИЯ**

Влияние глобальной компьютерной сети Internet на современный мир не имеет исторических аналогов. Его сегодняшний день — это начало эпохи электронного проникновения во все сферы человеческой жизни, это нечто большее, чем просто маркетинговая кампания, это основа новой философии и новой деловой стратегии.

Вполне логично предположить, что и с точки зрения рекламы продукции или услуги Интернет — наиболее значимый ресурс. Большинство современных людей пользуются Интернетом, как наиболее доступным источником информации.

#### **ABSTRACT**

Impact of the global computer network Internet on the modern world has no historical analogs. It today — it is the beginning era of e penetration into all spheres of human life, it is something more than just a marketing campaign, it is the basis of a new philosophy and a new business strategy.

It is logical to assume that in terms of advertising a product or service online — the most important resource. Most modern people are using the Internet as the most accessible source of information.

**Ключевые слова:** образование; веб-приложение; инструментальные средства; информационные технологии

**Key words:** education; web-application; tools; information technologies

На сегодняшний день существует большое количество различных направлений в информационных технологиях, при этом одной из приоритетных и наиболее перспективных является разработка веб-приложений.

Веб-приложение — клиент-серверное приложение, в котором клиентом выступает браузер, а сервером — веб-сервер. Логика веб-приложения распределена между сервером и клиентом, хранение данных осуществляется, преимущественно, на сервере, обмен информацией происходит по сети. Одним из преимуществ такого подхода является тот факт, что клиенты не зависят от конкретной операционной системы пользователя, поэтому веб-приложения являются межплатформенными сервисами.

В образовательной среде Казахстана применяется огромное количество различных средств информационных технологий, которые в основном направлены на развитие способностей и знаний студентов.

Целью написания магистерской диссертации «Программная оболочка для создания интернет газет» является создание автоматизированной среды позволяющей создавать готовые интернет-газеты для образовательных учреждений. В результате данный инструмент будет направлен на воспитание патриотического духа, нравственно-эстетическое воспитание.

Экспериментальной площадкой был выбрана кафедра теоретической информатики факультета информационных технологий Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Евразийский университет имени Л.Н. Гумилева основан Указом Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева от 23 мая 1996 года на основе объединения двух вузов — Целиноградского инженерно-строительного института (ЦИСИ) и Целиноградского педагогического института.

Сегодня ЕНУ им. Л.Н. Гумилева является ведущим университетом Казахстана по подготовке высококвалифицированных кадров, специализирующихся в области бизнеса и права, техники и технологий, строительства, естественных и гуманитарных наук, научным исследованиям по приоритетным направлениям развития республики.

В Евразийском национальном университете уделяется большое внимание национально-культурному, духовно-нравственному, эстетическому и патриотическому воспитанию студенческой молодежи.

Таким образом, на основе поставленной задачи в первую очередь необходимо определиться с выбором языка программирования и интегрированной среды программирования.

На сегодняшний день существует большое количество специализированных языков программирования, которые позволяют создавать веб-приложения. Рассмотрим наиболее популярные из них.

Java является языком программирования, первоначально разработанный Джеймсом Гослингом в Sun Microsystems (который впоследствии была присоединена к Oracle Corporation) и выпущен в 1995 году в качестве одного из основных компонентов компании Sun Microsystems платформы Java. Язык получил большую часть синтаксиса с C и C++, но имеет меньше низкоуровневых средств, чем любой из них. Java — приложения обычно компилируются в байт-код (файл класса), которые могут работать на любой виртуальной Java — машины (JVM) независимо от компьютерной архитектуры. Java является общего назначения, одновременно, на основе класса, объектно-ориентированный язык, который разработан специально для того, чтобы иметь несколько зависимостей осуществления насколько это возможно. Он предназначен, чтобы разработчики приложений с лозунгом «написать один раз и запускать везде», что означает, что код, работающий на одной платформе не нужно перекомпилировать для работы на другой. Java является с 2012 года одним из самых популярных языков программирования в использовании, особенно для клиент-серверных веб-приложений, с помощью сообщило 10 миллионов пользователей.

PHP является языком общего назначения сценариев на стороне сервера, при этом язык изначально предназначен для веб-разработки для создания динамических веб-страниц. Это один из первых разработанных сценариев на стороне сервера язык для встраивания в HTML исходного документа, не требующий внешнего файла для обработки данных. Код интерпретируется в веб-сервер с PHP модулем процессора, который генерирует в результате веб-страницы. Он также стали включать интерфейс командной строки возможностей и может быть использовано в автономных графических приложений. PHP может быть развернута на большинстве веб-серверов, а также как самостоятельная оболочка почти на каждой операционной системы и платформы бесплатно. Конкурента от Microsoft Active Server Pages (ASP) серверных сценариев и подобных языков, PHP установлена на более чем 20 миллионов веб-сайтов и 1 млн. веб-серверов. Программное обеспечение, которое использует PHP включает в себя MediaWiki, Joomla, Wordpress, Concrete5, MyBB, и Drupal.

PHP был первоначально создан Рasmusом Лердорфом в 1995 году. Основная реализация PHP сейчас производится группой поддержки PHP и служит формальным ссылкой на языке PHP. PHP является бесплатным программным обеспечением, выпускаемым под лицензией PHP, которая несовместима с GNU General Public License (GPL) в связи с ограничения на использование термина PHP.

Однако рассмотрев наиболее популярные языки был сделан выбор пользу перспективного языка Python. Python является языком общего назначения, который способен интерпретировать на высоком уровне языка программирования, его общий дизайн подчеркивает читабельности кода. Синтаксис является ясным и выразительным. Python обладает большой и всеобъемлющей стандартной библиотекой. Python поддерживает несколько парадигм программирования, в первую очередь, но не ограничиваясь объектно-ориентированный, императивный и, в меньшей степени, функциональный стили программирования.

К услугам разработчиком представлена полностью динамическая система типов и автоматическое управление памятью, аналогична схеме, Ruby, Perl и Tcl. Как и другие динамические языки, Python часто используется в качестве скриптового языка. Использование сторонних инструментов, Python кода могут быть упакованы в отдельные программы исполняемый файл. Python переводчики доступны для многих операционных систем (Таблица 1).

*Таблица 1.*

**Сравнительная характеристика**

	<b>Python</b>	<b>Java</b>	<b>JavaScript</b>	<b>Perl</b>	<b>Tcl</b>
Скорость работы	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
Время на разработку	Меньше	Больше	Больше	Больше	Больше
Поддержка написания объемных программ	Имеется	Имеется	Отсутствует	Имеется	Имеется
Синтаксис	Более расширенный	Расширенный	Менее расширенный	Расширенный	Расширенный

Таким образом, проведя исследование среди различных инструментальных средств был выбран язык Python, который позволит создать веб-приложение генерации интернет-газет для образовательных учреждений.

Вопрос национальной идеи, объединяющей все народы Казахстана, является сейчас наиболее актуальным из всех вопросов текущего момента. Сейчас мы находимся на переломном этапе истории. Либо наши народы разойдутся в разные стороны, а, к сожалению, процесс сейчас идет в этом направлении, и мы будем обречены на деградацию, либо мы сможем выработать такую идею, которая поможет нам объединить лучшее, что есть в наших культурах, и создать динамично развивающееся общество.

Вследствие этого именно интернет газета может стать одним из движущих факторов позволяющий оказывать нравственное воспитание на подрастающее поколение

**Список литературы:**

1. Бук А. Национальная идея Казахстана // Интернет газета Zonakz [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=446482>.
2. Сравнение Python с другими языками // [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.edu-main.narod.ru/Programming/stats/python.html>.

**ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ  
КОМПЛЕКТА ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ  
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ  
ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТАНДАРТИЗАЦИЯ  
РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»**

*Полевщиков Иван Сергеевич*

*аспирант кафедры ИТАС ПНИПУ, г. Пермь*

*E-mail: [hwgdi@mail.ru](mailto:hwgdi@mail.ru)*

**FEATURES MAKING SETS OF TESTS FOR  
AUTOMATED CONTROL OF KNOWLEDGE  
ON DISCIPLINE "STANDARDIZATION  
SOFTWARE DEVELOPMENT"**

*Ivan Polevshchikov*

*Graduate student of the Department for information technologies and  
computer-based systems, Perm National Research Polytechnic University,  
Perm*

**АННОТАЦИЯ**

В статье описаны особенности разработки комплекта тестовых заданий для автоматизированного контроля знаний студентов, изучающих дисциплину «Стандартизация разработки программного обеспечения». Приведены примеры составленных тестовых заданий различного уровня сложности. Этот способ контроля позволит наиболее объективно оценить знания студентов в рамках изучения данной дисциплины.

**ABSTRACT**

This article describes the features of developing a set of tests for the automated control of knowledge of students who study the discipline of "Standardization of software development." Examples of tasks of different difficulty levels considered. This method of control will allow more objectively test the knowledge of students in the study of the discipline.

**Ключевые слова:** контроль знаний; тестирование; программная инженерия.

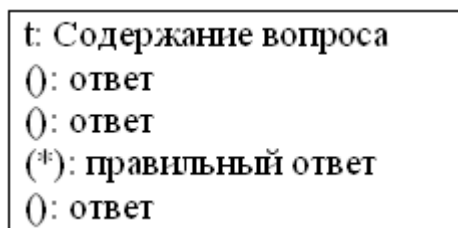
**Keywords:** control knowledge; testing; software engineering.

В процессе изучения студентами дисциплины «Стандартизация разработки программного обеспечения» важную роль играет постоянный контроль усвоения учебного материала.

В качестве одной из форм контроля знаний по данной дисциплине было выбрано тестирование, обладающее рядом преимуществ по сравнению с другими формами. Тестирование является качественным и объективным способом оценивания. Его объективность достигается путем стандартизации процедуры проведения, проверки показателей качества заданий и тестов целиком [5].

Важной составляющей общей системы управления качеством образования ПНИПУ является система автоматизированного тестирования, с помощью которой осуществляется независимый контроль уровня знаний студентов [3]. Была поставлена цель разработать комплект тестовых заданий по дисциплине «Стандартизация разработки программного обеспечения» для данной системы.

В качестве формы тестовых заданий были выбраны задания закрытой формы с 4 вариантами ответа, из которых правильным является только один. Данная форма является наиболее оптимальной согласно методическим рекомендациям по организации тестирования в ПНИПУ [1]. Структура такого задания показана на рис. 1. Символ «t:», согласно требованиям для загрузки заданий в базу данных [4], является меткой начала текста вопроса. Символ «()» является меткой варианта ответа в случае, когда у вопроса только один правильный ответ. Знак «\*» означает правильный ответ.



*Рисунок 1. Структура тестового задания*

В качестве основного требования к составлению тестовых заданий, принятого в ПНИПУ, можно назвать то, что содержание вопроса должно быть представлено в форме краткого суждения в утвердительной повествовательной форме, сформулированного четким языком и исключающего неоднозначность.

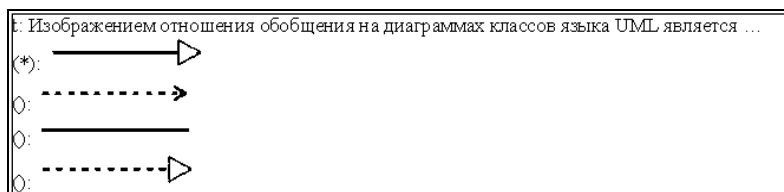


Был сделан вывод, что тестовые задания должны проверять знание основных сведений в области программной инженерии [2], а не знание конкретных CASE-средств, СУБД, языков программирования. Умение использовать CASE-средства, СУБД, языки программирования должно проверяться в ходе выполнения лабораторных работ.

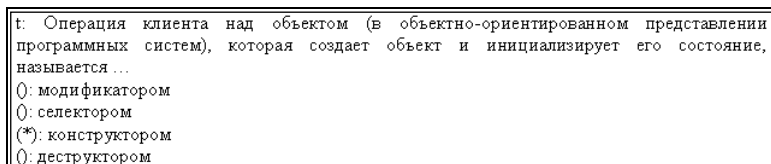
Также было принято решение о том, каким образом тестовые задания должны быть разбиты на 3 уровня сложности: легкий, средний и сложный.

Уровень сложности тестового задания определяется сложностью проверяемых понятий, а также глубиной освоения учебного материала.

Задания легкого уровня сложности рассчитаны на знание основных понятий и графических обозначений. Примеры составленных заданий легкого уровня сложности показаны на рис. 2 и 3.

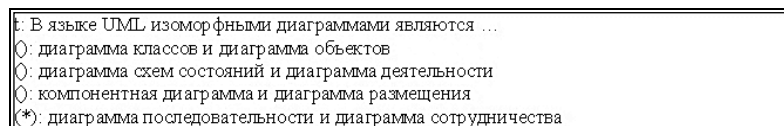


**Рисунок 2. Пример № 1 задания легкого уровня сложности**



**Рисунок 3. Пример № 2 задания легкого уровня сложности**

Задания среднего уровня сложности подразумевают более глубокие знания по программной инженерии, более детальное понимание основных терминов, графических обозначений. Примеры заданий среднего уровня сложности показаны на рис. 4 и 5.



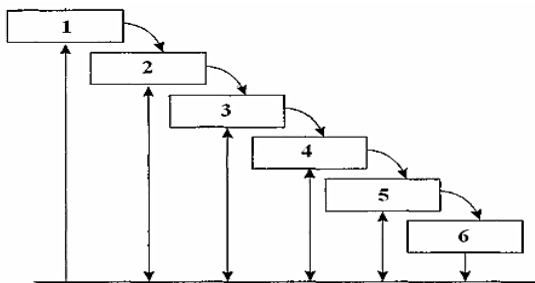
**Рисунок 4. Пример № 1 задания среднего уровня сложности**

t: Диаграмма в UML — это ... ⊙: графическое представление множества элементов, наиболее часто изображающееся как связный граф из вершин (предметов) и дуг (предметов) ⊙: графическое представление множества элементов, наиболее часто изображающееся как связный граф из вершин (отношений) и дуг (отношений) (*) : графическое представление множества элементов, наиболее часто изображающееся как связный граф из вершин (предметов) и дуг (отношений) ⊙: графическое представление множества элементов, наиболее часто изображающееся как связный граф из вершин (отношений) и дуг (предметов)
---

***Рисунок 5. Пример № 2 задания среднего уровня сложности***

Задания сложного уровня сложности подразумевают наиболее глубокое понимание программной инженерии. Как правило, это задания на установление соответствия, на поиск истинного или ложного высказывания из приведенных. Примеры заданий сложного уровня сложности показаны на рис. 6 и 7. Следует отметить, что «задания на установления соответствия» — это самостоятельный тип тестовых заданий. Но при составлении данного комплекта тестовых заданий применяется совместное использование двух типов заданий — «на установление соответствия» и «закрытой формы с одним правильным вариантом ответа». Можно сказать, что «задание на установление соответствия» является в данном случае частью «задания закрытой формы», что хорошо демонстрируют примеры на рисунках 6 и 7. При таком совмещении двух типов тестовых заданий, с одной проявляются преимущества «заданий закрытой формы с одним правильным ответом» (простота компьютерной обработки, быстрота тестирования), а с другой стороны, преимущества «заданий на установление соответствия» (проверка более глубокого понимания студентом материала, например взаимосвязи каких-либо действий, процессов).

т: Правильным соотношением номеров и названий этапов классического жизненного цикла является ...



- : 1 - анализ требований, 2 - системный анализ, 3 - проектирование, 4 - кодирование, 5 - сопровождение, 6 - тестирование
- (\*) : 1 - системный анализ, 2 - анализ требований, 3 - проектирование, 4 - кодирование, 5 - тестирование, 6 - сопровождение
- : 1 - анализ требований, 2 - системный анализ, 3 - кодирование, 4 - проектирование, 5 - тестирование, 6 - сопровождение
- : 1 - системный анализ, 2 - анализ требований, 3 - кодирование, 4 - проектирование, 5 - сопровождение, 6 - тестирование

**Рисунок 6. Пример № 1 задания сложного уровня сложности**

т: Правильным соотношением различных понятий, имеющих отношение к диаграммам классов языка UML, и общего синтаксиса представления данных понятий, является ...

Понятие	Синтаксис
1) свойство класса	а) Видимость Имя (Список Параметров): ВозвращаемыйТип {Характеристики}
2) операция класса	б) Видимость Имя [Множественность]: Тип = НачальноеЗначение {Характеристики}
3) параметр операции класса	в) Направление Имя : Тип = ЗначениеПоУмолчанию

- : 1-а, 2-б, 3-в
- : 1-в, 2-б, 3-а
- : 1-в, 2-а, 3-б
- (\*) : 1-б, 2-а, 3-в

**Рисунок 7. Пример № 2 задания сложного уровня сложности**

Создание тестовых заданий по материалу данной предметной области потребовало дополнительной разработки структуры учебной дисциплины (разделов, тем и модулей), выделения четких понятийно-терминологических понятий и тезисов, проверяемых в тестах, т. е. фактически разработки тезауруса учебной дисциплины.

Отметим также особенности использования составленного комплекта заданий. При тестировании из базы данных случайным образом будет выбрано несколько заданий, но обязательно хотя бы по одному заданию для каждого понятия. Пользователь отвечает на тестовые задания, выбирая верный ответ с помощью переключателей. Используя гиперссылки, можно переходить от одного задания к другому. Также возможно досрочно завершить тестирование, нажав соответствующую кнопку.

Таким образом, был разработан комплект тестовых заданий, который будет использован для рубежного тестирования по дисциплине «Стандартизация разработки программного обеспечения» и позволит наиболее качественно оценить знания студентов.

Исходя из описанного выше, в качестве итога стоит отметить, что в ходе составления комплекта тестовых заданий были сформулированы некоторые рекомендации, которые можно использовать при составлении тестовых заданий по многим дисциплинам из области информатики и вычислительной техники:

1. Рекомендации по делению заданий на разные уровни сложности. В частности, было показано, как можно совмещать преимущества разных видов тестовых заданий.

2. Рекомендации по содержанию тестовых заданий. Было отмечено, что задания должны проверять основные теоретические знания, необходимые при разработке любых программных систем. А умение использовать конкретные CASE-средства, СУБД, среды программирования при разработке программной системы должно проверяться в ходе проведения лабораторных работ. Конкретные CASE-средство, СУБД, среда программирования выбираются в зависимости от предпочтений студента и особенностей решаемой задачи.

### **Список литературы:**

1. Организация тестирования по дисциплинам ЕН- ОПД- и СД-циклов. Методические рекомендации // Федеральное агентство по образованию. Государственное образовательное учреждение высшего профессионально образования «Пермский государственный технический университет». — Пермь, 2006.
2. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. — СПб.: Питер, 2012. — 608 с.: ил.
3. Положение о системе тестирования в образовательном процессе Пермского государственного технического университета // Федеральное агентство по образованию. Государственное образовательное учреждение высшего профессионально образования «Пермский государственный технический университет». — Пермь, 2008.
4. Требования к составлению тестовых вопросов (для преподавателей) // Федеральное агентство по образованию. Государственное образовательное учреждение высшего профессионально образования «Пермский государственный технический университет». — Пермь, 2007.
5. Файзрахманов Р.А., Курушин Д.С., Рустамханова Г.И., Слаутин Ю.А., Полевщиков И.С. Разработка требований к составлению тестовых вопросов для курсантов, обучающихся на тренажерном комплексе // Вестник ПГТУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. — 2011. — № 5. — С. 161—167.

## СЕКЦИЯЗ.

### МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

#### ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СУХОСТОЙНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

*Алексеев Александр Евгеньевич*

*д-р техн. наук, профессор С(А)ФУ, г. Архангельск  
E-mail: [aleks-L@atknet.ru](mailto:aleks-L@atknet.ru)*

*Алабышев Алексей Павлович*

*студент института энергетики и транспорта С(А)ФУ,  
г. Архангельск  
E-mail: [konduktor15@yandex.ru](mailto:konduktor15@yandex.ru)*

#### THE EQUIPMENT FOR FINE CRUSHING OF DEAD WOOD

*Alexander Alekseev*

*Doctor Sciences Technical , Associate Professor of NArFU, Arkhangelsk*

*Alexey Alabyshev*

*The student of institute of power and transport NArFU, Arkhangelsk*

#### АННОТАЦИЯ

Целью исследования является определение технологических требований к лезвийному инструменту для переработки сухостойной древесины. Определение режимов термической обработки лезвийного инструмента. В результате планируется на основании полученных данных новые технологические требования для ножей рубительных машин, так же определить их кинематические параметры.

## ABSTRACT

Research objective is definition of technology requirements to an edge tool for rehash of dead wood. Definition of regimes of high-heat treatment of an edge tool. It is as a result volplaned on the basis of the gained data new technology requirements for knives of mincing machines as to define their kinematic parameters.

**Ключевые слова:** сухостойная древесина; рубительные машины.

**Keywords:** dead wood; mincing machines

В лесном фонде Архангельской области находится больше 150 миллионов кубометров усыхающей древесины, что ставит острый вопрос о ее утилизации или использовании в промышленности. Одним из направлений ее реализация является ее измельчение и применение в различных отраслях. Проблемой измельчения усыхающей древесины является ее уникальные механические характеристики. Отсутствие поверхностной и частично межклеточной влаги делает ее очень прочной, и в связи с этим при ее измельчении происходит очень быстрый износ режущей кромки инструмента, что приводит к большим как материальным, так и временным затратам. Одним из способов увеличения твердости режущей кромки инструмента предлагается ее упрочнение лазерной термической обработкой [1, с. 74].

Исследования показали что щепка получаемая из переработанной сухостойной древесины не отвечает требованиям целлюлозно-бумажной промышленности, и проводит в случае использовании в производстве к сильному удорожанию готовой продукции. В силу этого для измельчения сухостоя не имеет смысла использовать оборудования для получения щепы высокого качества. Поэтому для измельчения щепы нами выбрана рубительная машина барабанного типа.

Рубительная машина барабанного типа используется для переработки древесного мусора. При движении режущего органа по цилиндрической поверхности размеры частиц щепы (как длина, так и толщина) изменяются в результате того, что угол встречи вектора скорости с направлением волокон древесины постоянно меняется в диапазоне от  $85^\circ$  до  $30^\circ$ . В силу того что нами не ставится задачи получения щепы из сухостойной древесины высокого качества, то данный тип технологического оборудования вполне подходит для исследования [2, с. 52].

Режущий инструмент рубительной машины работает в очень неблагоприятных условиях, и перерабатывает различный древесный

мусор, среди которого могут быть как гнилая древесина, так и мерзлая и сухая. Поэтому к нему предъявляются высокие технологические требования, причем в нем должен соблюдаться определенный баланс, между твердостью, пластичностью и антикоррозионными свойствами.

Для переработки свежесрубленной древесины применяются режущий инструмент, изготовленный из легированной стали. Повышение механических характеристик происходит за счет добавления легирующих элементов, например добавление хрома положительно влияет на твердость, прочность, прокаливаемость, а кобальта на твердость, пластичность, прочность, но в то же время снижает прокаливаемость.

Угол заточки режущего инструмента может варьироваться от 29° до 36°, а твердость режущей кромки на длине 2/3 от ширины ножа, считая от режущей кромки, но не менее 41 мм, 56—60 HRC. Однако как указывалось выше, существующие требования к рабочему инструменту рубительных машин не достаточны, для эффективной переработки сухостоя. Для повышения ресурса, предлагается местное упрочнение лазерной термической обработкой до твердости режущей кромки 62—65 HRC [2, с. 114].

Лазерная упрочняющая обработка заключается в воздействии луча оптического квантового генератора на поверхность. Во время этого процесса происходит поглощение светового потока и передача энергии лазера поверхностным слоям обрабатываемого материала. В результате в зависимости от интенсивности и длительности лазерного излучения может происходить нагрев материала без видимого разрушения, расплавления материала, испарения и вымывание продуктов разрушения.

Характер протекания этих процессов зависит от свойств обрабатываемого материала (коэффициента отражения поверхности, температуропроводности, теплопроводности, удельной теплоты плавления и испарения, плотности материала и т. д.) для упрочнения различных поверхностей используют импульсное и непрерывное лазерное излучение. Лазерная упрочняющая обработка при высокой степени локальности действия обеспечивает повышение износостойкости поверхностей различного назначения в 2...15 раз.

Главной особенностью лазерной термообработки является то, что она, являясь конечной операцией, дает оптимальное формирование свойств прикромочных зон материала, которые впоследствии не нарушаются во время заточки материала. При лазерном упрочнении сталей происходит их закалка с образованием сильно раздробленной мартенситной или мартенситно-аустенитной структуры, имеющей



большие микро искажения и плотность дислокаций. В зоне действия луча наблюдается повышение концентрации углерода вследствие более интенсивного выгорания железа. Кроме того, в результате ионизации газов воздуха под действием луча лазера происходит насыщение поверхностных слоев углеродом и азотом.

Лазерная обработка характеризуется по сравнению с другими видами поверхностной закалки величиной трещинообразования. Этот эффект достигается благодаря наличию отпущенных зон, которые тормозят развитие микротрещин несмотря на жесткие условия термического воздействия [4, с. 193].

С позиции технико-экономических возможностей обеспечения оборудованием и оснасткой более перспективным является импульсная лазерная обработка. Ее выполняют последовательным действием лазерного луча при перемещении его вдоль режущих кромок инструментов, при этом перед каждым последующим импульсом осуществляется перемещение или луча или обрабатываемого инструмента на определенный шаг.

На данный момент лазерная термическая обработка является одним из наиболее оптимальных способов местного упрочнения инструментов, без изменения производственной линии, при наличии соответствующего оборудования и помещения на предприятии.

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы, что необходимо определить основные параметры лезвийного инструмента и оборудования для переработки сухостойной древесины, а так же разработать нормы эксплуатационного обслуживания этого инструмента и оборудования.

### **Список литературы:**

1. Алексеев А.Е., Думанский И.О., Королев И.Ю., Елькин В.П., Ершов С.В., Васкан Ю.В. Повышение эффективности механической переработки сушающей древесины. Архангельск: Лесной журнал, 2011. С. 74—82.
2. Гомонай М.В. Технология переработки древесины: учеб. пособие. М.: Издательство Московского государственного университета леса, 2008. — 232 с.
3. Зотов Г.А. Дереворежущий инструмент конструкция и эксплуатация: учеб. пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2010. 380 с.
4. Зотов Г.А., Памфилов Е.А. Повышение стойкости дереворежущего инструмента. М.: Экология, 1991. 300 с.

## **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

***Волошко Оксана Вячеславовна***

*ассистент Национального технического университета Украины,  
«Киевский политехнический институт», г. Киев  
E-mail: [voloshko\\_o@ukr.net](mailto:voloshko_o@ukr.net)*

***Выслоух Сергей Петрович***

*канд. техн. наук, доцент Национального технического университета  
Украины, «Киевский политехнический институт», г. Киев  
E-mail: [vsp1@ukr.net](mailto:vsp1@ukr.net)*

## **THE METHOD OF DETERMINING CONSTRUCTION MATERIAL'S MACHINABILITY**

***Oksana Voloshko***

*Assistant of National Technical University of Ukraine  
"Kyiv Polytechnic Institute", Kiev*

***Sergey Vysloukh***

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of  
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute",  
Kiev*

### **АННОТАЦИЯ**

В статье рассматриваются вопросы определения обрабатываемости новых конструкционных материалов и обрабатывающих свойствах инструментальных материалов. Для этого предлагается новый способ определения обрабатываемости, который учитывает реальные свойства исследуемого материала. Способ использует возможности многомерного статистического анализа, что позволяет значительно снизить затраты времени, электроэнергии и материалов на проведение исследований, а также повысить точность определения обрабатываемости.

### **ABSTRACT**

In the article is indicated the questions determine the machinability of new construction materials and processing properties of the tool's materials.

To do this, we propose a new method for determining the machinability, which takes into account the real properties of the researching material. The method takes advantage of multivariate statistical analysis, which can significantly reduce the time, energy, and materials for researching, as well as improve the accuracy of machinability.

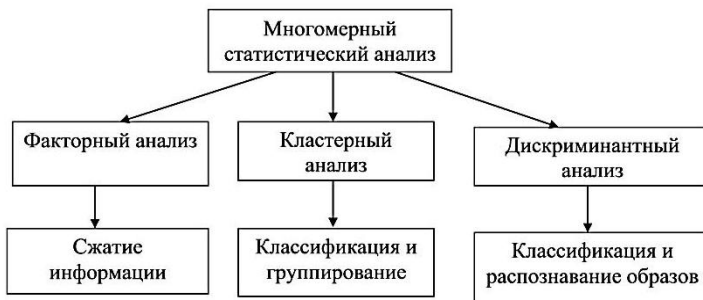
**Ключевые слова:** обрабатываемость; конструкционный материал; инструментальный материал; многомерный статистический анализ.

**Keywords:** machinability; construction material; multivariate statistical analysis.

Обрабатываемость материалов является одной из важнейших технологических свойств конструкционного материала, которая характеризует совокупность его свойств, определяет способность материала подвергаться обработке различными инструментами.

Определение обрабатываемости новых конструкционных материалов, как и обрабатывающих характеристик новых инструментальных материалов, требует значительного количества экспериментальных исследований и больших затрат времени и средств. Поэтому предлагается определение обрабатываемости новых материалов выполнять с учетом их реальных характеристик.

Обычно каждый материал характеризуется большим набором таких характеристик, как химический состав, физико-механические свойства, структура и т. п. Поэтому учесть все эти характеристики при определении обрабатываемости материалов традиционными методами достаточно сложно. Для решения этой задачи предлагается использовать многомерный статистический анализ, включающий методы снижения размерности массивов исходной информации без потери информативности, методы классификации, группирования и распознавания образов. Возможности применения методов многомерного статистического анализа для определения обрабатываемости конструкционных материалов приведены на рисунке 1.



***Рисунок 1. Возможности применения многомерного статистического анализа для определения обрабатываемости конструкционных материалов***

Применение методов многомерного статистического анализа позволяет без проведения значительных, расходных экспериментальных исследований определить как относительную обрабатываемость, так и рациональные режимы обработки нового конструкционного материала, а также обрабатывающие возможности нового инструментального материала.

Обычно определение относительной обрабатываемости нового конструкционного материала и условия использования инструментального материала, определяются путем проведения экспериментов над исследуемым и эталонным материалами при строго определенных условиях (например, с одинаковой скоростью резания). Такой метод требует значительных затрат времени, средств, энергических ресурсов и материалов на проведение исследований.

Возможности современной вычислительной техники и новейшие экономико-математические методы в виде методов многомерного статистического анализа позволяют по-другому подойти к решению задачи определения относительной обрабатываемости и рациональных режимов обработки. Для этого надо знать реальные значения физико-механических свойств и химический состав исследуемого материала.

Согласно предлагаемой методике все конструкционные и инструментальные материалы предварительно разделяются на классификационные группы по совокупности физико-механических свойств, химического состава и структуре. Для этого можно использовать имеющийся в справочной литературе классификацию материалов на группы (например, углеродные, легированные, жаростойкие, жаропрочные стали, алюминий и сплавы на его основе, медь и медные сплавы, чугуны, титан и титановые сплавы и т. п.). Более точное

разделение обрабатываемых и инструментальных материалов на классификационные группы можно получить, используя методику кластерного анализа, а именно — автоматическую классификацию [1].

Для определения классификационной группы, к которой относится исследуемый материал, предлагается использовать возможности дискриминантного анализа [2]. Дискриминантный анализ предоставляет статистический аппарат для изучения различий между двумя и более группами объектов относительно многих параметров одновременно. При этом считается, что существует две или более групп исследуемых объектов, отличающихся по совокупности параметров, причем эти параметры могут быть измерены по интервальной или относительной шкале. Дискриминантный анализ помогает выявлять различия между группами объектов и позволяет классифицировать их по принципу максимального сходства. Процедуры дискриминантного анализа реализуют задачи интерпретации и классификации. При интерпретации, когда рассматриваются различия между группами объектов, можно определить возможность, используя данный набор параметров (переменных), отличить одну группу от другой, насколько хорошо эти параметры позволяют выявить различия групп и какие из этих параметров являются наиболее информативными. Задача классификации связана с получением одного или нескольких функций, позволяющих определить одну из групп, к которой относится исследуемый объект. Таким образом, используя полученные классификационные функции можно объективно определить группу, к которой относится новый конструкционный или инструментальный материал.

С целью уменьшения объема экспериментальных исследований при определении обрабатываемости, предлагается сжать массивы исходной информации о характеристиках материалов классификационной группы, к которой отнесен изучаемый материал, что позволит значительно сократить время обработки информации и повысить точность результатов вычислений. Это целесообразно выполнить методами факторного или компонентного анализа [3, 4]. Получив, таким образом, небольшое количество латентных переменных можно их использовать для определения относительной и реальной обрабатываемости любого конструкционного материала.

На следующем этапе вычислений осуществляется определение обобщенного коэффициента обрабатываемости, учитывая особенности конкретного исследуемого материала. При этом в расчетной формуле каждая латентная переменная задается со своим весовым коэффици-

ентом, который учитывает ее вклад в общую информативность всех переменных.

Для определения относительной обрабатываемости конструкционного материала, как и обрабатываемых свойств инструментального материала, необходимо указать эталонный материал, по отношению которого она определяется. Отношение обобщающих коэффициентов исследуемого и эталонного материала указывает на обрабатываемость данного конструкционного материала.

Для определения реальной обрабатываемости нового конструкционного материала (рациональных режимов и условий обработки) предлагается использовать рекомендуемые нормативами режимы для классификационной группы материалов, к которой относится исследуемый материал, откорректировав их с учетом реальных его характеристик (химического состава и физико-механических параметров).

Таким образом, применение методов многомерного статистического материала позволяет без проведения длительных экспериментальных исследований определить обрабатываемость как относительную, так и абсолютную (рациональные режимы обработки) нового конструкционного материала, а также обрабатываемые возможности нового инструментального материала на основе использования их реальных характеристик

### **Список литературы:**

1. Вислоух С.П. Применение методов кластерного анализа при проектировании технологических процессов. // Вестник Сев. ГТУ. Выпуск 36: Автоматизация процессов и управление. Сб. Научн. Трудов Севастоп. Нац. Техн. ун-т. — Севастополь, 2002. — С. 103—108.
2. Вислоух С.П. Применение методов дискриминантного анализа при технологическом проектировании. / /Резание и инструмент в технологических системах. Межвед. Научн.-техн. сборник. — Харьков: ХГПУ, 2001. — Вып. 60. — С. 26—35.
3. Вислоух С.П. Факторный анализ технологической информации. //Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Выпуск 100. Машиностроение. — Харьков, 2000. — С. 26—29.
4. Вислоух С.П. Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С.П. Вислоух. — К.: НТУУ “КПР”, 2011. — 488 с.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

***Друзьянова Варвара Петровна***

*канд. техн. наук, доцент Северо-Восточного федерального  
университета им. М.К. Аммосова, г. Якутск  
E-mail: [DRUZVAR@mail.ru](mailto:DRUZVAR@mail.ru)*

***Петров Николай Вадимович***

*ассистент Северо-Восточного федерального университета  
им. М.К. Аммосова, г. Якутск  
E-mail: [petnikvad1988@mail.ru](mailto:petnikvad1988@mail.ru)*

## **PROSPECTS OF USE OF BIOGAZ IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

***Varvara Druzyanova***

*candidate of Technical Sciences, the Associate Professor of Northeast  
federal university named after M.K. Ammosov, Yakutsk*

***Nikolay Petrov***

*the Assistant of Northeast federal university named after M.K. Ammosov,  
Yakutsk*

### **АННОТАЦИЯ**

Защита окружающей среды: экологический эффект биогазовой технологии.

Рассмотрены перспективы по использованию биогаза в двигателях внутреннего сгорания в условиях Республики Саха (Якутия).

### **ABSTRACT**

Protection of environment: an ecological factor of use of biogas on protection of environment.

Prospects to biogas use are given in internal combustion engines in the conditions of the Republic of Sakha (Yakutia).

**Ключевые слова:** транспорт; нефть; биогаз; эквивалентное топливо.

**Keywords:** transport; oil; biogas; equivalent fuel.

В 2012 году по данным ГИБДД МВД в Республике Саха (Якутия) на учете состоит порядка 245694 тыс. ед. автотранспорта. Из них приблизительно 30 % приходится на грузовые автомобили, 70 % — на легковые машины и автобусы. Ежегодно в республику завозится около 45000 автомобилей, при этом около 25000 единиц заменяют выводимые из эксплуатации транспортные средства, а 20000 единиц составляют ежегодный прирост республиканского автомобильного парка. Подсчитано, что в среднем один автомобиль потребляет 2,2 т бензина (дизтоплива) в год. Таким образом, весь республиканский автопарк потребляет порядка 550000 т нефтяного топлива в год.

Однако нефть — это невозобновляемый источник энергии. Разведанные запасы нефти небезграничны и спустя всего несколько десятков лет иссякнут. По прогнозным данным в ближайшие 20...25 лет ожидается существенное уменьшение добычи нефти. С каждым годом резко обостряются экологические проблемы, связанные с использованием традиционных моторных топлив. В общем балансе факторов, негативно влияющих на окружающую среду, доля выбросов от двигателей внутреннего сгорания превышает 70 %.

Ориентация отечественной нефтяной отрасли на экспортные поставки, увеличение цен на моторное топливо в пять раз за последние 5 лет привели к значительному росту затрат на моторное топливо. Это, в первую очередь, отразилось на увеличении себестоимости сельскохозяйственной продукции в 3,7...4,7 раза. Но в отличие от отраслей промышленности, сельскохозяйственное производство имеет достаточные возможности по извлечению дополнительного вида топлива из органических отходов в виде биогаза. Известно, что биогаз с успехом используется в ряде стран как альтернатива обыкновенному бензиновому и дизельному топливам.

Лидером в этой области является Швеция. В 1996 году на одном из заводов Стокгольма по очистке канализационных вод была построена опытная установка для производства биогаза. Установка позволяла получать 1000 м<sup>3</sup> газа в день, что эквивалентно примерно 1000 л бензина. В основном газ использовался на котельной, а 150 м<sup>3</sup> применялись в заводских газобаллонных машинах. В год получается 365000 м<sup>3</sup>, что эквивалентно 365000 л бензина.



В той же Швеции в г. Линчопинг в 1990 году переоборудовали для работы на биогазе 64 автобуса (Вольво, Мерседес, Неоплан/Камминс) и два таксопарка. В г. Евлё биогаз применяется для производства тепла, электричества и в качестве топлива на 10 автобусах «Неоплан» с газовыми и гибридными силовыми установками. В г. Трольхеттане на биогазе, получаемом при переработке отходов мясной и рыбной промышленности, работают 15 автобусов.

Во Франции в Туре с 1994 года работает установка по получению и компримированию биогаза, обслуживающая 30 легковых автомобилей (Рено Клио, Пежо-106). В городе Лилль на этом топливе работают 100 автобусов, а в Тулузе — 6.

В Рейкьявике (Исландия) с загородной свалки органических отходов собирают до 500 куб. м. газа в час. После очистки, обогащения и компримирования газ, содержащий до 98 % метана, направляется в транспортные контейнеры под давлением 260 атмосфер. Контейнеры перевозят к потребителю и заправляют газом автомобили.

Не только в Исландии городские свалки твердых бытовых отходов стали источником биогаза. В заметных объемах биогаз добывается и утилизируется в ряде развитых западных стран. К их числу относятся США — 500 млн. м<sup>3</sup>, Германия — 400 млн. м<sup>3</sup>, Великобритания — 200 млн. м<sup>3</sup>, Нидерланды — 50 млн. м<sup>3</sup>, Франция — 40 млн. м<sup>3</sup>, Италия — 35 млн. м<sup>3</sup> и Дания — 5 млн. м<sup>3</sup> [1].

В настоящее время в Якутии достаточно остро стоит проблема недостатка топлива, с каждым годом идёт подорожание горюче — смазочных материалов. В республике она усугубляется дефицитом ГСМ, недостаточным уровнем централизации топливоснабжения, обусловленных территориальной рассредоточенностью населения. Теплоснабжение животноводческих ферм, других производственных объектов и жилого сектора осуществляется от мелких котельных, работающих на привозном жидком и твердом топливе, доставка которых требует больших финансовых и энергетических затрат. Отсюда и вытекают все те негативные показатели, присущие для системы теплоснабжения в условиях Республики Саха (Якутия).

В сельской местности особо остро стоит проблема топливообеспечения потребителей. В первую очередь это касается 266 отдаленных сельских населенных пунктов, в которых проживает около четверти сельского населения. Транспортировка угля до таких пунктов сопровождается физическими потерями, достигающими до 30 %, значительным расходом моторного топлива.

Как было отмечено выше, европейские страны давно перешли на использование биогаза в качестве моторного топлива. Например, в г. Упсала 31 автобус «Неоплан», 6 легковых автомобилей и 1 мусороуборочная машина работают на биогазе, получаемом из органических отходов и навоза. В кантоне Цюрих (Швейцария) с 1997 года биогаз получают из органических отходов. Правительство страны ограничивает отпускную цену этого вида топлива на уровне 70 процентов от стоимости дизельного топлива и т. д.

У нас в Якутии органического сырья в виде навоза образуется достаточное количество. По статистическим данным на 1 января 2012 г. в республике содержалось 237051 ед. поголовья крупного рогатого скота (КРС). Если считать, что от 1 гол. КРС в сутки выход навоза составляет в среднем 20 кг, то за стойловый период общий выход навоза составит 4741020 т. По результатам многочисленных исследований российских и зарубежных ученых, из 1 кг навоза можно получать в среднем 0,04 м<sup>3</sup> биогаза. Тогда, годовой объем производимого биогаза будет равен 189640 м<sup>3</sup>.

Нами рассчитаны эквивалентные объемы энергоресурсов в сравнении с ожидаемым выходом биогаза от поголовья КРС Якутии (таблица 1):

**Таблица 1.**

**Ожидаемые эквивалентные показатели энергоресурсов  
в сравнении с годовым объемом биогаза**

№ п/п	Эквивалентный показатель		Объем эквивалентного топлива	
	Наименование топлива	Эквивалентный энергетический коэффициент относительно объема биогаза	Объем, кг (м <sup>3</sup> )	Стоимость, тыс. руб.
1	Дизельное топливо	0,85	1227400	39276,00
2	Бензин	0,74	1068560	29919,32
3	Сжиженный газ	0,55	794200	11913,00
4	Сжатый газ	0,59	851960	10223,52

*Примечание: в таблице приведена средняя стоимость топлива без учета затрат на транспортировку и его хранение.*

Таким образом, современный этап жизни требует обязательного и неотложного принятия мер по утилизации производимого бесподстилочного навоза. Как показано в таблице 1, предлагаемая технология позволяет получать не только высококачественное

удобрение, но и дополнительный источник энергии — биогаз, который после обогащения (до уровня содержания метана в газе 95 %), очистки, осушки и компримирования используется в виде дополнительного качественного моторного топлива.

Биогаз состоит из смеси метана, углекислого газа, серы и водяных паров. Для использования в двигателях внутреннего сгорания биогаз подвергается тщательной очистке от углекислого газа, серы и воды. Существуют различные методы и способы очистки биогаза. Но ни один из них не подходит для широкого и эффективного применения в Якутии по причине жестких природно-климатических условий и низкого технического уровня сельхозпроизводства.

В данной ситуации, наиболее подходящим является механический способ (абсорбционный процесс) очистки биогаза, заключающийся в использовании фильтров с различными наполнителями.

Очистка биогаза путем механического способа имеет следующие достоинства, выгодно отличающих его от других методов и способов очистки:

- минимальная стоимость материалов;
- простота изготовления и эксплуатации фильтра;
- регенерация и стоимость абсорбера делают этот метод надежным средством защиты газгольдера, компрессоров и двигателей внутреннего сгорания от коррозии;
- улучшение социальных условий сельского населения путем получения дополнительного моторного топлива.

### **Список литературы:**

1. Региональная экологическая политика. Будущее без разрушений: нетрадиционные источники энергии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://nbra.ru/ecobook/budbezrazruch.pdf>.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КРУГЛЫХ ПИЛ НА ОСНОВЕ ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

*Хвиузов Михаил Андреевич*

*старший преподаватель Северного (Арктического) федерального  
университета, г. Архангельск  
E-mail: [mik5512@yandex.ru](mailto:mik5512@yandex.ru)*

*Галашев Александр Николаевич*

*канд. тех. наук, доцент Северного (Арктического) федерального  
университета, г. Архангельск  
E-mail: [galashev@list.ru](mailto:galashev@list.ru)*

## FORECASTING PERFORMANCE OF ROUND SAWS ON THE BASIS OF THERMOMETER CONTROL

*Mikhail Khviuzov*

*senior lecturer, Northen (Arctic) Federal University*

*Aleksandr Galashev*

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor of  
Northen (Arctic) Federal University*

### АННОТАЦИЯ

Предложен метод прогнозирования работоспособности круглых пил, основанный на использовании инфракрасного радиационного пирометра.

### ABSTRACT

The method of forecasting performance of round saws, based on the use of infrared radiation pyrometer.

**Ключевые слова:** температурный контроль; диск пилы; инфракрасный пирометр; режущий инструмент; зона нагрева.

**Keywords:** temperature control; saw disk; infrared radiation pyrometer; cutting tools; heating zone.

Деревообрабатывающий инструмент в процессе работы, как и любой другой, подвергается тепловому воздействию, возникаю-

щему в результате действия сил трения при резании материала. Особенность круглых пил заключается в том, что среди многочисленных влияющих на работоспособность факторов, весьма значительное влияние оказывают величина и распределение нагрева корпуса пилы [4]. Неравномерный нагрев при определенных параметрах может привести к нарушению плоского состояния вращающегося диска, в следствие чего происходит нарушение функционирования круглопильного станка [6], т. е. можно говорить о возникновении механического отказа оборудования. Такое явление наиболее часто происходит при продольной распиловке древесины.

С целью возможного предотвращения «зарезания» и «горения» круглых пил авторами была сформулирована исследовательская задача — установить возможность и условия прогнозирования нагрева в процессе распиловки.

Устанавливая возможность прогнозирования момента возникновения отказа, необходимо учитывать следующие условия [1]:

1. установлен параметр прогнозирования (ПП);
2. имеется возможность периодического или непрерывного контроля ПП;
3. известен критерий предельного состояния.

1. В качестве параметра прогнозирования принимаем величину температурного перепада ( $\Delta T$ ), суть которого заключается в разности температур наружной кольцевой зоны пильного диска, прилегающей к окружности межзубовых впадин ( $T_H$ ) и температуры средней кольцевой части диска, прилегающей к внешней окружности зажимных фланцев ( $T_B$ ). При условии  $T_H > T_B$  — перепад считается положительным, и наоборот. Отметим, что оба вида температурных перепадов возможны при различных обстоятельствах, но наиболее опасным и меньшим допустимым значением обладает положительный, нежели отрицательный перепад. В связи, с чем этому виду уделяется большее внимание.

Параметр  $\Delta T$  является косвенным технологическим, изменяющимся в результате изменения прямых параметров  $T_H$  и  $T_B$ .

2. Температуру указанных кольцевых зон пильного диска предлагается определять инфракрасными радиационными пирометрами. Так как процесс пиления является скоротечным (продолжительность непрерывного пиления, из-за высоких скоростей резания и подачи, не превышает 1—2 минут), контроль следует проводить посекундным.

3. Критерием предельного состояния является величина допустимого температурного перепада. Для пил, работающих

без принудительного охлаждения водой или водо-воздушной смесью, определяется по формуле [7]:

$$\Delta T_{\text{Дон}} = 12,3 \cdot 10^6 \cdot \frac{k_T \cdot N_{\text{рез}}}{D^{1,3} \cdot n^{0,4} \cdot S^{0,5}} = A \cdot N_{\text{рез}} \quad (1)$$

где:  $k_T$  — коэффициент, учитывающий долю мощности резания, расходуемой на нагрев диска пилы (без зубьев);

$N_{\text{рез}}$  — мощность резания на одну пилу, кВт;

$D$  и  $S$  — диаметр и толщина пильного диска, мм;

$n$  — частота вращения пильного вала,  $\text{мин}^{-1}$ .

Далее выбирался метод прогнозирования. Принимая во внимание различие свойств распиливаемых материалов даже в одной размерно-качественной группе, возможные значительные отклонения ПП в общие моменты процесса пиления, динамичность процесса и невозможность получения полной и достоверной статистической информации, в качестве метода прогнозирования использовано прогнозирование по реализации изменения параметра [3].

При прогнозировании по реализации принимают, что изменение ПП конкретного объекта характеризуется экстраполяционной функцией и средним квадратическим отклонением этой функции от фактического изменения ПП. Каждому изменению параметра соответствует остаточный ресурс. То есть в рассматриваемом случае остаточный ресурс допустимого температурного перепада в  $i$ -й момент времени:

$$\Delta T_{\text{Дон}}^{ocm} i = \Delta T_{\text{Дон}} - (T_{Hi} - T_{Bi}). \quad (2)$$

Дальнейшие действия рассмотрим на примере выполнения и обработки результатов одного из опытов натурального эксперимента, проведенного в реальных производственных условиях.

Производилось продольное пиление березовых необрезных пиломатериалов, длиной 6 м и толщиной 50 мм, на круглопильном станке ЦДК-4-2. Скорость подачи составляла 18 м/мин. Режущим инструментом (объектом исследования) была пила с твердосплавными напайками фирмы «Paritet» 400x36x50. Температура  $T_H$  определялась инфракрасным пирометром «Condrol 2 IT» с точностью 0,2°C. Температура  $T_B$  в течении опыта не изменялась и была равна температуре окружающего воздуха в цехе 23°C. Продолжительность

пиления составила 20 сек. Параметры ПП и первичной обработки опыта представлены в таблице 1.

Расчетная величина  $\Delta T_{Дон}$  с учетом того, что установленная мощность электродвигателя пильного механизма ЦДК-4-2 10 кВт, КПД передачи 90 % и частота вращения пильного вала 2940 мин<sup>-1</sup> [5], по формуле 1 составила 34,97°С и принята в дальнейшем 35°С.

Период наработки на отказ (интервал корреляции) принимаем последние десять секунд. Рассчитываем среднюю скорость изменения ПП —  $V_{Тср}$ , которая составила 0,6°С/сек. Среднеквадратичное отклонение скорости  $\sigma$  и коэффициент вариации скорости изменения ПП  $V$  соответственно равны 0,39 и 0,65. Верхняя и нижняя доверительные границы скорости изменения ПП определяются по формуле:

$$V_T^{B(H)} = V_{Тср} \pm U_\gamma \cdot \sigma / \sqrt{n} \quad (3)$$

где:  $U_\gamma$  — квантиль нормального распределения, при доверительной вероятности  $\gamma = 0,95$ , равно 1,65.

Расчет показывает  $V_T^B = 0,8$  и  $V_T^H = 0,4$ °С/сек. Из дальнейшего рассмотрения исключаем нижнее значение, так как верхнее значение скорее приближает момент отказа.

**Таблица 1.**

**Результаты наблюдений и обработки**

Время $t$ , сек	Температура $T_n$ , °С	Перепад $\Delta T$ , °С	Скорость $V_T$ , °С/сек	Остаточный ресурс $\Delta T_{Дон}^{ост}$ , °С
1	27,0	4,0	//	31,0
2	27,0	4,0	//	31,0
3	27,6	4,6	//	30,4
4	28,2	5,2	//	29,8
5	29,0	6,0	//	29,0
6	30,8	7,8	//	27,2
7	33,2	10,2	//	24,8

8	34,0	11,0	//	24,0
9	35,0	12,0	//	23,0
10	35,4	12,4	//	22,6
11	35,6	12,6	0,2	22,4
12	36,0	13,0	0,4	22,0
13	36,6	13,6	0,6	21,4
14	38,4	15,4	1,8	19,6
15	38,8	15,8	0,4	19,2
16	39,0	16,0	0,2	19,0
17	39,6	16,6	0,6	18,4
18	41,0	18,0	1,4	17,0
19	41,2	18,2	0,2	16,8
20	41,4	18,4	0,2	16,6

Далее проводим аппроксимацию функции  $T_H(t)$ . Учитывая, что исследуемая зависимость в интервале  $|t_{11}; t_{20}|$  непрерывно и монотонно возрастает (коэффициент корреляции  $r=0.98$ ), рассчитаем коэффициенты линейного и степенного уравнений регрессии [2]. Значения  $T_H(t)$  представлены в таблице 2.

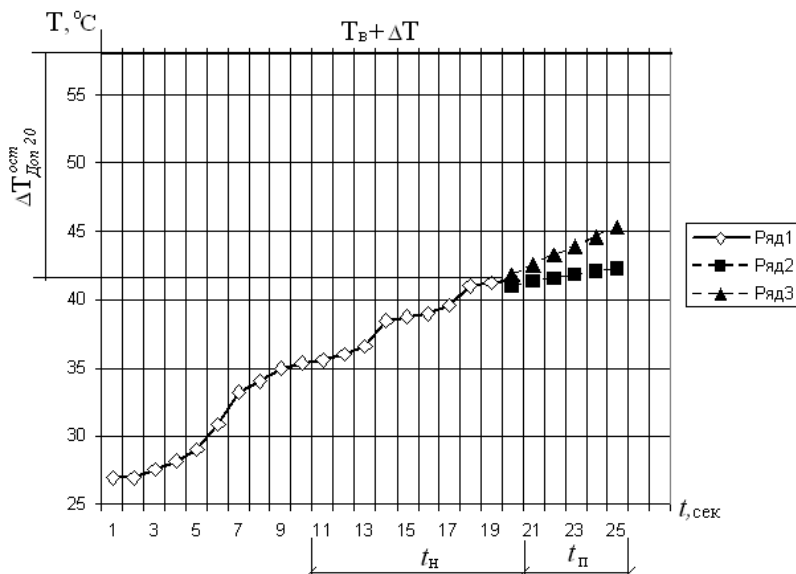
**Таблица 2.**

**Результаты прогнозирования остаточного ресурса  $\Delta T_{Дон}^{ост}$**

Время $t$ , сек	$T_H(t)=35,69t^{0,0726}$ (Ряд 2)		$T_H(t)=0,69t+34,95$ (Ряд 3)	
	Температура $T_H$ , °С	$\Delta T_{Дон}^{ост}$	Температура $T_H$ , °С	$\Delta T_{Дон}^{ост}$
20	41,0	17,0	41,8	16,2
21	41,3	16,7	42,6	15,4
22	41,6	16,4	43,2	14,8
23	41,8	16,2	43,9	14,1
24	42,0	16,0	44,6	13,4
25	42,2	15,8	45,3	12,7



Период прогноза определен исходя из условия, что  $t_{\Pi}$  следует принимать не более 1/2 периода контрольной наработки  $t_H$  (рисунок 1). Период прогнозирования размером в 5 секунд с уверенностью можно считать достаточным, чтобы после получения информации о возникновении возможного отказа ( $\Delta T_{\text{Доп}}^{\text{осм}} \leq 0$ ) предпринять управляющие воздействия для его предотвращения.



**Рисунок 1. Зависимость нагрева от времени пиления:**  
**Ряд 1 — фактические значения; Ряды 2 и 3 — прогнозируемые**

Формулируя вывод проделанной работы можно отметить, что прогнозирование на основании термометрического контроля работоспособности круглых пил с использованием термометрического контроля возможно при условии определения метода и условий прогнозирования. Разработанная методика может быть внедрена в процессы автоматизированного контроля работы круглопильных станков для продольной распиловки древесных материалов, что будет способствовать эффективности процессов лесопиления.

### **Список литературы:**

1. Михлин В.М. Прогнозирование технического состояния машин. М.: Колос, 1976. — 288 с.
2. Пижурин А.А., Розенблит М.С. Исследования процессов деревообработки. М.: Лесная промышленность, 1984. — 232 с.
3. РД 26.260.004-91. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации: методические указания. — Введ. 01.01. 1992. М.: Химнефтемаш, 1991. — 96 с.
4. Санев В.И. Обработка древесины круглыми пилами. М.: Лесная промышленность, 1980. — 232 с.
5. Станок прирезной с гусеничной подачей ЦДК-4-2: Руководство по эксплуатации / Тюменский станкостроительный завод. — Тюмень: Обл. типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Тюменского облисполкома, 1972. — 32 с.
6. Стахийев Ю.М. Работоспособность круглых пил. М.: Лесная промышленность, 1989. — 384 с.
7. Стахийев Ю.М., Пашков В.К. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины круглыми пилами. Архангельск: ЦНИИМОД, 1988. — 74 с.

## **СЕКЦИЯ 4.**

### **ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

#### **РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ РЕКУПЕРАЦИИ ВТОРИЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО- ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

*Филонова Ирина Игоревна*  
аспирант, КГЭУ, г. Казань  
E-mail: [filonovaii@yandex.ru](mailto:filonovaii@yandex.ru)

*Плотникова Людмила Валерьяновна*  
канд. техн. наук, доцент КГЭУ, г. Казань

#### **THE DEVELOPMENT OF ENERGY RECOVERY SYSTEM OF SECONDARY ENERGY PULP AND PAPER INDUSTRY BASED ON STRUCTURAL AND THERMODYNAMIC ANALYSIS\***

*Irina Filonova*  
post graduate student, KGEU, Kazan

*Ludmila Plotnikova*  
candidate of Technical Sciences, Associate Professor of KGEU, Kazan

*Работа поддерживается грантом Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-161.2011.8.*

## АННОТАЦИЯ

Представлены основные положения анализа энергетической эффективности промышленных предприятий. Реализован структурно-термодинамический подход к организации системы комплексной рекуперации вторичных энергоресурсов. Для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности описан вариант системы рекуперации на основе трансформаторов теплоты, таких как тепловые насосы.

## ABSTRACT

There are represented principal propositions of analysis of energy efficiency of large industrial enterprises. It is realized systematic approach to organizing a system of integrated utilization of secondary energy resources. For pulp and paper industry it is described developed variant of the system of utilization based on heat transformers, such as heat pumps.

**Ключевые слова:** энергосбережение; вторичные энергетические ресурсы; термодинамика; эксергия; тепловой насос

**Keywords:** secondary energy resources; energy saving; thermodynamics; exergy; heat pump

Вопрос экономии топливно-энергетических ресурсов на промышленных предприятиях относится к важнейшим задачам современной техники. Развитие энергосберегающих технологий определяет главное направление научно-технического прогресса в целлюлозно-бумажной, пищевой, химической, нефтеперерабатывающей, и прочих отраслях промышленности. Предлагаемый подход к созданию промышленных энергосберегающих систем рекуперации вторичной энергии является перспективным направлением, позволяющим достичь снижения энергоемкости целевой продукции, а также повысить термодинамическую эффективность производства. Такие системы позволяют осуществить рекуперацию имеющейся на предприятии вторичной энергии с целью выработки энергоносителей требуемого качества, которые могут быть использованы на том же производстве.

Оценить возможность применения той или иной системы рекуперации теплоты, выявить эффективный вариант синтезируемой системы возможно на основе структурно-термодинамического анализа, позволяющего учесть сложность структуры синтезируемой системы, взаимосвязи между элементами системы, изменение параметров протекания процессов в результате модернизации схемы; выявить резервы энергосбережения, потенциал рекуперированных потоков энергии.

Целью первого этапа анализа, а именно структурного анализа, является установление взаимозависимостей между элементами схемы с использованием теории графов, матричного анализа и определение оптимальной последовательности ее расчета [2]. При проведении структурного анализа технологическая схема производства представляется в виде ориентированного графа, где вершинами являются элементы схемы, а дугами — технологические и энергетические потоки. Далее полученный граф представляется в цифровой форме. Для этого составляется матрица смежности, дающая полную информацию о том, какое количество потоков направляется в тот или иной элемент или выходит из него; здесь же показывается, какие аппараты соединены каждым из потоков. Далее в результате перемножения матрицы смежности саму на себя выявляются замкнутые последовательности элементов, определяется количество таких контуров и их состав. Полученные результаты представляются в виде матрицы циклов. Матрица циклов отображает информацию о ранге контура и частоте потока, определяет количество потоков, разрыв которых позволит провести расчет схемы. В результате структурного анализа осуществляется и синтезируется так называемая балансовая технологическая схема, в которой выделяются блоки для дальнейших расчетов, построения расчетной модели исследуемого объекта, нахождения последовательности теплового и эксергетического расчета технологической схемы производства.

На следующем этапе анализа, а именно в термодинамическом анализе, используется эксергетический метод, позволяющий проанализировать и оценить степень термодинамического совершенства системы и определить потери от необратимости для схемы производства в целом и для каждого из ее элементов в отдельности. Особое внимание в эксергетическом методе уделено вопросам определения эксергетического КПД.

Общая форма записи эксергетического баланса для стационарного процесса, имеет следующий вид [2]:

$$\sum E^{**} = \sum E^* + \sum D,$$

где  $\sum E^{**}$  — подведенная к системе эксергия;  $\sum E^*$  — отведенная из системы эксергия;  $\sum D$  — потери эксергии в системе.

Термомеханическая эксергия однородного вещества определяется по выражению:

$$\Delta e = i_1 - i_0 - T_0(s_1 - s_0)$$

где  $i_0$  и  $S_0$  — энтальпия и энтропия рабочего вещества в состоянии, определяемом температурой  $T_0$  и давлением  $p_0$  (параметрами окружающей среды);  $i_1$  и  $S_1$  — энтальпия и энтропия рабочего вещества в заданном рабочем состоянии;  $Q_i$  и  $T_i$  — тепловой эффект и температура фазового перехода;  $C_p$  — средняя в заданном интервале температур изобарная теплоемкость рабочего вещества;  $T_1$  и  $p_1$  — соответственно температура и давление рабочего вещества;  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $M$  — молекулярная масса рабочего вещества.

Для расчета эксергии теплового потока используется выражение [1]:

$$e_q = Q \cdot \left(1 - \frac{T_0}{\bar{T}}\right),$$

где  $\bar{T}$  — средняя температура теплового потока;

$$\tau_e = \left(1 - \frac{T_0}{\bar{T}}\right) — \text{эксергетическая температурная функция.}$$

КПД по эксергетическому балансу, в общем случае определяется отношением [1]:

$$\eta_e = \frac{\sum E^{**}}{\sum E^*} = \frac{\sum E^* - \sum D}{\sum E^*},$$

где  $\sum E^{**}$  — отведенная из объекта эксергия;  $\sum E^*$  — подведенная к объекту эксергия;  $\sum D$  — потери эксергии в объекте.

В результате реализации структурно-термодинамического анализа на примере участка производства бумаги в целлюлозно-бумажном производстве разработана система рекуперации вторичной энергии для полезного использования теплоты отработанного влажного воздуха сушильной части бумагоделательной машины. Наибольшей эксергетической мощностью на рассматриваемом участке

обладает данный поток воздуха. Для рекуперации теплоты потока воздуха предложено включение теплового насоса. Схема включения следующая: холодный воздух, забираемый ранее из помещения, перед поступлением в сушильную камеру направляется в конденсатор теплового насоса, где нагревается до требуемой температуры и после этого направляется в сушильную камеру исходной бумагоделательной машины. В сушильной камере за счет тепломассообмена температура воздуха понижается, а влагосодержание увеличивается, происходит удаление влаги из продукта в соответствии с исходной технологией. Далее влажный воздух направляется в испаритель устанавливаемого теплового насоса, где охлаждается. Одновременно с процессом охлаждения происходит удаление выпавшей влаги.

В результате включения системы рекуперации коэффициент полезного использования теплоты увеличился на 15 %, коэффициент полезного использования эксергии на 5 %. Возможная экономия условного топлива за счет использования системы утилизации составила 8,5 тыс. т у. т./год.

Представленная методика может быть использована при проектировании новых и усовершенствовании уже действующих теплотехнологических схем производств целлюлозно-бумажной, химической, нефтеперерабатывающей, пищевой, и пр. отраслей промышленности.

### **Список литературы:**

1. Назмеев Ю.Г., Коныхина И.А. Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий. М.: Издательство МЭИ, 2002. — 407 с., ил.
2. Плотникова Л.В., Петрова О.Г., Плотников В.В. Построение расчетной модели сложноструктурированной теплотехнологической схемы нефтехимического производства // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2010. № 9—10. — С. 21—27.

## **СЕКЦИЯ 5.**

### **ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

#### **ВОПРОС О ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ**

***Шибанов Даниил Александрович***

*аспирант,  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: [dan11188@yandex.ru](mailto:dan11188@yandex.ru)*

***Иванов Сергей Леонидович***

*д-р техн. наук, профессор,  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: [lisa\\_lisa74@mail.ru](mailto:lisa_lisa74@mail.ru)*

***Фокин Андрей Сергеевич***

*канд. техн. наук, доцент,  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: [Fokin@spti.ru](mailto:Fokin@spti.ru)*

***Семенов Михаил Алексеевич***

*канд. техн. наук, доцент,  
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,  
г. Санкт-Петербург  
E-mail: [semenov021144@rambler.ru](mailto:semenov021144@rambler.ru)*



## THE QUESTION OF SHOVEL MAINTENANCE

*Daniil Shibarov*

*postgraduate student, National mineral resources university, St. Petersburg*

*Sergey Ivanov*

*the doctor of Technical Sciences, Professor, National mineral resources university, St. Petersburg*

*Andrey Fokin*

*candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National mineral resources university, St. Petersburg*

*Mikhail Semenov*

*candidate of technical sciences, Associate Professor, National mineral resources university, St. Petersburg*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены существующие в настоящее время системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) и пути их развития.

### ABSTRACT

In article the currently existing maintenance systems and ways of their development are described.

**Ключевые слова:** техническое обслуживание; карьерный экскаватор.

**Keywords:** maintenance; shovel.

В условиях рыночной экономики основными источниками существенного повышения конкурентоспособности, рентабельности и прибыльности предприятия является внедрение новых технологий и снижение эксплуатационных затрат на производстве. Однако пополнение этих источников не возможно без учета эффективности работы оборудования при повышении его технологической надежности и в частности долговечности и ремонтпригодности.

Проблема в области технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования заключается в ее нерациональной организации.

Основным видом технического обслуживания карьерных экскаваторов является система плано-предупредительного ремонта (ППР). Техническое обслуживание (ТО) и плановые ремонты

проводятся в заранее установленные нормативами системы ППР сроки после наработки определенного количества часов и имеют дифференцированный объем.

На сегодняшний день система ППР устарела и имеет ряд недостатков — устаревшие нормативы, недооценка фактических условий работы и состояния оборудования, качества материалов и запасных частей, значительные отклонения фактических данных работы оборудования от плановых, проведение излишних ремонтов, т. е. ремонтов исправного оборудования, и, как следствие — излишний рост эксплуатационных затрат [2, 3].

В настоящее время на угольных разрезах эксплуатируются более 1500 экскаваторов. Из 8760 часов годового календарного фонда времени (КФВ) на выполнение полезной работы при эксплуатации экскаваторов расходуется 1300—1700, в ремонте — 500—800 часов. Непроизводительное время при эксплуатации составляет 2200—2900, в ремонте — 2900—3900 часов. Тем самым получается, что на 1 ч производительной работы оборудования приходится 2,0—2,5 ч простоев в ремонте, а затраты на техническое обслуживание и ремонт составляют 25—40 % в себестоимости добычи угля [1].

При существующей системе технического обслуживания и ремонта в балансе годового календарного фонда времени доля непосредственного производственного времени соизмерима с временем простоев экскаваторов (плановые и аварийные ремонты). Затраты на техническое обслуживание составляют до половины себестоимости добычи угля. Экскаваторы эксплуатируются с различными нагрузочными режимами и периодичностью работы оборудования, даже будучи на одном разрезе, так как условия работы карьерных экскаваторов не строго детерминированы. Исходя из вышесказанного, метод периодического ремонта для карьерных экскаваторов неэффективен и нецелесообразен, кроме того не исключает вероятность аварийных отказов. Идея, что остаточный ресурс механизма определяется только временем его эксплуатации, не находит подтверждения на практике и носит явно выраженный затратный характер.

Как показывают исследования последних лет, техническое обслуживание осуществляемое по регламенту ППР, сокращают реальный межремонтный период в среднем на 15—30 %. Это обусловлено тем, что в реальных условиях не существует строгой взаимосвязи между сроком эксплуатации и техническим состоянием (ТС) оборудования [2].

Проведение технического обслуживания основывается на применении трех базовых схем: обслуживание по факту отказа, профилактическое обслуживание и обслуживание по состоянию.

Профилактическое обслуживание (Preventive Maintenance — PM) не что иное как система ППР.

Техническое обслуживание и ремонты по факту отказа, т. е. после наступления сбоя (Run to Breakdown — RtB), так же известная как реактивное техническое обслуживание (RtV). Подход обычно применяется для объектов, отказ которых не вызывает существенных последствий, а проведение работ по восстановлению несложное. Система RtV является наиболее простой системой обслуживания, но и наиболее дорогостоящей. При данной системе ТО не производится какое-либо мероприятия по поддержанию технического состояния в течение запланированного периода эксплуатации, в том числе не контролируются технические и технологические параметры оборудования. Ремонт или замена оборудования производится при выходе его из строя (аварийный отказ) или при выработке ресурса. Как правило стоимость ремонта по факту аварии многократно превышает планируемые расходы. В связи с тем, что экскаватор является сложной технической системой, и может быть отнесен к изделиям конкретного назначения вида I высокой категории опасности, а так же является одним из основных звеньев последовательной технологической цепочки горнодобывающего предприятия, система RtV не применяется для обслуживания карьерных экскаваторов.

Система обслуживания по фактическому состоянию (Condition Based Maintenance — CBM) является более прогрессивной системы ТО и уже внедряется на ряде отраслей промышленности. Суть технологии состоит в том, что обслуживание и ремонт производятся в зависимости от реального текущего технического состояния механизма, контролируемого в процессе эксплуатации без каких-либо разборок и ревизий, на базе контроля и анализа соответствующих параметров. Идея системы обслуживания по состоянию (CBM) состоит в минимизации отказов путем применения методов отслеживания и распознавания технического состояния методами неразрушающего контроля.

При появлении каких-либо факторов, вызывающих отклонения от нормального состояния механизма, своевременное диагностирование позволяет обнаружить эти отклонения. При этом определяются реальные причины происходящих изменений в каждой конкретной ситуации, принимаются обоснованные решения по их устранению.

Преимущества такой системы технического обслуживания очевидны:

- предприятие имеет объективные данные о текущем техническом состоянии оборудования;
- не нарушается нормальная работа механизма из-за необоснованного вмешательства человека;
- технически достоверно определяются необходимые сроки и объемы ремонтных и наладочных работ, контролируется качество их выполнения.

Недостатком системы обслуживания по состоянию СВМ является возможность ситуации, когда необходимость проведения ремонтных работ на нескольких экскаваторах одновременно превысит возможности ремонтной службы.

Развитием этой системы является бережливое производство (Lean Production) — концепция менеджмента, основанная на неуклонном стремлении к устранению всех видов потерь. Широко известны такие системы бережливого производства, как 5S, TQM, JIT и TPM. Особое внимание стоит уделить системе всеобщего производительного обслуживания, известной в английском сокращении как TPM (Total Productivity Maintenance). Это, пожалуй, самая сложная и многоплановая из всех систем, в совокупности образующих

TPM впервые была разработана в группе компаний Toyota почти сорок лет назад и с тех пор продолжает непрерывно развиваться и совершенствоваться. В отличие от других широко известных систем бережливого производства TPM в России долгие годы оставалась в тени.

Характерными чертами TPM являются: охват всего жизненного цикла оборудования, постоянное наблюдение и диагностические проверки оборудования для раннего обнаружения дефектов и предупреждения его отказа, а так же совместная работа основного персонала, обслуживающего горную технику, и специалистов ремонтных служб, которые вместе обеспечивают безотказную работу оборудования. Центральное направление TPM — самостоятельного обслуживания оборудования операторами, ведь основной персонал постоянно находится рядом с оборудованием, поэтому именно они первыми определяют отклонения от правильной работы и играют значительную роль в его первичном обслуживании, диагностике и предупреждении неисправностей. В результате удастся повысить эффективность использования оборудования, существенно снизить затраты на его обслуживание и ремонт, уменьшить аварийность и травматизм на производстве.

Система технического обслуживания в концепции TPM включает в себя постоянное наблюдение и акустические проверки оборудования для раннего обнаружения дефектов и предупреждения его отказа,

а также совместную работу основного персонала, обслуживающего горную технику, и специалистов ремонтных служб, которые вместе обеспечивают безотказную работу оборудования.

Подход ТРМ рассматривает техническое обслуживание как деятельность всего предприятия и в этом плане перекликается с подходами системы менеджмента качества. Основу метода ТРМ формируют пять целей [4]:

1. Повышать эффективность работы оборудования путем изучения всех видов потерь от простоя.
2. Добиться автономности обслуживания оборудования, возложив ответственность за управление на персонал, занимающийся его обслуживанием.
3. При формировании программы ТО использовать и рационально балансировать все виды обслуживания оборудования.
4. Развивать компетенции персонала.
5. Развивать контроль оборудования на ранних стадиях, за счет диагностических проверок обслуживания, анализа сбоев и ремонтно-пригодности оборудования на стадии его проектирования, производства, монтажа и ввода в эксплуатацию.

Основной персонал постоянно находится рядом с оборудованием, поэтому именно они первыми определяют отклонения от правильной работы и играют значительную роль в его первичном обслуживании, диагностике и предупреждении неисправностей. В результате удастся повысить эффективность использования оборудования, существенно снизить затраты на его обслуживание и ремонт, уменьшить аварийность и травматизм на производстве.

Целенаправленное постепенное и грамотное создание системы технического обслуживания по концепции ТРМ — является действенным способом решения ранее выделенных насущных проблем в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

Практика применения вышеуказанных концепций технического обслуживания показывает, что универсальных оптимальных решений нет и общие концепции приходится настраивать под конкретные условия. Отсюда возникает задача снизить потенциальное разнообразие вариантов проведения работ до рационально обоснованного варианта системы технического обслуживания, применимого к текущим условиям эксплуатации карьерных экскаваторов.

Все вышесказанное дает возможность сделать следующий вывод: используемая в настоящее время система планово-предупредительных ремонтов не оптимальна. При существовании различных концепций

технического обслуживания, остается открытым вопрос о совершенствовании стратегии технического сервиса карьерных экскаваторов.

### **Список литературы:**

1. Андреева Л.И. Методы формирования системы технического сервиса горно-транспортного оборудования на горнодобывающем предприятии. — Челябинск: НТЦ-НИИОГР, 2004. — 210 с.
2. Дорошев Ю.С. Повышение технологической надежности карьерных экскаваторов: монография / Ю.С. Дорошев, С.В. Нестругин. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. — 194 с.
3. Митюшин В. МИФ 2: Работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования (ТОиР) невозможно запланировать [Электронный ресурс] / В. Митюшин, А. Тарасов // Режим доступа: [http://www.pacc.ru/analytics/toro/toro\\_2.html](http://www.pacc.ru/analytics/toro/toro_2.html), свободный.
4. Техническое обслуживание и ремонты оборудования. Решения НКМК-НТМК-ЕВРАЗ / Под ред. В.В. Кондратьева, Н.Х. Мухатдинова, А.Б. Юрьева. — М.: ИНФРА-М, 2010. — 128 с.

## **СЕКЦИЯ 6.**

### **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ**

#### **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ОБШИВОЧНЫХ ЛИСТОВ НА РАЗМЕР ЗЕРНА**

***Гречникова Анна Федоровна***

*ведущий инженер-технолог прокатного производства,  
ЗАО «Алкоа СМЗ»,  
г. Самара*

*E-mail: [Anna.grechnikova@alcoa.com](mailto:Anna.grechnikova@alcoa.com)*

***Арышенский Евгений Владимирович***

*канд. техн. наук, ассистент Самарского Аэрокосмического  
Университета имени академика С.П. Королева  
(национально исследовательский университет),  
г. Самара*

*E-mail: [ar-evgenii@yandex.ru](mailto:ar-evgenii@yandex.ru)*

***Оводенко Алексей Максимович***

*директор прокатного производства, ЗАО «Алкоа СМЗ»,  
г. Самара*

*E-mail: [Alexey.ovodenko@alcoa.com](mailto:Alexey.ovodenko@alcoa.com)*

***Колобов Владимир Геннадьевич***

*руководитель группы прокатки, ЗАО «Алкоа СМЗ»,  
г. Самара*

*E-mail: [vladimir.kolobov@alcoa.com](mailto:vladimir.kolobov@alcoa.com)*

# DEVELOPMENT MODEL INFLUENCE TECHNOLOGICAL FACTORS BY PRODUCTION COVER SHEETS ON GRAIN SIZE

**Anna Grechnikova**

*Engineer Technologist of rolling division Joint-Stock Company  
«Alcoa SMZ», Samara*

**Evgenii Aryshenskii**

*cand. tech. sci, assistant “S.P. Korolev Samara State Aerospace University  
(national research university)”, Samara*

**Ovodenko Aleksey**

*director of rolling division Joint-Stock Company “Alcoa SMZ”, Samara*

**Kolobov Vladimir**

*supervisor-rolling group, Joint-Stock Company “Alcoa SMZ”, Samara*

## АННОТАЦИЯ

В результате анализа литературного обзора выявлены основные факторы влияющие на величину зерна в листах из высокопрочных авиационных алюминиевых сплавов. На основе лабораторных экспериментов построена модель влияния параметров технологии на среднюю величину зерна. Изучение этой зависимости позволило установить, что наибольшее влияние оказывает скорость нагрева до температуры отжига.

## ABSTRACT

The analysis of literature data revealed major factors influencing grain size of high strength aluminum alloy sheet. The model of grain size variation vs technological parameters is constructed from laboratory design of experiment. Studying of this model helped to understand that the main influence on grain size of V95 alloy have the heat-up rate during annealing.

**Ключевые слова:** микроструктура; отжиг; размер зерна; алюминиевые сплавы.

**Keywords:** microstructure; annealing; grain size; aluminum alloys.

Развитие аэрокосмической промышленности, совершенствование конструкций постоянно повышает эксплуатационные требования к обшивкам летательных аппаратов, в том числе из авиационных



алюминиевых сплавов. Как известно измельчение зерна в сплавах такого типа улучшает механические свойства металла [2, 6, 8, 9], тем самым повышая надежность этих изделий. В связи с этим в 1992 году, в ОСТ 1 90070 на обшивочные листы из алюминиевых сплавов внесено требование недопустимости наличия крупнокристаллической структуры в основном металле и в плакирующем слое, видимой невооруженным глазом. Это требование, согласно разрешающей способности человеческого глаза, фактически ограничивает величину зерна линейным размером около 200 мкм [7].

Поэтому весьма актуальным является поиск зависимости, позволяющий определять влияние технологических факторов производства обшивочных листов на размера зерна.

При производстве листов такого типа применяется многоступенчатая технология, которую укрупнено можно свести к следующим операциям. Отливка слитков → гомогенизация → наложение планшет → горячая прокатка → холодная прокатка (в ходе которой может предусматриваться промежуточный отжиг) → последующая термообработка (закалка с искусственным старением либо окончательный отжиг). Таким образом, на размер зерна может влиять множество параметров технологического процесса, что затрудняет определение упомянутой выше зависимости. Для того чтобы ограничить число необходимых для создания модели факторов авторами был проведен анализ работ посвященных влиянию технологических параметров производства обшивочных листов [2, 3, 6—9], на величину зеренной структуры. Данный обзор позволил выявить, что основными параметрами, от которых зависит величина зерна, являются степень холодной деформации (т.е. величина накопленной энергии деформации) и окончательный отжиг с его основными параметрами — температурой и скоростью нагрева.

Используем стандартные методы планирования [1] для построения модели совместного влияния данных факторов на средний размер зерна для сплава В95 пч. Каждый из трех факторов варьируем на двух уровнях, выбирая предельные значения исходя из возможностей стандартного оборудования использующегося при производстве данного типа листов [5] (табл. 1).

Таблица 1.

Матрица планирования 3-факторного эксперимента

Фактор	$x_0$ дополнительный фактор	$x_1$ степень холодной деформации	$x_2$ скорость нагрева при окончательном отжиге	$x_3$ температура окончательного отжига
Ед. измерения		%	°C/мин	°C
Нулевой уровень		50	0,5	400
Интервал варьирования		20	-	20
Верхний уровень		70	8	420
Нижний уровень		30	0,67	380

Зависимость ищем в виде линейной функции с учетом взаимодействия факторов между собой — совместного влияния температуры отжига и скорости нагрева, а также степени деформации и скорости нагрева.

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{23} x_2 x_3$$

Для оценки погрешностей проводим по 3 опыта для каждой предусмотренной моделью комбинации факторов.

Средний размер зерна определяем методом подсчета пересечений зерен (метод секущих) [4].

Определение величины зерна производят при таком увеличении, чтобы в поле зрения находилось целиком 80—200 зерен. Для определения средней величины зерна необходимо брать не менее 5-ти секущих в 5-ти полях. В качестве секущей служит линейка окуляр-микрометра. Располагая линейку вдоль, поперек направления деформации и под углом 45°, подсчитывается количество зерен ( $n$ ), пересекаемых этой секущей. Затем по формуле [4] определяется средний размер зерна:

$$D_{\text{cp}} = \frac{L \cdot k}{\sum n}$$

где:  $L$  — длина линейки окуляр-микрометра, мм;  
 $k$  — число секущих;

$n$  — сумма зерен, пересекаемых всеми секущими.

Матрица планирования эксперимента и результаты опытов представлены в табл. 2.

**Таблица 2.**

**Матрица планирования и результаты опытов по определению среднего размера зерна**

Фактор/ № опыта	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_2x_3$	$Y_{\text{ср}}$
1	–	–	–	+	+	161,3
2	–	–	+	+	–	151,0
3	–	+	–	–	–	102,7
4	–	+	+	–	+	105,0
5	+	–	–	–	+	231,7
6	+	–	+	–	–	232,3
7	+	+	–	+	–	102,7
8	+	+	+	+	+	103,0

Поскольку средний условный размер зерна является нормально распределенной величиной, а факторы не коррелируют между собой, то для отыскания коэффициентов функции отклика можно применить метод наименьших квадратов [1].

После расчета коэффициентов модели уравнение имеет вид:

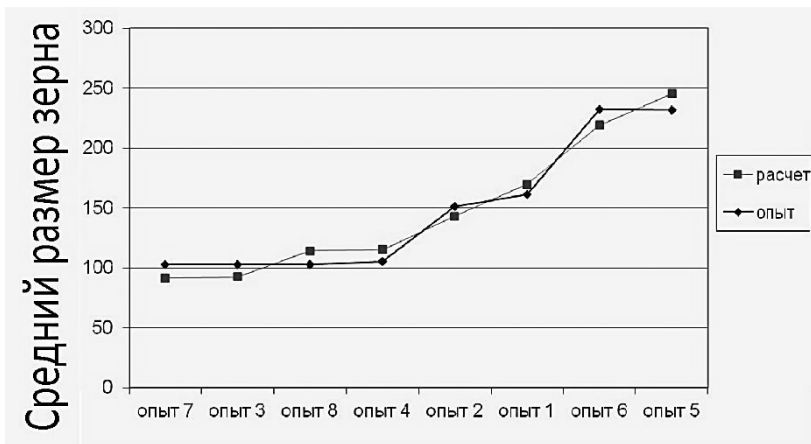
$$y=148,7+18,7x_1-45,375x_2-0,875x_3-19,2x_1x_2+12,3x_2x_3$$

Критерий Фишера для найденной зависимости:  $F=11,15$  меньше табличного значения:  $F_{\text{табл}}=19,00$ . Следовательно, полученная модель согласуется с опытными данными.

После вычисления дисперсии коэффициентов и доверительного интервала определяем, что коэффициент  $b_3$  является незначимым. Окончательно:

$$y=48,7+ 8,7x_1-45,375x_2-19,2x_1x_2-12,3x_2x_3 \quad (*)$$

На рис. 1 Приведено сравнение размера зерна рассчитанных по теоретической зависимости, и полученных в результате эксперимента.



**Рисунок 1. Зависимость среднего размера зерна от степени деформации, скорости нагрева и температуры отжига**

Из графика видно, что разница между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 11 %. Наименьший размер зерна наблюдался в опытах № 3, 4, 7 и 8 с максимальной скоростью нагрева. Это объясняется тем, что при высоких скоростях происходит только первичная рекристаллизация, и зерна не успевают начать поглощать друг друга. Следует отметить что из-за использования при производстве обшивочного листа линий непрерывной термообработки время отжига не значительно и не превышает 3 минут, исключая, таким образом, возможность прохождения собирательной рекристаллизации непосредственно при термообработке. Повышение степени холодной деформации в целом оказывает положительное влияние на уменьшение размеров зерна, однако, не такое сильное как скорость нагрева. Это можно объяснить тем, что даже при обжатии 50 % появляется достаточное для мелкозернистой структуры число зародышей и возникновение дополнительных уже не приводит к сильному уменьшению размеров зерна. Температура отжига в пределах регламентированного интервала практически не влияет на размер зерна — разница между опытами 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6, 7 и 8 не превышает 7 %.

#### Выводы

1. На основе экспериментальных данных получена зависимость размера зерна от скорости нагрева, степени предшествующей холодной деформации и температуры отжига. Расхождением модели

с экспериментальными данными составляют 11 % что делает её пригодной для инженерных расчетов.

2. Наиболее сильное влияние на размер зерна оказывает скорость нагрева, увеличение степени деформации так же способствует измельчению микроструктуры, в то время как изменение температуры отжига лишь незначительно влияет на данный показатель.

### **Список литературы:**

1. Адлер Ю.П. Введение в планирование эксперимента. М.: Metallurgia, 1969. — 157 с.
2. Алюминиевые сплавы. Структура и свойства полуфабрикатов из алюминиевых сплавов: Справ. изд. — М.: Metallurgia, 1974. — 432 с.
3. Арышенский В.Ю., Гречникова А.Ф., Дриц А.М. и др. Выбор технологических параметров для снижения размера зерна в основе и плакировке обшивочных листов из алюминиевых сплавов. // ТЛС, 2010, № 3. С. 22—30.
4. ГОСТ 21073.3-75. Металлы цветные. Определение величины зерна методом подсчета пересечений зерен.
5. Каргин В.Р., Чертков Г.В., Осинская И.В. Дипломное проектирование листопрокатных цехов. Самара : Изд-во СГАУ, 2010. — 103 с.
6. Манцев В.Н., Комарова Л.Г., Ланцова Л.П. Предотвращение крупнокристаллической структуры при изготовлении обшивок двойной кривизны // Технология легких сплавов. — 1999. — № 6. — С. 7—13.
7. Фридляндер И.Н., Берстнев В.В., Ткаченко Е.А. и др. Влияние термической обработки и деформации на величину зерна и механические свойства сплавов типа дуралюмин. // МИТОМ, 2003, № 7. С. 3—7.
8. Hollinshead P. Physical Metallurgy of 2xxx and 7xxx Alloys: Principles and Applications. Hot Deformation. ATC report, November 1999.
9. Staley J.T. Effect of Grain Morphology on the Toughness and Resistance to Exfoliation Corrosion of CK47-T6. 1969.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЦЕОЛИТА  
НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

***Гоголева Ольга Владимировна***

*канд. техн. наук, науч. сотр.,  
Институт проблем нефти и газа СО РАН,  
г. Якутск*

***Петрова Павлина Николаевна***

*канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,  
Институт проблем нефти и газа СО РАН,  
г. Якутск*

*E-mail: [oli-gogoleva@yandex.ru](mailto:oli-gogoleva@yandex.ru)*

**STUDY OF THE INFLUENCE OF ZEOLITE  
ON STRUCTURE AND PROPERTIES  
OF COMPOSITES BASED  
ON POLYTETRAFLUOROETHYLENE**

***Olga Gogoleva***

*Ph.D., research associate, Institute of petroleum and gas problems SB RAS,  
Yakutsk*

***Pavlina Petrova***

*Ph.D., Leading Researcher, Institute of petroleum and gas problems  
SB RAS, Yakutsk*

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье приведены результаты исследований по разработке самосмазывающихся триботехнических полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с использованием технологии комплексной модификации.

**ABSTRACT**

This article presents the results of research on the development of self-lubricating polymer tribological composites based on polytetrafluoroethylene (PTFE) using the technology of complex modifications.

**Ключевые слова:** полимерный композиционный материал; коэффициент трения; надмолекулярная структура; поверхность трения.

**Keywords:** polymer composite material; friction coefficient; molecular structure; surface friction.

Проблема целенаправленного улучшения триботехнических свойств политетрафторэтилена, сочетающего превосходные термо- и химически- стойкие свойства с низким коэффициентом трения остается на сегодняшний день актуальной. Эффективное управление его свойствами достигается при введении в политетрафторэтилен (ПТФЭ) соединений микро- и нано- метрового размера [2, с. 67, 3, с. 6, 4, с. 213]. Однако дорогостоящие методы синтеза нанодисперсных соединений ограничивают их практическое применение в производстве полимерных композиционных материалов (ПКМ). В связи с этим, для создания рентабельного производства изделий из ПКМ на основе ПТФЭ необходим поиск эффективных наполнителей на основе природного сырья и новых технологий, позволяющих перевести природные соединения в высокоактивное состояние доступными методами. Из числа существующих технологий по созданию новых ПКМ перспективным методом воздействия на минеральные наполнители для усиления их реакционной способности является механическая активация [5, с. 18, 6, с. 4]. Также наиболее доступным и приемлемым методом является модификация, в частности, использование возможности введения в полимеры жидких и твердых компонентов, совместное действие которых может изменять первоначальные свойства полимеров и тем самым получать материалы с заданными свойствами [7, с. 52].

Целью данной работы является разработка самосмазывающихся триботехнических полимерных композиционных материалов на основе политетрафторэтилена (ПТФЭ) с использованием технологии комплексной модификации.

Для обеспечения введения жидкой смазки в полимерный образец разработан технологический прием пропитки наполнителя моторным маслом. Для повышения структурной активности наполнитель подвергали предварительной механической активации в планетарной мельнице АГО-2 в течение 2 мин, после чего пропитывали моторным маслом в течение 24 ч при комнатной температуре. Композиции получали сухим смешением навесок компонентов в высокоскоростном лопастном смесителе. Образцы композитов для физико-механических, трибологических и структурных исследований получали по техно-

логии холодного прессования при удельном давлении 50 МПа с последующим свободным спеканием при температуре 380°C.

Установлено, что содержание моторного масла в цеолите после пропитки составляет 28,3 мас. %. Содержание масла в композитах с 2 и 5 мас. % содержанием цеолита составляла 0,6 и 1,6 мас. %, соответственно.

В табл. 1 приведены сравнительные характеристики физико-механических и триботехнических характеристик композитов на основе ПТФЭ. Показано, что модифицирование ПТФЭ нанодисперсным шпинелем магния (средний размер частиц от 10 до 30 нм) приводит к снижению скорости массового изнашивания до 130 раз при некотором уменьшении деформационно-прочностных свойств. Модифицирование ПТФЭ активированным в течение 2 и 5 мин природным цеолитом также приводит к снижению скорости массового изнашивания до 130 раз при сохранении деформационно-прочностных свойств по сравнению со свойствами ненаполненного ПТФЭ. Таким образом, показана конкурентоспособность наполнителя природного происхождения с нанонаполнителем полученным методом механохимического синтеза. Также преимущество выбора цеолита состоит в том, что природный наполнитель в 1000 раз дешевле нанодисперсных наполнителей.

**Таблица 1.**

**Физико-механические и триботехнические характеристики композитов на основе ПТФЭ и природного цеолита**

Композит	$\epsilon_p$ , %	$\sigma_p$ , МПа	$I$ , мг/ч	$f$	$T$ , °C
ПТФЭ	300	20	75-80	0,3	45—47
ПТФЭ+2 мас.% цеолита (акт.)	305	21	2,15	0,2	45—50
ПТФЭ+5 мас.% цеолита (акт.)	330	19,5	0,6	0,18—0,2	45—48
ПТФЭ+5 мас.% MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	260	16,5	0,6	0,1—0,2	45—48
ПТФЭ+2 мас.% цеолита, пропит. мотор.маслом	310	16	2,1	0,02—0,15	34—39
ПТФЭ+5 мас.% цеолита, пропит. мотор.маслом	330	17	0,13	0,02—0,05	38—40

*Примечание:  $\epsilon_p$  — относительное удлинение при разрыве, %;*

*$\sigma_p$  — предел прочности при растяжении,*

*МПа;  $I$  — скорость массового изнашивания при нагрузке 0,45 МПа, мг/ч;*

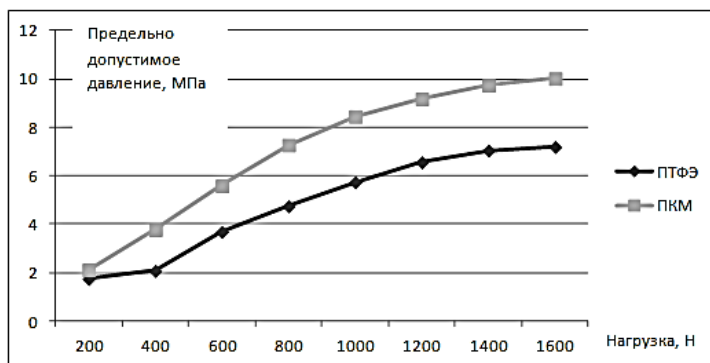
*$f$  — коэффициент трения;*

*$T$  — температура в зоне трения, °C.*



Установлено, что при наполнении ПТФЭ активированным в течение 2 мин природным цеолитом физико-механические характеристики увеличиваются на 10—20 %, скорость массового изнашивания снижается до 40—130 раз. При наполнении ПТФЭ, цеолитом, предварительно пропитанным моторным маслом М-8В, установлено снижение скорости массового изнашивания до 615 раз при нагрузке 0,45 МПа, также зарегистрировано увеличение относительного удлинения при разрыве на 10 % и снижение предела прочности при растяжении на 20 % по сравнению с ненаполненным ПТФЭ. Это, вероятно, связано с тем, что смазывание пары трения осуществляется за счет масла, находящегося в порах наполнителя. Из-за повышенной сорбционной способности природных цеолитов к углеводородам они способны удерживать оболочку из адсорбированных молекул компонентов смазки и доставлять их в зону трения, когда наступает истощение их в зоне трибоконтакта при повышении температуры. Таким образом, происходит предотвращение адгезионного изнашивания трущихся металлических поверхностей.

Для оценки работоспособности материалов триботехнического назначения принимается фактор  $PV$ , увеличение значения которого свидетельствует о повышении эксплуатационных возможностей материала — его использование в более нагруженных и скоростных узлах трения. В связи с этим исследованы нагрузочные способности разработанных ПКМ, на основании которых определены значения  $PV$ -фактора с целью определения их возможного применения в различных узлах трения транспортных систем. На рис. 1. приведена зависимость нагрузочной способности материала от прилагаемой нагрузки.

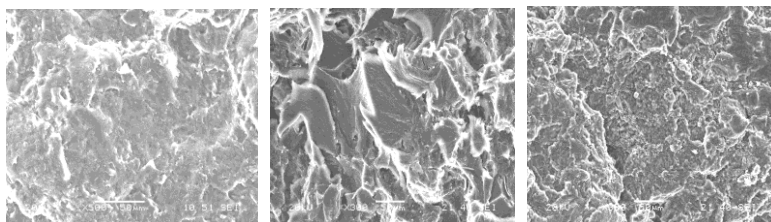


**Рисунок 1. Зависимость нагрузочной способности материала от прилагаемой нагрузки**

Установлено, что при модификации ПТФЭ повышается допустимые значения давления на материал до  $\sim 10$  МПа. Вероятно, это объясняется тем, что частицы цеолита под действием температуры, нагрузки и скорости скольжения в процессе трения переносятся на поверхность трения с образованием с материалом связующего устойчивых кластерных структур, предохраняющих материал от дальнейшего изнашивания.

Установлено, что модификация ПТФЭ предварительно пропитанным в моторном масле цеолитом приводит к повышению значения PV фактора до  $10 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$  при скорости скольжения  $1 \text{ м/с}$ , тогда как значения PV фактора для ненаполненного ПТФЭ соответствует  $7,5 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$ .

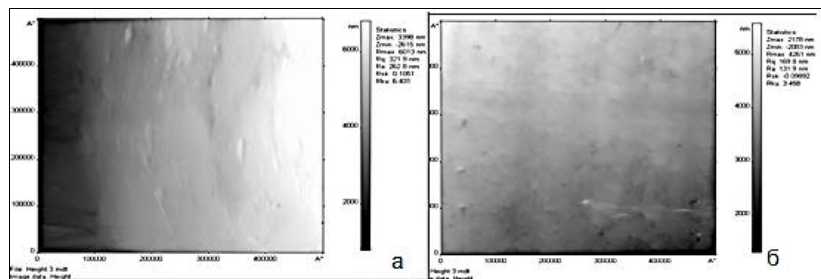
Проведены структурные исследования композитов, полученных комплексной модификацией ПТФЭ (рис. 2).



**Рисунок 2. Надмолекулярная структура: а) исходного ПТФЭ (x500); б) ПТФЭ, наполненного 5 мас. % цеолита (x300); в) ПТФЭ, наполненного 5 мас. % цеолита, пропитанного моторным маслом (x300).**

Структурные исследования подтверждают результаты исследования физико-механических и триботехнических свойств композитов. Исходный ПТФЭ (рис. 2, а) кристаллизуется в виде сферолитов, носящих фибриллярный характер. В ПКМ, модифицированном 5 мас. % цеолита (рис. 2, б) наблюдается более четкое геометрическое оформление надмолекулярных элементов. Развитие и рост сферолитообразных структурных элементов происходит от частиц цеолита, что характеризует поведение наполнителя как структурно-активное. В композите, полученном комплексной модификацией наблюдается существенное уменьшение размеров сферолитов до  $10\text{—}15$  мкм. Именно эти композиты отличаются оптимальным сочетанием триботехнических и деформационно-прочностных характеристик.

Микрорельеф и морфология поверхностей трения были изучены с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ) (рис. 3). В табл. 2 приведены параметры шероховатости поверхности ПКМ.



**Рисунок 3. Рельеф поверхности ПКМ: а) до трения; б) после трения**

Установлено, что среднеквадратичная и средняя шероховатость поверхности ПКМ после трения уменьшается в 2 раза. Это, видимо, один из важных вкладов в общее снижение коэффициента трения, т. к. при уменьшении шероховатости удельные давления в областях контакта уменьшаются. Уменьшение шероховатости композита свидетельствует также о трении по пленке переноса.

**Таблица 2.**

### Параметры шероховатости поверхности ПКМ

ПКМ	Средняя квадратичная шероховатость, нм	Средняя шероховатость, нм
До трения	321,9	262,8
После трения	169,8	131,9

*Примечание: скорость скольжения 0,39 м/с, путь трения — 7 км, нагрузка 2 МПа.*

**Заключение.** Для обеспечения введения жидкой смазки в полимерный образец разработан технологический прием пропитки наполнителя моторным маслом. Установлено, что модификация твердым наполнителем, предварительно пропитанным моторным маслом, приводит к понижению скорости массового изнашивания до 600 раз, также приводит к снижению коэффициента трения и температуры в зоне контакта до 2 раз по сравнению с ненаполненным ПТФЭ.

Разработанные материалы характеризуются стабильными и низкими значениями коэффициента трения и интенсивности изнашивания, повышенными деформационно-прочностными показателями, обеспечивающими жесткость сопряжений и высокую несущую способность. Использование подобных материалов позволит многократно повысить ресурс узлов трения для повышения надежности, безопасности и эффективности эксплуатации транспортной техники и технологического оборудования.

### **Список литературы:**

1. Машков Ю.К., Овчар З.Н., Суриков В.И., Калистратова Л.Ф. Композиционные материалы на основе политетрафторэтилена. Структурная модификация. — М.: Машиностроение, 2005. — 240 с.
2. Охлопкова А.А., Виноградов А.В., Пинчук Л.С. Пластики, наполненные ультрадисперсными неорганическими соединениями. — Гомель: ИММС НАНБ, 1999. — 164 с.
3. Охлопкова А.А., Петрова П.Н., Гоголева О.В. Разработка полимерных нанокомпозитов триботехнического назначения // Перспективные материалы. — 2008. — № 6. — ч. 2. — С. 213—217.
4. Охлопкова А.А., Аммосов Н.Г., Брощева П.Н. Влияние активированного модификатора на деформационно-прочностные и триботехнические свойства ПТФЭ // Пластические массы. 1999. — № 8. — С. 17—21.
5. Петрова (Брощева) П.Н. Разработка машиностроительных триботехнических материалов на основе политетрафторэтилена и природных цеолитов якутских месторождений// Автореферат. Якутск, 2002. — 24 с.
6. Петрова П.Н., Федоров А.Л. Повышение износостойкости композитов на основе политетрафторэтилена путем жидкофазного наполнения // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. — 2009. — № 5. — С. 48—53.

**РАЗРАБОТКА АКТИВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ  
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

***Исакова Татьяна Александровна***

*аспирант Института Проблем Нефти и Газа СО РАН, г. Якутск*

*E-mail: [tanchik1985@mail.ru](mailto:tanchik1985@mail.ru)*

***Петрова Павлина Николаевна***

*канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. Института  
Проблем Нефти и Газа СО РАН, г. Якутск*

*E-mail: [ppavlina@yandex.ru](mailto:ppavlina@yandex.ru)*

**WORKING OUT OF ACTIVATED TECHNOLOGIES  
FOR CREATION NEW TRIBOTECHNICAL MATERIALS  
ON THE BASIS OF POLYTETRAFLYOROETHYLENE**

***Tatyana Isakova***

*post-graduate student of Institute of Problems of Oil and Gas of the  
Siberian of the Russian Academy of Science*

***Pavlina Petrova***

*Candidate of Technical Sciences, Leading scientific employee, Associate  
Professor of Institute of Problems of Oil and Gas of the Siberian of the  
Russian Academy of Science*

**АННОТАЦИЯ**

Разработана технология совместной механохимической активации минерального и полимерного наполнителей с целью получения цеолитсодержащих механокомпозиатов для создания материалов на основе политетрафторэтилена с улучшенными деформационно-прочностными и триботехническими свойствами.

**ABSTRACT**

New technology was developed on the basis of high-energy on the stage snap tip utilizes a composite components using surfactants and polymeric fillers for modifying the surface activated mineral fillers, leading

to the advancement mechanical and tribotechnical properties of polymer composite materials .

**Ключевые слова:** активационные технологии; триботехнические материалы; полимерные композиционные материалы; модифицированные наполнители.

**Keywords:** activated techonogies; tribotechnical materials; polymer composite materials; modiflicated fillers.

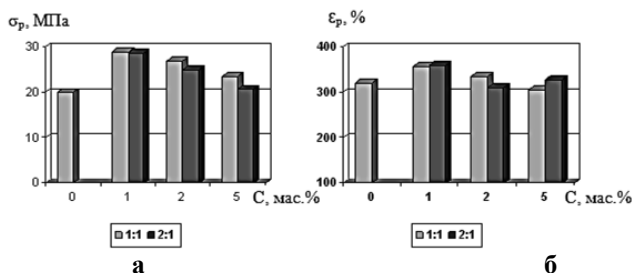
Во всех подвижных узлах и деталях проявляется проблема уменьшения трения, повышения износостойкости и ресурса устройств, а также уменьшения энергозатрат. Особенно остро эта проблема проявляется в регионах, где важна надежность работы техники в холодных условиях. В этом случае эффективными являются использование фторполимерных композитов, которые отличаются повышенной надежностью в эксплуатации, пожаробезопасностью и достаточно долгим сроком службы [4]. Кроме того, фторполимерные трубы, уплотнители, втулки и вкладыши используются для обеспечения эффективного функционирования устройств в агрессивной и влажной средах.

Наряду с целым рядом достоинств особенности политетрафторэтилена (ПТФЭ) приносят и множество проблем при создании полимерных композиционных материалов (ПКМ) на их основе. Главные из них — недостаточное адгезионное взаимодействие инертного ПТФЭ с поверхностью наполнителя любой природы. Отсутствие интенсивного взаимодействия приводит еще к тому, что дисперсность частиц наполнителя в полимере становится меньше дисперсности исходного наполнителя вследствие агрегации частиц, и активность наполнителя снижается или вообще не проявляется [2]. Известно, что определяющим модифицирующим фактором в ПКМ являются взаимодействие макромолекул связующего с поверхностью частичек наполнителя, предварительное модифицирующее воздействие на саму поверхность частичек может кардинально изменить общую картину эффектов наполнения. В связи с этим, в данной работе приводятся результаты исследований по разработке технологии поверхностной модификации природных цеолитов полимерными соединениями с использованием механической активации и влияние модифицированных наполнителей на деформационно-прочностные и триботехнические свойства полимерных композиционных материалов (ПКМ) на основе ПТФЭ.

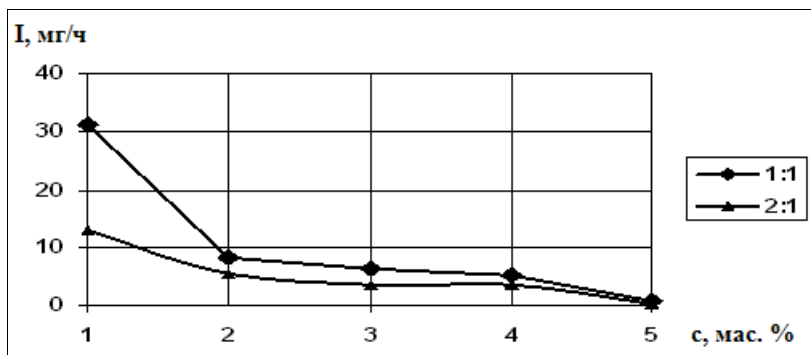
В качестве полимерных модификаторов поверхности наполнителя использованы фторполимер марки Ф-4МБ и ультрадисперсный ПТФЭ (УПТФЭ). Использование этих полимеров в качестве модификаторов цеолитов обусловлена с тем, что они хорошо совместимы с полимерной матрицей. Выбор цеолитов в качестве модифицируемого наполнителя обусловлено их каркасно-пористой структурой, благодаря чему они могут являться объемными носителями полимерных макромолекул.

Для модифицирования активированных цеолитов полимерами Ф-4МБ и УПТФЭ разработана технология совместной активации на планетарной мельнице «Pulverizette 5» фирмы FRITCH. При совместной активации частиц наполнителя совместно с полимерной добавкой на планетарной мельнице получают так называемые механокомпозиты, которые можно рассматривать как морфологически метастабильные структуры с высокой плотностью межфазных границ между исходными компонентами, обеспечивающие необычайно высокую контактную поверхность и очень большую концентрацию дефектов на поверхностях и в приповерхностных слоях [1, 5]. Все эти факторы создают идеальные стартовые условия для получения композитов с улучшенным комплексом свойств.

Влияние модифицированного Ф-4МБ цеолита на деформационно-прочностные и триботехнические характеристики ПКМ на основе ПТФЭ представлены на рис .1, 2. Показано, что введение модифицированного цеолита в количестве до 2 мас. % приводит к повышению деформационно-прочностных характеристик на 20—40 %, что косвенно свидетельствует о повышении адгезионного взаимодействия полимер-наполнитель.

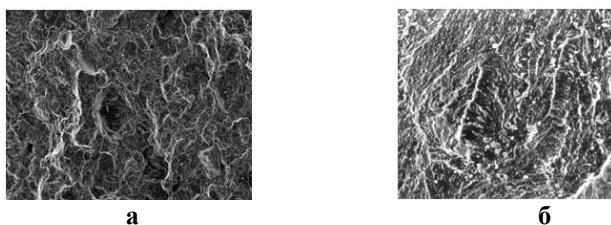


**Рисунок 1. Зависимость прочности при растяжении (а) и относительного удлинения при разрыве (б) ПКМ от концентрации модифицированного наполнителя при различном соотношении цеолита и Ф-4МБ**



**Рисунок 2. Зависимость скорости массового изнашивания от концентрации модифицированного цеолита при различном соотношении цеолита и Ф-4МБ**

Известно [3], что при использовании в качестве матрицы термопластичных полимеров исследователи зачастую сталкиваются с проблемой охрупчивания дисперсно-наполненных композитов. Таким образом, изделия из разработанных материалов благодаря своей эластичности и отсутствия хрупкости получаются технологичными в изготовлении и удобными в эксплуатации. Комплексное улучшение свойств ПКМ связано с тем, что в процессе совместной механоактивации с полимерными добавками под действием ударных и сдвиговых нагрузок происходит не только дальнейшее диспергирование минеральных наполнителей, но и снижается степень их агрегации в объеме полимерной матрицы. Это приводит к формированию композиционной системы с равномерным распределением частиц наполнителя в полимерной матрице, что подтверждено структурными исследованиями (рис. 3.)



**Рисунок 3. Микрофотографии (\*500) структуры полимерного композиционного материала с модифицированным Ф-4МБ цеолитом 2 мас.% 1:1 (а) и чистого ПТФЭ (б)**



Результаты исследований деформационно-прочностных характеристик ПКМ на основе ПТФЭ и модифицированного УПТФЭ цеолита приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Триботехнические характеристики ПКМ на основе ПТФЭ и модифицированного УПТФЭ цеолита**

№	Состав композита	Цеолит: УПТФЭ по массе	$\tau$ , мин	$\sigma$ , МПа	$\varepsilon$ , %	$I$ , мг/час
1	ПТФЭ		-	19,00	281,0	92,73
2	ПТФЭ +2мас.% (цеолит-УПТФЭ)	1:1	2	21,55	311,0	5,23
3		2:1	2	23,04	374,3	0,63
4		1:2	2	19,03	280,5	8,83
5	ПТФЭ+2 мас.% цеолита	-	2	22,00	350,0	2,15
6	ПТФЭ +5мас.% (цеолит-УПТФЭ)	1:2	2	18,82	245,2	0,90
7		2:1	2	19,90	250,5	0,10
8	ПТФЭ+5 мас.% цеолита	-	2	20,20	330,0	0,60

*Примечание:  $\sigma$  — прочность при растяжении;*

*$\varepsilon$  — относительное удлинение при разрыве;*

*$I$  — скорость массового изнашивания;*

*$\tau$  — время активации.*

Как видно из приведенных данных в табл. 1 добавление модифицированного наполнителя приводит к повышению прочности и относительного удлинения при разрыве материалов. По сравнению с композитами, содержащими немодифицированный цеолит в количестве 2 мас. %, разработанные композиты с модифицированным УПТФЭ цеолитов в той же концентрации превосходят по деформационно-прочностным характеристикам. При повышении концентрации модифицированного цеолита до 5 мас. % наблюдается снижение относительного удлинения при разрыве при сохранении значений прочности при растяжении на уровне композита с таким же содержанием только активированного цеолита. Это, видимо, связано с повышением модуля упругости композита при повышении концентрации модифицированного наполнителя, что приводит к уменьшению скорости массового изнашивания полимерных композитов в 900 раз. Установлено, что наиболее износостойким является композит состава ПТФЭ — 5 мас. % модифицированный

цеолит, полученный при массовом соотношении цеолит: УПТФЭ равном 2:1.

Таким образом, разработанную технологию модифицирования поверхности природных цеолитов фторполимерными соединениями с использованием совместной механической активации компонентов перед введением в ПТФЭ можно рассматривать как эффективный метод получения ПКМ с улучшенным комплексом свойств.

### **Список литературы:**

1. Анчаров А.И. и др. Механокомпозиты-прекурсоры для создания материалов с новыми свойствами / отв. Ред. О.И. Ломовский. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. — 424 с.
2. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А., Ошмян В.Г. Полимерно-композиционные материалы: научное издание/ Баженов С.Л. — Долгопрудный: изд. дом «Интеллект», 2010. — 352 с.
3. Липатов Ю.С. и др. «Физико-химические свойства и структура полимеров». — Киев: «Наука Думка», 1977. — 148 с.
4. Охлопкова А.А., Адрианова О.А., Попов С.Н. Модификация полимеров ультрадисперсными соединениями. — Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН. — 2003. — 224 с.
5. Шпак А.П., Куницкий Ю.А., Карбовский В.Л. Кластерные и наноструктурные материалы. — Т.1. Киев: Академперіодика, 2001. — 588 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ  
МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ЛЕГИРОВАНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ  
СПЛАВОВ NI-AL**

***Химухин Сергей Николаевич***

*профессор, д-р техн. наук, заведующий лабораторией,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт материаловедения Хабаровского научного центра  
Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
г. Хабаровск  
E-mail: [ximuxin@yandex.ru](mailto:ximuxin@yandex.ru)*

***Астапов Иван Александрович***

*канд. физ.-мат. наук, науч. сотр.,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт материаловедения Хабаровского научного центра  
Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
г. Хабаровск  
E-mail: [immaterial\\_khv@mail.ru](mailto:immaterial_khv@mail.ru)*

***Теслина Мария Александровна***

*канд. техн. наук, науч. сотр.,  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт материаловедения Хабаровского научного центра  
Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
г. Хабаровск  
E-mail: [mari\\_teslina@mail.ru](mailto:mari_teslina@mail.ru)*

***Безматерных Ксения Петровна***

*аспирант кафедры  
Компьютерного проектирования и сертификации машин,  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тихоокеанский государственный университет»,  
г. Хабаровск  
E-mail: [bksenya\\_p@bk.ru](mailto:bksenya_p@bk.ru)*

# FORMATION OF HEAT-FASTNESS COATINGS ELECTROSPARK DEPOSITION BY USING INTERMETALLIC ALLOYS NI-AL

*Sergei Khimukhin*

*Professor, Doctor of Technical Sciences, Institute for Materials Science,  
Russian Academy of Sciences*

*Ivan Astapov*

*PhD, Institute for Materials Science, Russian Academy of Sciences*

*Maria Teslina*

*PhD, Institute for Materials Science, Russian Academy of Sciences*

*Kseniya Bezmaternykh*

*graduate student, Pacific National University*

## АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние состава синтезированных Ni-Al сплавов на формирование покрытий, полученных методом электроискрового легирования. Изучен фазовый состав покрытий, приведены результаты металлографии и испытаний на жаростойкость. Показано, что наиболее эффективен для создания жаростойких покрытий синтезированный сплав состава Ni-66,9 % Al-32,9 %.

## ABSTRACT

Effect of composition synthesised Ni-Al alloys on formation of the coverings gained by a method of an electrospark deposition is investigated. The phase composition of coverings is studied, results of a microscopic metallography and tests for refractoriness are resulted. It is shown that the synthesised alloy of composition Ni-66,9 of % Al-32,9 of % is most effective for creation of temperature-resistant coverings.

**Ключевые слова:** электроискровое легирование; интерметаллические сплавы; Ni-Al; жаростойкость

**Keywords:** electro-spark deposition; intermetallic alloys; Ni-Al; heat fastness

## Введение

Сплавы на основе никеля широко применяются в газотурбинных двигателях и установках как материалы лопаток различных

ступеней [1], а также в остальных отраслях машиностроения, где необходимы жаропрочные сплавы, работающие при нагрузках (растягивающих напряжениях) длительное время. Для увеличения срока службы таких ответственных деталей и узлов применяют различные методы, например легирование и микролегирование никелевых сплавов или создание на их поверхности функциональных (защитных) покрытий [3]. Одним из способов решения данной задачи является применение метода электроискрового легирования (ЭИЛ) [2], отличающегося низким энергопотреблением, возможностью применения любых токопроводящих материалов и основанного на полярном массопереносе материала анода (легирующего электрода) на катод (деталь-заготовка). В настоящее время практически отсутствуют данные по исследованию процесса электроискрового легирования с применением электродных материалов из суперсплавов на основе никеля.

Таким образом, формирование на поверхности материалов, используемых в качестве лопаток ГТД, жаростойких покрытий является важной научно-практической задачей. В настоящей работе приводятся данные по исследованию электроискровых покрытий, полученных при использовании синтезированных электродных материалов Ni-Al различного элементного состава.

Методика и материалы.

В качестве электродных материалов для формирования покрытий использовались синтезированные интерметаллидные сплавы Ni-Al (табл. 1). Сплавы получены из алюминия и никеля высокой частоты методом литья в индукционной установке в защитной атмосфере.

*Таблица 1.*

**Состав исходных сплавов**

№ сплава	Содержание, масс. %		
	Ni	Al	Примеси
1	33,5	66,3	0,2
2	57,9	41,9	0,2
3	66,9	32,9	0,2
4	79,3	20,1	0,6
5	83,5	16,4	0,1

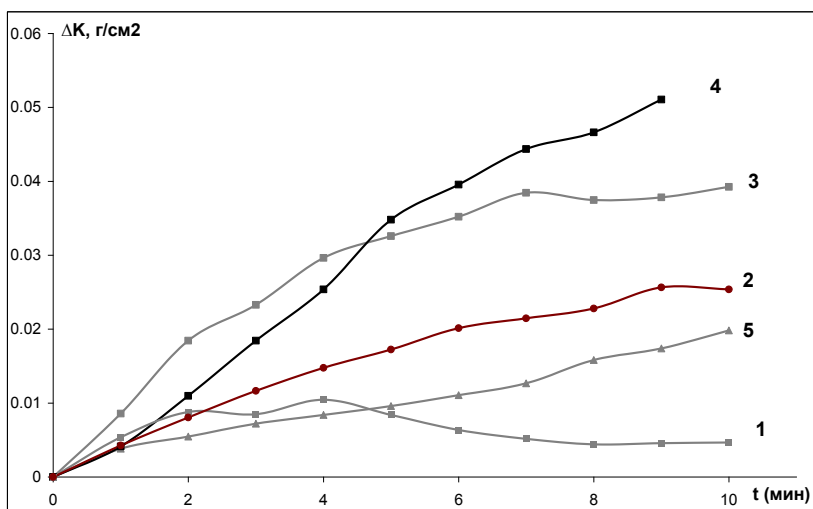
Для получения слоя методом ЭИЛ применялась установка «Элитрон-52Б». Легирование выполнялось в режиме: сила тока  $I=2,3$  А, напряжение  $U=100$  В, защитная среда — аргон. Для идентификации фаз, входящих в состав исходных материалов и покрытий, использовался дифрактометр ДРОН-7 (излучение:  $\text{Cu}_{K\alpha}$ , Ni-фильтр.  $U=40$  кВ,  $I=20$  мА.  $10 < 2\theta < 120$ ). Рентгенофлуоресцентный анализ

выполнялся на установке «Спектроскан МАКС-GV» с использованием метода фундаментальных параметров. Термический анализ (для построения зависимостей ТГ/ДТА) проводился на установке «Derivatograph Q-1500D»: температура 900°C, скорость 10°/мин, время выдержки 1 час. Металлографический анализ осуществлялся с помощью оптического (Planar Micro-200) и атомно-силового (Ntegra Prima) микроскопов.

#### Результаты и обсуждения

Электроискровое легирование производилось в инертной среде (аргон) для предотвращения возникновения оксидов в сформированном слое, которые образуются при взаимодействии алюминия (входящего в состав электрода) с кислородом воздуха при переносе расплавленного материала с анода на катод.

Отмечено, что при легировании электродом из сплава № 1 массоперенос минимален (рис. 1), адгезионное взаимодействие покрытия с основой мало и, соответственно, формирование покрытия необходимой сплошности не происходит.



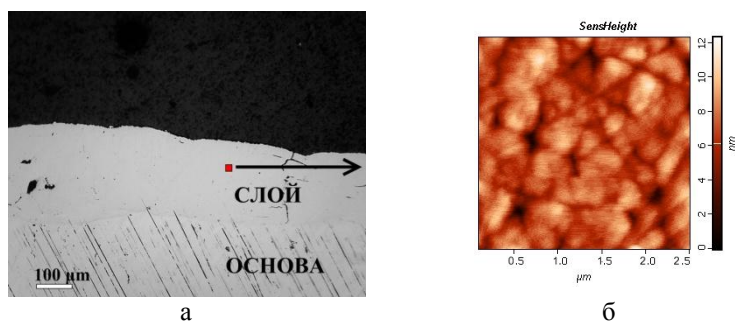
**Рисунок 1. Массоперенос при ЭИЛ сплавами Ni-Al в аргоне:**  
**1 — Ni-33,5 % Al-66,3 %; 2 — Ni-57,9 % Al-41,9 %; 3 — Ni-66,9% Al-32,9%; 4 — Ni-79,3% Al-20,1%; 5 — Ni-83,5 % Al-16,4 %**

При использовании сплава № 2 на поверхности формируется слой толщиной 40—70 мкм, однако значение коэффициента

массопереноса относительно сплавов №№ 3 и 4 мало, что свидетельствует от низком адгезионном взаимодействии покрытия с основой. Наибольшие значения массопереноса получены при использовании сплавов №№ 3 и 4, покрытия обладают высокими значениями сплошности.

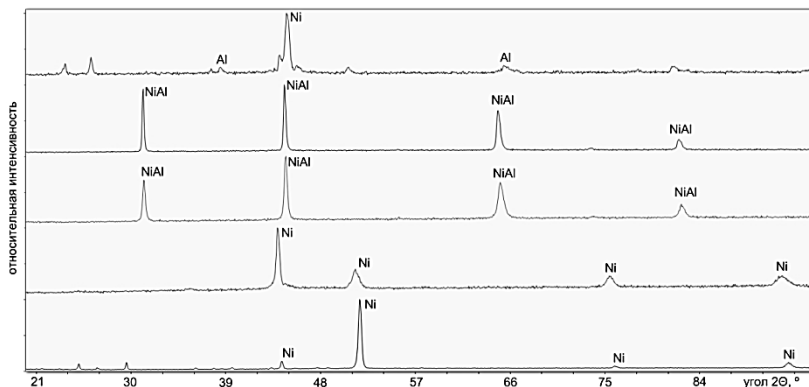
Металлографический анализ полученных покрытий показал, что при использовании электродных материалов с относительно низким содержанием никеля (сплавы № 1 и 2) образуется неравномерный по толщине слой, в котором наблюдаются проникающие трещины. Фрагментарность и хрупкость такого слоя не позволяет формировать жаростойкое покрытие нужного качества.

При увеличении содержания никеля в исходном легирующем материале (сплавы № 3, 4 и 5) образуется равномерный слой толщиной от 50 до 250 мкм (рис. 2). Трещины практически отсутствуют. Также замечено, что в зернах появляется субструктура в виде кристаллитов шириной 0,3—0,6 мкм.



**Рисунок 2. Поперечное сечение слоя (а) и АСМ-изображение отдельного участка (б). Сплав Ni-33,5 % Al-66,3 %**

Рентгенофазовый анализ покрытий, полученных при использовании сплава с низким содержанием никеля (Ni-33,5 % Al-66,3 %) и обработке в среде аргона, выявил, что образование интерметаллидов практически не происходит (рис. 3). При использовании сплавов № 2 и 3 (Ni-57,9 % Al-41,9 %; и Ni-66,9 % Al-32,9 % соответственно) в электроискровых покрытиях идентифицирована фаза NiAl, объемное содержание которой достаточно велико.



**Рисунок 3. Дифрактограммы полученных покрытий.**  
**1 — Ni-33,5 % Al-66,3 %; 2 — Ni-57,9 % Al-41,9 %;**  
**3 — Ni-66,9 % Al-32,9 %; 4 — Ni-79,3 % Al-20,1 %;**  
**5 — Ni-83,5 % Al-16,4 %**

При этом, исходя из дифракционных данных, фаза обладает высокой степенью упорядоченности, в ней практически отсутствуют дефекты. При увеличении процентного соотношения никеля (сплавы № 4, 5), в покрытие образуется твердый раствор алюминия в никеле без заметной доли интерметаллидной фазы.

Все результаты сравнивались с термограммой исходного материала — стали 20X13. Анализ полученных результатов показал, что наилучшим является покрытие из сплава, содержащего Ni — 66,9 % Al — 32,9 % (таблица 2). Для образца без покрытия характерен прирост массы до температуры нагрева 750°C за счет образования окисного слоя на поверхности, а затем начинается процесс разрушения и удаления с поверхности окисного слоя.

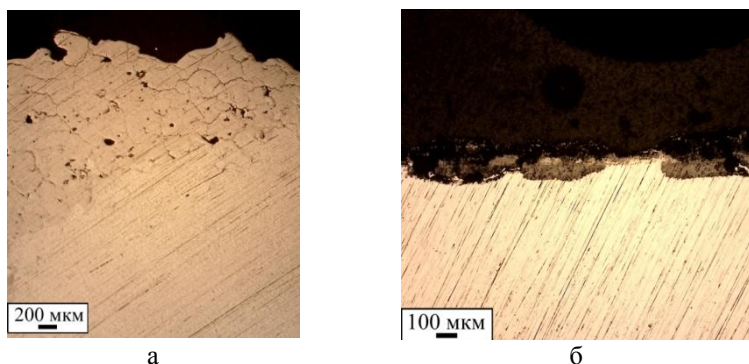
**Таблица 2.**

**Результаты термического анализа  
 (T=900°C, 10°/мин, выдержка 60 мин.)**

<b>Материал покрытия</b>	<b>Изменение массы, г/м<sup>2</sup></b>
Исходный материал, сталь 20X13 (без покрытия)	12,763
Ni-33,5 % Al-66,3 %	-15,045
Ni-57,9 % Al-41,5 %	-16,520
Ni-66,9 % Al-32,9 %	-0,408
Ni-79,3 % Al-20,1 %	41,639
Ni-83,5 % Al-16,4 %	45,192



Эти данные подтверждаются результатами металлографического анализа: покрытие, полученное при использовании сплава № 3, после испытаний на жаростойкость практически не подверглось коррозионному разрушению (рис. 4).



**Рисунок 4. Микроструктура образцов после испытаний на жаростойкость. а — ЭИЛ покрытие Ni-66,9 % Al-32,9 %; б — ЭИЛ покрытие Ni-83,5 % Al-16,4 %**

В тоже время остальные покрытия оказались менее эффективными при испытании на жаростойкость — происходило либо полное, либо частичное разрушение защитного слоя.

#### **Выводы**

Установлено, что при электроискровом легировании сплавами определенного состава (сплавы № 2 и 3) в покрытие образуется интерметаллид NiAl, объемная доля которого позволяет повысить жаростойкость стали 20X13. Однако при использовании электродного материала из сплава № 2, формирование слоя сопровождается трещинообразованием и он является хрупким, что приводит в процессе термического влияния к практически полному разрушению слоя. Причиной разрушения покрытия, возможно, является разница в коэффициентах термического расширения покрытия и основы. Таким образом, показано, что при использовании сплавов Ni-Al для формирования жаростойкого покрытия, наиболее эффективен синтезированный сплав состава Ni-66,9 % Al-32,9 %.

### **Список литературы:**

1. Братухин, А.Г. Российская энциклопедия CALS. Авиационно—космическое машиностроение / А.Г. Братухин, — М.: ОАО «НИЦ АСК». — 2008. — 608 с.
2. Верхотуров, А.Д. Формирование поверхностного слоя металлов при электроискровом легировании. — Владивосток: Дальнаука, 1995. — 323 с.
3. Каблов, Е.Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей (сплавы, технология, покрытия). / Е.Н. Каблов, — М.: «МИСИС». — 2001. — 632 с.

## СЕКЦИЯ 7.

### ТРАНСПОРТ И СВЯЗ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

#### ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ И ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖБЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*Гаглоев Эмзар Пореевич*

*соискатель ученой степени канд. тех. наук кафедры УВД МГТУ ГА,  
г. Москва*

*E-mail: [emzar-gagloev@mail.ru](mailto:emzar-gagloev@mail.ru)*

#### CENTRALIZATION AND DECENTRALIZATION OF ACTIVITY OF THE AIR TRAFFIC CONTROL SERVICE

*Emzar Gagloev*

*Degree seekers of MSTU of CA, Moscow*

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрены проблемы, связанные с принятием решений персоналом управления воздушным движением. Особое внимание уделяется соблюдению условий централизации и децентрализации деятельности. Возможный подход к решению проблемы основан на применение математической модели Г. Раша.

#### ABSTRACT

The problems, connected with decision-making by the staff of air traffic control are considered. Especial attention is paid to complying the conditions of centralization and decentralization of activity. A possible approach to the solution of the problem is based on the usage of the mathematical models of G. Rush.

**Ключевые слова:** фрагмент; проблема; централизация.

**Key words:** a fragment; a problem; centralization.

Диспетчер в условиях неопределенности должен уметь адекватно оценивать ситуацию и оперативно принимать решение. Развитие навыков действий должно исходить из учета ограниченных возможностей человека по переработке информации, изучение которых позволяет построить адекватные модели и более эффективно организовать деятельность, в том числе и по взаимодействию со службами обеспечения полетов.

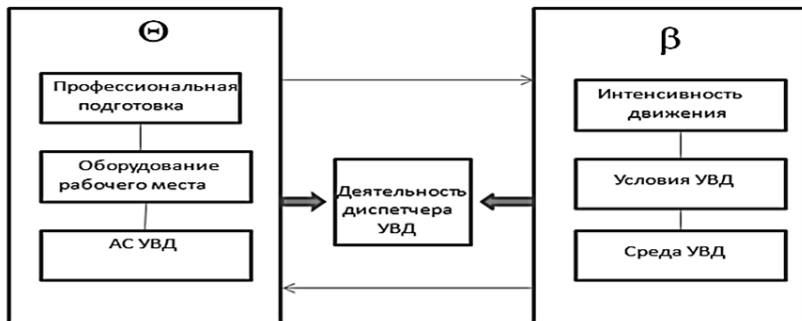
Важным вопросом при исследовании деятельности персонала управления воздушным движением (УВД) является определение времени переработки информации для принятия решения в различных условиях деятельности. Время и информация — это те универсальные меры, которые характеризуют поведение диспетчера УВД и функционирование технических систем. В этом плане представляет интерес решения следующих задач:

- разработка методов определения количества воспринимаемой информации;
- времени и успешности выполнения задач и энергетических затрат, в частности, психофизиологической напряженности персонала УВД, в процессе деятельности.

В процессе деятельности диспетчеру УВД поступает дискретная и непрерывная информация. Основная часть внимания занимает непрерывная информация, непосредственно связанная с деятельностью и поступающая как от радиотехнических средств и автоматизированных систем управления воздушным движением (АС УВД), так и непосредственно через зрительные, а также слуховые органы восприятия информации. Другой вид информации — дискретная. Это в основном указания руководителя полетов, доклады экипажей воздушных судов (ВС), информация от служб обеспечивающих полеты, сигнализация и. т. д. Практически в реальной деятельности диспетчера УВД по обслуживанию воздушного движения и во взаимодействии со службами обеспечения полетов эти виды информации тесно связаны и могут быть разделены только условно.

Основным фактором, влияющим на деятельность диспетчера УВД, является профессиональная подготовка. Вместе с тем, на качество деятельности диспетчера УВД влияют и факторы использования АС УВД и особенности оборудования диспетчерского пункта (эргономические особенности). Тем не менее, диспетчер УВД помимо профессиональных знаний должен обладать навыками максимально эффективного использования существующих АС УВД и эргономических особенностей оборудования рабочего места. В совокупности

профессиональная подготовка, оборудование рабочего места и АС УВД, влияют на эффективность деятельности и определяют квалификацию диспетчера УВД ( $\Theta$ ). С другой стороны влияние интенсивности движения воздушных судов (ВС) в зоне ответственности диспетчера УВД, условия деятельности и среда деятельности определяют сложность обеспечения деятельности ( $\beta$ ) (рис. 1).



*Рисунок 1. Влияние условий на деятельность диспетчера УВД*

Важнейшая особенность взаимодействий иерархических систем — распределение функций по принятию решения между различными уровнями. В системе УВД взаимодействие службы УВД авиапредприятия со службами обеспечения полетов — эта проблема централизации и децентрализации [1]. Всякое решение принимается на основе переработки информации. Оно должно быть принято своевременно, и поэтому предъявляются требования не только по качеству, но и срокам обработки информации. Принятие решений на основе устаревшей информации не может быть удовлетворительным. При больших потоках информации в системе УВД централизованный сбор, обработка и принятие решения практически невозможны и нецелесообразны. В случае перехода к АС УВД, принцип разделения ответственности между иерархическими уровнями будет сохранен, ибо при оптимальной степени децентрализации сокращаются до минимума неопределенность в системе, при принятии решений в процессе управления. Каждая подсистема, имея дело с меньшим объемом информации, оперативно ее обрабатывает и принимает по ней решение. Однако, будучи наделенной властью и имея определенные степени свободы, подсистема начинает функционировать независимо, самостоятельно и ее интересы становятся нетождественными интересам всей системы. Таким образом,

неопределенность, заключенная в необработанной информации, переходит в неопределенность поведения системы. Поэтому чрезмерная децентрализация делает систему неуправляемой, а оптимальная позволяет улучшать организационную структуру, уменьшить потоки информации и повысить эффективность всей системы управления в целом.

В данном случае решение проблемы централизации и децентрализации системы УВД выполняется путем выполнения условий математического аппарата Г. Раша, представляющей собой функцию от взаимодействия двух основных факторов — уровня развития интересующего свойства (квалификации  $\Theta$  и трудности задания  $\beta$ ). В каждом конкретном случае вероятность правильного принятия решения тем ближе к единице, чем выше  $\Theta$  и соответственно ниже  $\beta$ . Эти условия записываются математическим аппаратом Г. Раша как функция от разности двух параметров:

$$P\{X_{ij}=1/\Theta_i, \beta_j\}=f(\Theta_i - \beta_j) \quad (1).$$

Опорные фрагменты деятельности применительно в организации взаимодействия службы УВД авиапредприятия со службами обеспечения полетов представляют собой выполнение определенных действий предписанных инструкциями и технологией работы. В то же время, инструкции и технологии обслуживания воздушного движения разрабатываются на основе Федеральных авиационных правил и других нормативных документов, регламентирующих деятельность. Любой уровень централизации деятельности диспетчера УВД, означает принятие решения, руководствуясь нормативными документами, регламентирующими деятельность, в том числе и по взаимодействию со службами обеспечения полетов.

При обслуживании воздушного движения условиях высокой интенсивности, диспетчер УВД очень часто попадает в ситуациях, когда для безопасного обслуживания воздушного движения нет точных инструкций, или существуют инструкции, выполнение которых в данных условиях выполнить очень трудно или практически невозможно. В таком случае необходимо, уполномочить диспетчера принимать решение исходя из поставленной задачи и уровня собственной квалификации.

В значительной степени в определении трудности выполнения задания диспетчером УВД играет интенсивность движения воздушных судов, выполнение которого диктуется производственным планом. Производственный план и условия его выполнения, разработанные на основании документов, регламентирующих деятельность по ОВД,

определяют трудность выполнения задания. Согласно определению Г. Раша отношение вероятности выполнения задания  $P_{ij}$  к вероятности невыполнения задания  $Q_{ij}$  определяет шанс на успех:

$$P_{ij}\{\Theta_i, \beta_j\} = e^{\Theta_i - \beta_j} / (1 + e^{\Theta_i - \beta_j}) \quad (2)$$

$$Q_{ij} = \{0 / \Theta_i, \beta_j\} = 1 - (e^{\Theta_i - \beta_j} / (1 + e^{\Theta_i - \beta_j})) \quad (3)$$

$$P_{ij} / Q_{ij} = (e^{\Theta_i - \beta_j} / (1 + e^{\Theta_i - \beta_j})) / (1 - (e^{\Theta_i - \beta_j} / (1 + e^{\Theta_i - \beta_j}))) \quad (4).$$

Для сравнения шансов на успех испытуемого  $i$  при выполнении двух заданий  $k$  и  $n$ , возьмем их отношение  $e^{\Theta_i - \beta_k} / e^{\Theta_i - \beta_n}$  подставим в формулу (4) и проводим вычисления. После сокращения будем иметь шанс на успех  $e^{\beta_k - \beta_n}$ .

Из формулы видно что, шанс на успех выполнения двух заданий одним диспетчером УВД, зависит исключительно от трудности предлагаемых заданий.

Кроме трудности выполнения задания на качество деятельности диспетчера УВД также огромное влияние оказывает профессиональная подготовка персонала УВД ( $\Theta$ ). Профессиональная подготовка персонала системы УВД можно рассматривать в двух аспектах:

- как привитие необходимого набора навыков действий в штатных ситуациях, а также в оговоренных особых случаях;
- как выработку способности действовать в непредвиденной обстановке.

В первом случае процесс профессиональной подготовки персонала УВД основывается на предположении, что условия деятельности не выходят за рамки оговоренных стандартов. Во втором случае персонал УВД должен иметь навыки действий не только по шаблону, но и принимать такие решения, которые не предусмотрены, ни одним нормативным документом и для выработки которых необходимо быстрая оценка различных, взаимоисключающих вариантов действий. Диспетчер в условиях неопределенности должен уметь адекватно оценивать ситуацию и оперативно принимать решение. Развитие навыков действий исходить из учета ограниченных возможностей человека по переработке информации, изучение которых позволяет построить адекватные модели и более эффективно организовать деятельность службы УВД. Каждая из перечисленных задач характеризует персонал УВД как некоторого звена в системе УВД и определяет частную модель его деятельности в определенных условиях. Наибольший интерес представляет исследование предельных или резервных возможностей персонала УВД, поскольку

это имеет решающее значение при анализе деятельности в особых условиях, и позволяет проводить децентрализацию деятельности системы УВД с обязательным учетом возможности выполнения задания персоналом УВД. Из формулы (3) для определения шансов на успех одного испытуемого  $i$  с шансом другого  $m$  в задании  $j$ , берется отношение шансов  $e^{\theta_i - \beta_j} / e^{\theta_m - \beta_j}$  и подставляется в формулу (4). После некоторых упрощений имеем:  $(e^{\theta_i} / e^{\beta_j}) / (e^{\theta_m} / e^{\beta_j}) = e^{\theta_i} e^{\beta_j} / e^{\theta_m} e^{\beta_j}$ . В результате сокращения выражение принимает вид  $e^{\theta_i - \theta_m}$  и показывает, что шанс на успех выполнения одного и того же задания двумя диспетчерами УВД, зависит исключительно от их квалификации [3].

Таким образом, решение проблемы необходимой централизации и возможной децентрализации деятельности авиатранспортной системы необходимо производить с обязательным учетом трудности выполнения задания (производственного плана) и квалификации персонала. При разработке руководящих документов, регламентирующих деятельность структурных подразделений авиатранспортной системы, необходимо детальная оценка их применения, исключающих возможность противоречия с другими действующими нормативными документами. Степень централизации и децентрализации авиатранспортной системы поводить строго в соответствии с соблюдением главных показателей качества функционирования — безопасностью, регулярностью и экономичностью полетов.

### Список литературы:

1. Анодина Е.Г., Кузнецов А.А. Маркович Е.Д. Автоматизация управления воздушным движением / Учеб. Для вузов; Под ред. А.А. Кузнецова. — М.: Транспорт, 1992. — С. 42—132.
2. Гаглоев Э.П. Философские аспекты деятельности оператора службы УВД. //Научный вестник МГТУ ГА. — 2012. — № 182(8).
3. Гаглоев Э.П. Математическое измерение Г.Раша, применительно во взаимодействии службы УВД со службами обеспечения полетов. //Научный вестник МГТУ ГА. — 2011. — № 171(9).



## СЕКЦИЯ 8.

### СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

#### КОНЦЕПЦИЯ ПРЕСТИЖНОГО ЖИЛЬЯ В XVIII В. И В СОВРЕМЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КУРСКА)

*Михайленко Татьяна Георгиевна*

*канд. ист. наук, доцент ЮЗГУ, г. Курск*

*E-mail: [mihailenko62@mail.ru](mailto:mihailenko62@mail.ru)*

#### CONCAPTION OF PRESTIGIOUS HOUSING IN THE XVIII<sup>TH</sup> CENTURY AND IN OUR TIMES (KURSK IS TAKEN AS AN EXAMPLE)

*Tatiana Mikhailenko*

*Candidate of Historic Sciences, Associate Professor of SWSU, Kursk*

#### АННОТАЦИЯ

Комфортабельное жильё XVIII в. и современное различается не только по планировке, но и по расположению на генплане города. Если в XVIII в. состоятельные жители предпочитали селиться в центре, то сейчас более престижно возводить строения в экологически чистых районах города с развитой инфраструктурой. Если в XVIII в. критерий престижности здания заключался в возведении типового каменного фасада, то современность предъявляет основные требования к удобству жилья.

#### ABSTRACT

Comfortable housing of the XVIII<sup>th</sup> century and modern housing differ not only according to planning, but also according to general plan of the town. If in the XVIII<sup>th</sup> century well to do residents preferred to settle in the centre then now it is more prestigious to erect structures in ecologically pure districts with the developed infrastructure. If in the XVIII<sup>th</sup> century the criterion of building prestige was in erection of standard stone façade, than our time makes main demands to housing convenience.

**Ключевые слова:** план застройки; типовое строительство XVIII в.; современное престижное жильё.

**Key words:** plan of building; standard construction of the XVIII<sup>th</sup> century; prestigious housing of today.

К концу последней четверти XVIII в., в эпоху Екатерины II, все города России получили проекты планировки, разработанные «Комиссией о каменном строении Санкт-Петербурга и Москвы», которая была создана в 1762 г. и существовала до 1796 г. [1] Проекты планировки городов приобрели силу законов с изданием 21 апреля 1785 г. «Грамоты на права и выгоды городам Российской империи» [2]. В этом документе правила возведения населённых пунктов выделены в отдельное «городовое положение». Нововведением городского положения по сравнению с предыдущим российским законодательством явилось утверждение планов застройки [3]. Дома должны были размещаться по красным линиям улиц.

Решения по вопросам перепланировки в Курске, начиная с 1783 г., производила комиссия в количестве 3 чиновников, а именно губернского землемера, городского головы и ратмана городского магистрата. В своей работе комиссия руководствовалась специальной инструкцией: «Порядок или правила наблюдать при отводе мест» [4]. Центральные улицы города подлежали застройке только каменными домами по «первым номерам фасадов», с предоставлением застройщикам разных льгот. Беднота должна была уйти с занимаемых участков. Десятый пункт инструкции определял, что однодворцы (т. е. потомки ратных — воинских людей), стрельцы, пушкари и прочие казённого рода крестьяне выводятся в слободы. В рапорте в курское наместническое правление от 26 июня 1790 г. губернский архитектор Лаврентий Калиновский и ратман Алексей Семенов сообщали: «подгородние слободы расположены для поселения людей, к роду граждан, не принадлежащих раздела их по особым званиям, для чего все таковые сведены из города по родам их в те слободы, купцы же и мещане должны иметь места в городе» [5]. До сих пор в Курске сохранились названия слобод: Пушкарная, Ямская, Стрелецкая, Казацкая и другие. Не имеющим земли и «питающимся» от рукоделия и мастерства было позволено селиться в Курске в крайних линиях города. Сословное деление города приняло характер закона.

Достаток жителей, принадлежащих к разным сословиям, был разный, а «вновь прожектированные» кварталы должны были состоять из однотипных домов, либо каменных, либо деревянных. На рис. 1



Начало применения типового строительства в Курске было положено губернским землемером И.Ф. Башиловым, который свой собственный дом выстроил по типовому фасаду. «Всё то строение производить ему, Башилову, на назначенном по единому плану месте по фасадам от 2-го и 3-го и крыть железом, черепицею или тёсом и дранью в жолубь и другим ничем не крыть» [8], — гласит надпись на старинном документе. На чертежах «дворовых» мест, составленных губернским землемером фон Роде в 90-х годах XVIII в., почти всегда имеются пояснения о том, какие именно здания следует возводить согласно планам. Например: «Деревянные строения производить высотой от фундамента до крыши не более шести аршин, кровли делать указанной пропорции: на каменном в четвёртую, а на деревянном в третью часть широты строения и крыть оные каменные железом или черепицею, а деревянные тёсом или гонтом. Другим ничем не крыть и деревянные строения в два этажа не делать» [9].

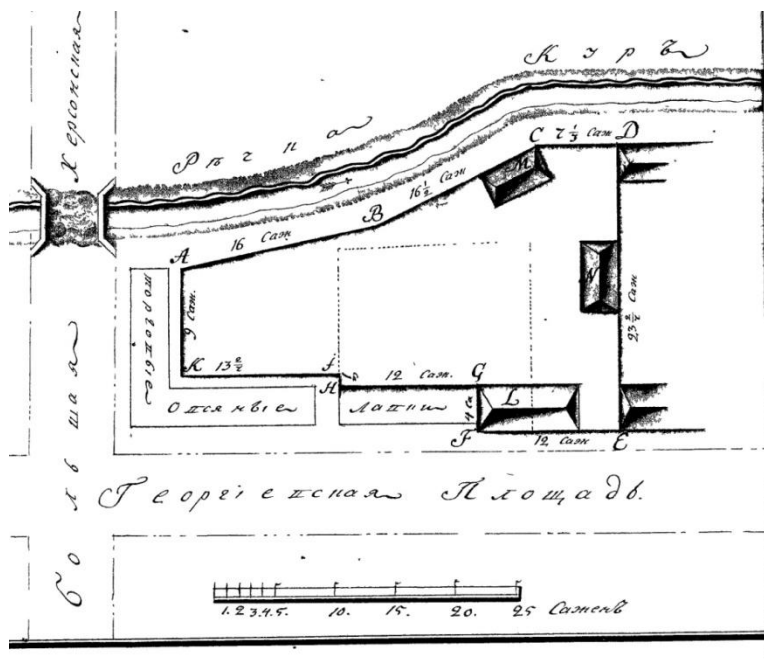
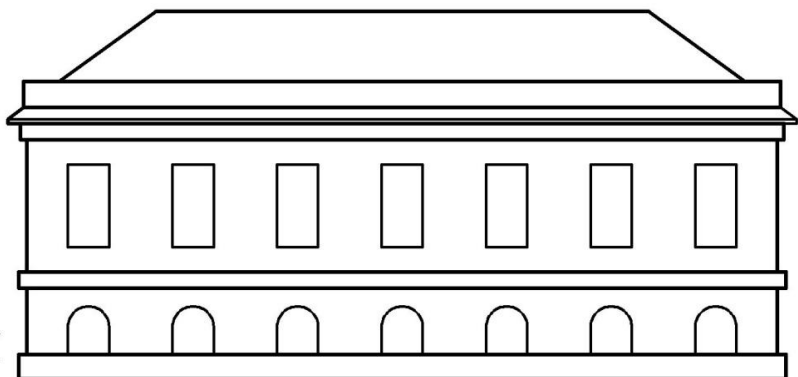


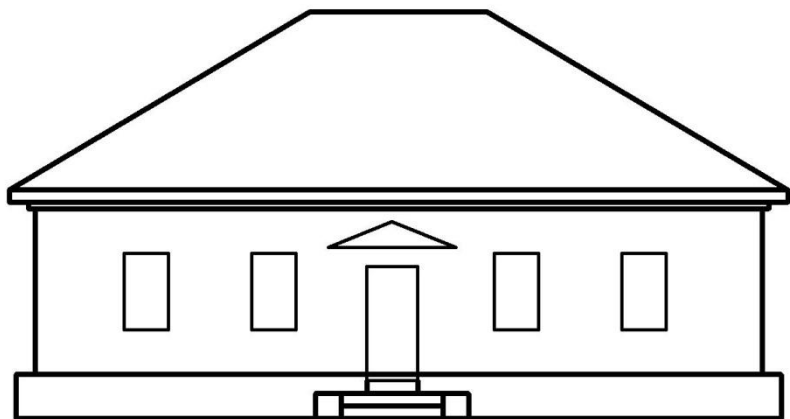
Рисунок 2. План застройки Курска, составленный губернским землемером фон Роде

Довольно часто куряне делали каменным только выходящий на улицу фасад, а всё остальное строение изготовлялось деревянным. Такие здания встречаются в Курске до сегодняшнего дня, например, на Верхней Луговой, Красной Армии, Семёновской и других улицах. Когда именно возведены подобного рода «особняки», сведений не имеется. Было ли существование таких домов нарушением законов градостроительства империи? Возможно, курские чиновники, контролировавшие строительство, не без выгоды для себя истолковали понятие «типовой фасад» слишком буквально, утверждая документы на строительство таких «комбинированных» домов при наличии у них только каменного фасада.

Облик старинных жилых домов, ещё сохранившихся в Курске, и документы Курского государственного архива дают возможность представить типичный дом курянина конца XVIII в. [10]. Это одно- или двухэтажная постройка с нечётным количеством окон на этаже по главному фасаду. Входная дверь, если она выходила на улицу, располагалась строго посередине. Окна делались с наличниками. Одноэтажные дома строились из дерева, согласно фасаду № 4. Фундамент мог быть каменным. Двухэтажные возводились либо целиком из камня, либо имели первый каменный, а второй деревянный этажи, что вполне соответствовало типовому фасаду № 3. Каменная кладка могла украшаться рустом, карнизами.



*Рисунок 3. Двухэтажный типовой фасад № 3*



*Рисунок 4. Одноэтажный типовой фасад № 4*

Композиции жилых домов города по канонам классицизма отличались строго симметричными формами, широко применялись повторяющиеся детали и конструктивные схемы. Пример типовой застройки престижного квартала конца XVIII в. — полностью каменный двухэтажный дом на одной из центральных улиц (Радищева), известный как «дом казначея».



*Рисунок 5. Каменный «дом казначея»*

Главный фасад здания в центре отделан рустом. Карниз подпирают четыре каменных «лопатки». Вид этого дома даёт представление о том, как выглядело престижное жильё в конце XVIII в.

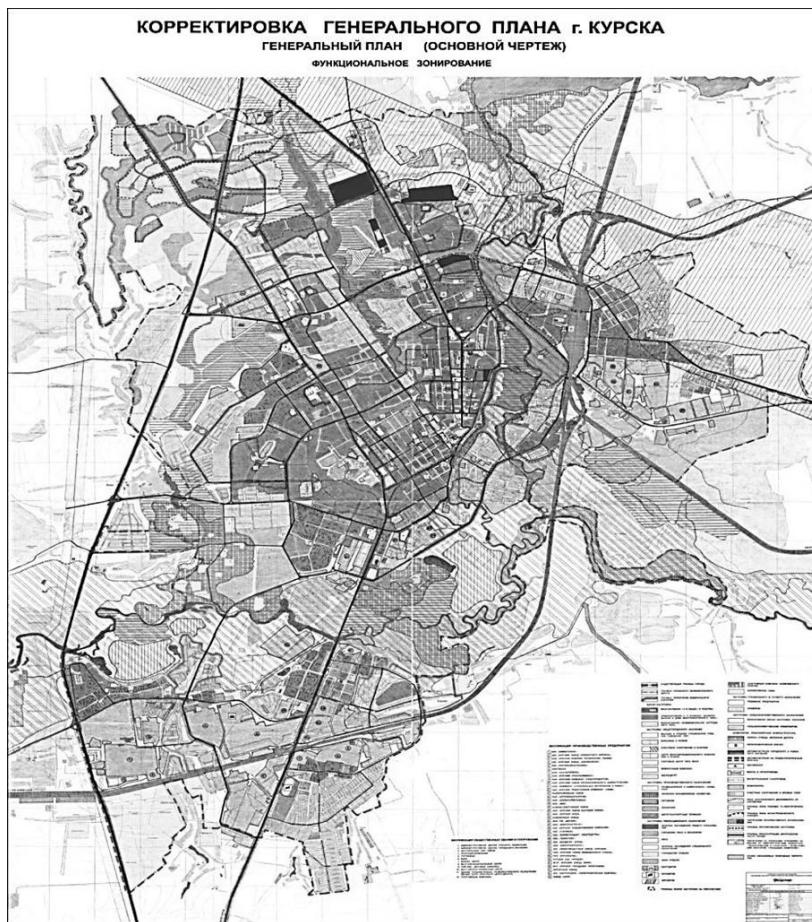
Современная престижная застройка может состоять и из малоэтажных, и из многоэтажных домов с квартирами улучшенной планировки. Совсем недавно возникли такие понятия, как экодом, «умный» дом. Экодом — это индивидуальный дом с участком земли, являющийся ресурсосберегающим и малоотходным, здоровым и благоустроенным, неагрессивным по отношению к природной среде. Это достигается главным образом применением автономных или небольших коллективных инженерных систем жизнеобеспечения и рациональной строительной конструкцией дома. В «умном» доме находится автоматизированная система, обеспечивающая согласованную работу всех инженерных систем постройки.

По современным строительным нормам концепция престижного российского жилья содержит следующие требования: норма площади на 1 человека 40 м<sup>2</sup> [11, табл. 2]; общее количество жилых комнат должно быть хотя бы на одну больше, чем количество проживающих людей. За рубежом престижность жилья определяется не количеством комнат, а количеством санузлов, которые иногда размещают при каждой спальне [12].

В настоящее время в России возросла популярность индивидуального жилья. Жить в собственном строении, коттедже и тем более иметь загородный дом наряду с квартирой в городе считается престижным. На плане современного Курска (рис. 5) районы престижной застройки обозначены красным цветом. Это и малоэтажное жильё, расположенное уже не в центре, а ближе к окраинам, в экологически чистом районе, где отсутствуют промышленные предприятия. Это и немногочисленная многоэтажная застройка с квартирами улучшенной планировки в центре.

Комфортность современного жилья характеризуется по большей части качественными критериями. Наибольшее значение имеют уровень инженерного обеспечения и транспортного обслуживания; качество и доступность социального, культурного и бытового обслуживания; степень независимости семьи в принятии решений по организации собственной жизнедеятельности (в том числе, относительно каких-либо изменений в жильё как объекте собственности). Разные виды жилья отличаются различной степенью выраженности указанных критериев. Например, даже при одинаково высоком уровне инженерного обеспечения, транспортного, социального, культурного и бытового обслуживания, степень независимости

в организации жизнедеятельности в малоэтажной индивидуальной застройке и многоэтажной многоквартирной застройке обычно существенно отличается. Собственник индивидуального жилого дома и соответствующего земельного участка в отличие от владельца квартиры в многоквартирном доме имеет гораздо больше возможностей самостоятельно модифицировать собственные объекты недвижимости по своему вкусу, тем самым создавая для себя комфортные условия проживания.



*Рисунок 6. План современной застройки Курска*



## Список литературы:

1. Ожегов С.С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII—XIX веках. — М.: Стройиздат, 1984. — С. 8—9.
2. Полное собрание законов Российской империи. — СПб, 1830. Т. XXII 1784—1788 16.188. Грамота на права и выгоды городам Российской империи от 21 апреля 1785 г. — С. 358—359.
3. Михайленко Т.Г. О застройке «идеального» российского города конца XVIII века (на примере губернского Курска) / Меркулов С.И., Михайленко Т.Г. // Градостроительство, 2012. — № 3(19). — С. 67—73.
4. Михайленко Т.Г. Формирование «дворовых» мест курских жителей по реформе Екатерины II // Вестник Челябинского государственного университета. Серия 1 «История», вып.31. — Челябинск, 2009. — С. 5—10.
5. Дело по прошению курского помещика капитана Ивана Васильева сына Белевцева и курского купца Ульяна Постоева об уравниении их усадеб в слободе Солдатской г. Курска с соседними прирезкой пустопорожней земли, иждевненной купцу Степану Никитину сыну Голикову и им проданной. — Государственный архив Курской области, далее ГАКО. Ф.26. Оп.1. Д.113. Л.2.
6. Михайленко Т.Г. Дома — ровесники плана Екатерины II. «Искусство: история и перспективы», вып.2: материалы международной научно-практической конференции — Курский государственный университет, 2008. — С. 155—159.
7. Саваренская Т.Ф. История градостроительного искусства. Поздний феодализм и капитализм. — М.: Стройиздат, 1989. — С. 143.
8. План земельного участка для постройки дома поручика И.Ф.Башилова в г. Курске на углу улицы Знаменки и Красной площади. 1788. — Российский Государственный архив древних актов. Ф. 383. Оп. 1. Д. 159. 1 л.
9. Прошение купца Чумакова и других о разрешении постройки заводов и мельниц. 22.01.1802 — июнь 1804. — ГАКО. Ф. 33. Оп. 2. Д. 321. Л. 217.
10. Михайленко, Т.Г. О безопасности типовой застройки Курска начала XIX века / Т.Г. Михайленко // Известия ОрёлГТУ. Сер. «Строительство. Транспорт». — Орёл, 2008. — № 4/20 (551) (октябрь—декабрь). — С. 66—69.
11. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01 — 89\*. — М.: Минрегион России, 2010. — 109 с.
12. Шепелев Н.П., Шумилов М.С. Реконструкция городской застройки. — М.: Высш.шк., 2000. — С. 221.

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ФОРМОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

*Фадеева Татьяна Александровна*  
*преподаватель Кумертауского филиала*  
*Оренбургского государственного университета, г. Кумертау*  
*E-mail: [vira.fadeev@mail.ru](mailto:vira.fadeev@mail.ru)*

## TECHNOLOGICAL METHODS OF FORMATION OF PRODUCTS FROM OF FINE-GRAINED CONCRETE

*Tatyana Fadeeva*  
*teacher of Kumertausky branch of the Orenburg state university, of*  
*Kumertau*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные способы формования изделий из мелкозернистого бетона. Выбран наиболее оптимальный способ производства стеновых блоков из местного сырья, определены положительные стороны технологии вибропрессования, а также был подобран состав сырьевых материалов для получения бетона в практических условиях.

### ABSTRACT

In article the main ways of formation of products from fine-grained concrete are considered. The most optimum way of production of wall blocks is chosen from local raw materials, positive sides of technology of a vibropressovaniye are defined, and also the structure of raw materials for receiving concrete in practical conditions was picked up.

**Ключевые слова:** мелкозернистый бетон; стеновой бетонный блок; вибрационный способ формования; вибровакуумирование; вибропрессование; статическое прессование.

**Keywords:** fine-grained concrete; wall concrete block; vibrating way of formation; vibrovakuumirovaniye; vibropressovaniye; static pressing.

Существующий рынок жилищно-гражданского строительства находится в стадии роста и характеризуется интенсивным развитием

малоэтажного строительства, и возведением домов из местных сырьевых материалов. Особое внимание стоит обратить на стеновые блоки из мелкозернистого бетона. В последние годы именно мелкозернистые бетоны получили широкое применение благодаря простоте технологии приготовления и производства изделий из них.

В состав блоков входят исключительно экологически чистые материалы: песок, цемент и пластификаторы, которые повышают их технические характеристики. Это позволяет применять их в любой отрасли строительства — от заборов и хозяйственных построек до коттеджей.

Для строительства несущих стен домов и других построек используются стеновые камни (190x188x390 мм) изготовленные в соответствии с ГОСТ 6133-99, которые представлены на рисунке 1.



***Рисунок 1. Стеновой бетонный блок из мелкозернистого бетона***

При недорогой стоимости эти блоки очень прочны, имеют марку прочности от М 25 до М 300 [1]. Что касается теплопроводности, звукоизоляции и остальных параметров, то они равняются, а во многом превосходят показатели кирпича — классического строительного материала. Некоторые сравнительные характеристики приведены в таблице 1.

**Таблица 1.****Сравнительные характеристики стеновых материалов**

<b>Характеристика</b>	<b>Кирпич керамический</b>	<b>Блок из ячеистого бетона</b>	<b>Блоки из мелкозер- нистого бетона</b>
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	800—2000	300—1200	1150—1750
Предел прочности при сжатии, МПа	5—30	0,5—15	2,5—30
Морозостойкость	F 25—100	F 15—100	F 15—200
Водопоглощение, % по массе	6—12	15—30	5—7
Теплопроводность, Вт/м·К	0,95—1,75	0,12—0,4	0,82
Единиц стеновых материалов на 1 м <sup>2</sup> стены	125	11	11

Итак, отсюда видно, что основными преимуществами применения стеновых бетонных блоков есть низкая стоимость материала, низкая стоимость кладки, высокая прочность, экологичность и долговечность.

Существует несколько способов изготовления мелкоштучных стеновых бетонных блоков: формование блоков в формах из бетонных смесей разной консистенции, вибромакумирование, вибропрессование, статическое прессование и др.

Изготовление в формах является традиционным, хорошо отработанным и относительно несложным способом изготовления бетонных блоков. В связи с промышленным производством высокоэффективных пластифицирующих добавок (суперпластификаторов) все шире применяют высокоподвижные и литые бетонные смеси [2]. Такие смеси требуют только побудительной вибрации, хорошо заполняют форму, однако в этом случае требуется учитывать мероприятия, препятствующие расслоению бетонной смеси, например, применять специальные тонкомолотые водоудерживающие добавки. Рассматриваемый способ формования обладает высокой производительностью, позволяет формовать блоки на основе тяжелых и легких заполнителей, обеспечивать их хорошее качество. В то же время он не дает возможности использовать немедленную распалубку из-за повышенной подвижности бетонной смеси, особенно в случае применения суперпластификаторов. Вследствие этого требуется большой парк форм, что повышает стоимость оборудования

и металлоемкость производства, особенно при применении высокоподвижных и литых смесей, поскольку возрастает продолжительность тепловой обработки. По указанной технологии нельзя изготавливать блоки высокой точности из-за необходимости разборки-сборки многоместных форм.

В силу отмеченных недостатков этот способ получил ограниченное распространение.

Для обеспечения немедленной распалубки блоков при сохранении возможности использования пластичных и литых бетонных смесей были выполнены разработки по их формованию способом виброввакуумирования.

При виброввакуумировании в бетонной смеси, предварительно уплотненной вибрированием, с помощью вакуумных устройств создается разрежение и, благодаря разности давлений, из бетона отсасывается воздух и избыточная вода. При вакуумировании также возникает прессующий эффект от давления вакуумшита на поверхность обрабатываемого слоя бетонной смеси. Этот эффект усиливают дополнительным давлением (вакуум — прессование). При вакуумировании отсасывается обычно 15—20 % воды затворения и до 80 % содержащегося в бетонной смеси воздуха, что дает возможность повысить прочность бетона на 40—60 % через 2—3 дня и на 20—25 % в 28-суточном возрасте. Глубина вакуумирования бетона не превышает 10—12 см, поэтому этот способ эффективен для тонкостенных конструкций. Возможно применение способа виброввакуумирования для улучшения качества поверхностного слоя («закалки») конструкций. Однако, данный способ не получил распространения, так как при виброввакуумировании ухудшается качество поверхности и геометрия изделий, появляются направленные поры в бетоне, из-за засорения фильтров их приходится часто заменять. Кроме того, необходима утилизация отходов, состоящих из воды и высокодисперсных частиц цемента.

Помимо вибрационных способов формования в производственной практике нашли применение способы статического и динамического прессования различных мелкогабаритных бетонных изделий: кирпичей, тротуарных и отделочных плит, блоков, деталей заборов и других. Формование прессованием заключается в наложении на смесь, заполняющую форму, давления, под действием которого материал перераспределяется в объеме формы и частицы смеси размещаются более компактно. Статическое прессование производится в жестких пресс-формах, прессующее усилие направлено по одной оси.

В производстве строительных материалов статическое пресования, как способ формования изделий, получил широкое распространение при изготовлении различного вида керамических изделий и небольших по величине бетонных изделий.

С целью снижения значительных давлений и упрощения оборудования была разработана отечественная технология роликового пресования на установках роторного типа мелкоштучных бетонных изделий, в том числе тротуарной плитки, кирпича, полнотелых блоков и т. п. Эту технологию выгодно отличает отсутствие шума и вибрации. К негативным сторонам следует отнести невозможность формования пустотелых изделий, худшее уплотнение бетона в углах форм, недостаточно точное выдерживание толщины формируемых изделий.

Однако одним из наиболее распространенных способов формования бетонных блоков является вибропресование [3]. Вибрация с одновременным относительно небольшим давлением позволяет применять жесткие смеси и получать пустотелые блоки, используя в качестве штампа вибрирующую плиту. При этом обеспечивается немедленная распалубка свежетоформованных изделий, что исключает необходимость использования парка форм. Применяемые вибропрессы относительно несложны, малоэнергоёмки и имеют сравнительно небольшой вес. Вследствие этого резко сокращается металлоёмкость технологических линий. Способ вибропресования позволяет при соблюдении технологических режимов получать блоки хорошего качества.

Для технологии вибропресования в соответствии с рекомендациями к ГОСТ 27006-86 подберем состав сырьевых материалов. В качестве сырьевых компонентов для производства стеновых бетонных блоков марки 100 применяем цемент М 400 по ГОСТ 10178, песок средний с модулем крупности  $M_k$  2,0 до 2,5 по ГОСТ 8736-93, пластификатор С-3 в количестве 0,5 % от массы цемента и воду в соответствии с ГОСТ 23732. В результате расчета получили, что на  $1 \text{ м}^3$  мелкозернистого бетона понадобится: цемента М 400—427 кг, песка — 1592 кг, воды — 171 кг, добавки — 2,13 кг. Полученные данные могут использоваться на производстве стеновых блоков методом вибропресования.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ 6133-99 Камни бетонные стеновые. Технические условия. Взамен ГОСТ 6133-84. Введ. 2002-01-01. [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/8/8763/>.
2. Десов А.Е. Вибрирование, вибропрессования и внутреннее вакуумирование пустотелых элементов. Сб. науч. тр. НИИЖБ. М. Госстройиздат. Вып. 1. 1957, 22—29 с.
3. Сабитов Е.Е. Технология прессования высокоточных пазогребневых пустотелых блоков из бетонов с заполнителями на основе промышленных отходов. Автореферат, к.т.н. Москва. 2003.

## СЕКЦИЯ 9.

### СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АГРОИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

#### ДИНАМИКА ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

***Бурлов Александр Николаевич***

*аспирант, кафедра «технология заготовки и переработки  
древесных материалов», Тихоокеанский государственный  
университет, г. Хабаровск  
E-mail: [valmet27ltk@mail.ru](mailto:valmet27ltk@mail.ru)*

***Казakov Николай Владимирович***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доцент ТОГУ, г. Хабаровск*

#### THE DYNAMICS OF SPRUCE FORESTS OF THE FAR EASTERN FEDERAL DISTRICT

***Burlov Alexander***

*Graduate student, department «technology of harvesting and processing  
wood materials» Pacific National University, Khabarovsk*

***Kazakov Nikolay***

*Supervisor, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Pacific  
National University, Khabarovsk*

#### АННОТАЦИЯ

Данная статья посвящена динамике еловых лесов. Актуальность этой проблемы заключена в реальной потере еловой формации в Дальневосточном федеральном округе не только как природного ресурса, но и как источника флоры и фауны. В связи со сложившейся ситуацией необходимо сократить долю сплошных рубок заменив их на выборочные рубки, решить задачу поиска новых технологий



и систем машин, применяемых на лесозаготовках, чтобы сохранить ельники как неисчерпаемый источник ресурсов.

#### ABSTRACT

This article focuses on the dynamics of spruce forests. The urgency of this problem lies in the real loss fir formations in the far eastern federal district, not only as a natural resource, but also as a source of flora and fauna. In this situation, you must reduce the proportion of clear-cuts replacing them on a selective logging, the task of finding new technologies and systems of machines used in logging to save the spruce stands as an inexhaustible source of resources.

**Ключевые слова:** ельники; пихтово-еловые леса; лесная промышленность; промышленные рубки.

**Keywords:** groves: fir-spruce forests; forest industry; industrial logging.

Предметом настоящего исследования авторов являются еловые леса ДФО и их динамика под воздействием природных и антропогенных факторов. Актуальность настоящей проблемы заключена в реальной угрозе потери еловых лесов не только как возобновляемого естественным образом природного ресурса, но и как источника сохранения флоры и фауны, зависимых от состояния данных лесов.

По степени распространения и хозяйственному значению елово-пихтовые леса (ельники), занимают ведущее положение в ряду лесных формаций Дальнего Востока. Составляя одну пятую (19,6 %) всех запасов еловой древесины Российской Федерации, они представляют собой крупнейшую сырьевую базу для лесоперерабатывающих предприятий целлюлозно-бумажного и химического производства. Ельники, после лиственничников, являются на территории ДФО второй формацией по площади и занимают 13,89 млн. га, общий запас пихтово-еловых лесов округа составляет 2,3 млрд. м<sup>3</sup>. Огромные площади и запасы ельников, а также их хорошая возобновляемость в естественных условиях дают почву представлениям о неисчерпаемости данного ресурса. Опираясь на данную позицию, исчисляется и расчетная лесосека, которая составляет для хвойных лесов более 45 млн. м<sup>3</sup>. Между тем природа темнохвойных лесов, способы восстановления их на вырубках изучены еще недостаточно, поэтому реалии далеки от оптимизма в отношении хвойных пород и, непосредственно, ельников.

Таблица 1.

Динамика покрытых лесной растительностью земель ДФО по породам, млн. га

Год учета	Покрытые лесной растительностью земли						
	всего	хвойные		Твердолиственные	Мягколиственные	прочие древесные породы	кустарники
		итого	Е,П	итого	итого	итого	итого
1966	243,1	184,1	13,31	10,3	11,7	1,4	35,6
1973	253,7	191,9	13,89	11,7	13	0,5	36,6
1978	257,3	193,5	14,03	11,3	13,6	0,3	38,6
1985	266	198,6	14,4	11,8	14,5	0,03	41,1
1990	274,9	199,8	14,47	11,6	15,2	0,01	48,3
1995	273,7	196,9	14,25	12	16,2	0,8	47,8
2000	277,8	194,7	14,11	12,2	17,2	1,1	52,6
2006	275,1	191,9	13,89	12,4	17,3	1	52,5

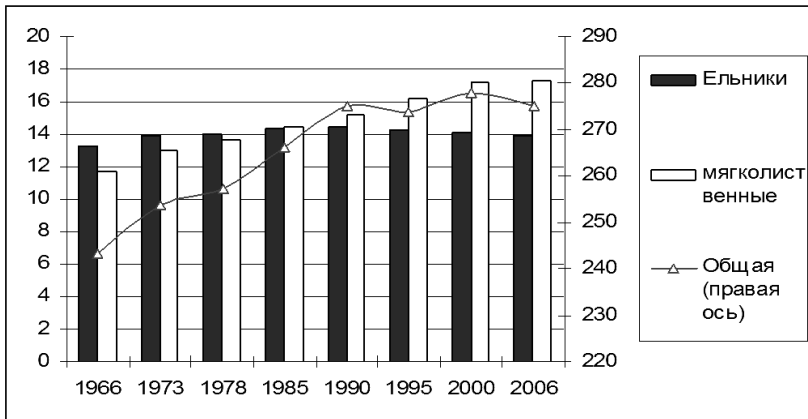
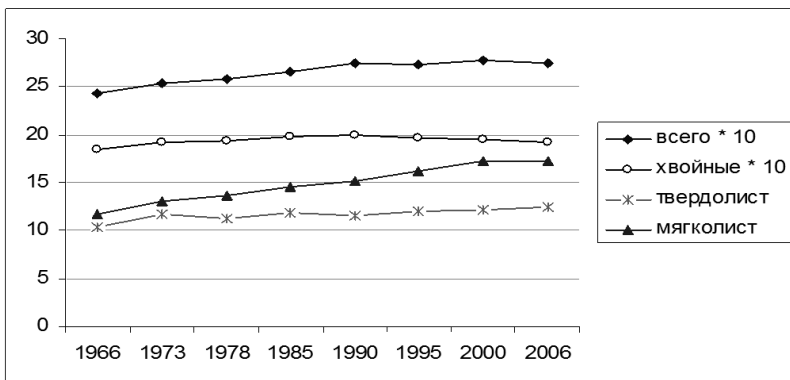


Рисунок 1. Диаграмма динамики покрытых лесной растительностью земель ДФО

Данные таблицы 1 и приведенная диаграмма (рис. 1) отражают динамику, свидетельствующую о том, что прирост общей площади лесов в 1990 году фактически прекратился. В свою очередь, начиная с 1990 года, прирост ельников по площади произрастания не только

сократился, но и появилась выраженная тенденция к ее уменьшению на 578 тыс. га (4 %). При этом мягколиственные породы, естественным образом, частично занимают освобождающееся пространство.



**Рисунок 2. Диаграмма динамики лесных земель ДФО по преобладающим породам**

Из диаграммы (рис. 2) видно, что, начиная с восьмидесятых годов, относительная стабилизация общей площади лесных земель сопровождается постоянным снижением территории хвойных лесов, а освободившееся пространство лишь частично (менее 50 %) заполняется низкотоварными лиственными породами. Очевидные изменения, произошедшие за незначительный для учета лесных трансформаций двадцатилетний период вследствие техногенного воздействия, позволили проверить достоверность предлагаемой таксономической методики формализации лесоэксплуатационных характеристик (параметров) лесосек. Проведенный анализ динамики запасов лесов с 1966 по 2006 год (табл. 2 и рис. 3) характеризует существенную деградацию ельников.

Таблица 2.

Динамика запасов древесины ДФО, млрд.м<sup>3</sup>

Год учета	Запас древесины, млрд.м <sup>3</sup>			
	общий	в т. ч. спелые и перестойные		
		всего	из них хвойные	из них еловые
1966	22,42	17,07	14,96	3,88
1973	22,31	16,56	14,48	3,63
1978	22,19	18,58	14,19	3,61
1985	22,01	14,84	13,12	3,26
1990	21,24	13,15	11,47	2,74
1995	20,96	12,40	10,67	2,5
2000	20,94	12,10	10,35	2,44
2006	20,70	11,90	10,10	2,3

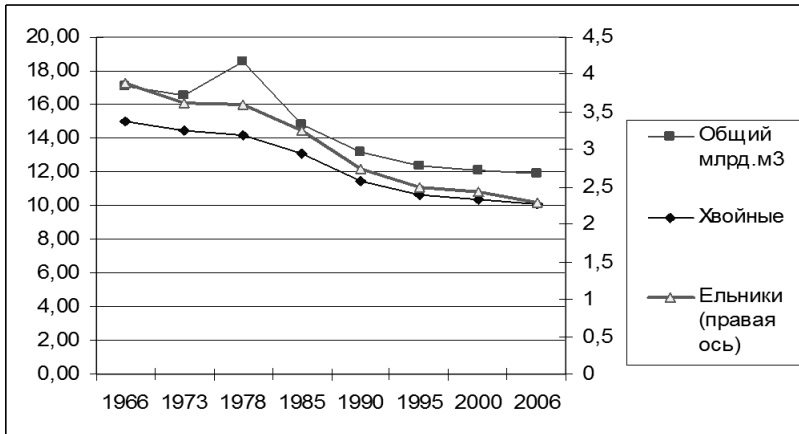


Рисунок 3. Диаграмма запаса ельников

Запас спелых и перестойных хвойных насаждений сократился на 4,8 млрд. м<sup>3</sup> (32 %), при этом запас спелых и перестойных ельников в ДФО снизился на 1,6 млрд. м<sup>3</sup> (40 %).

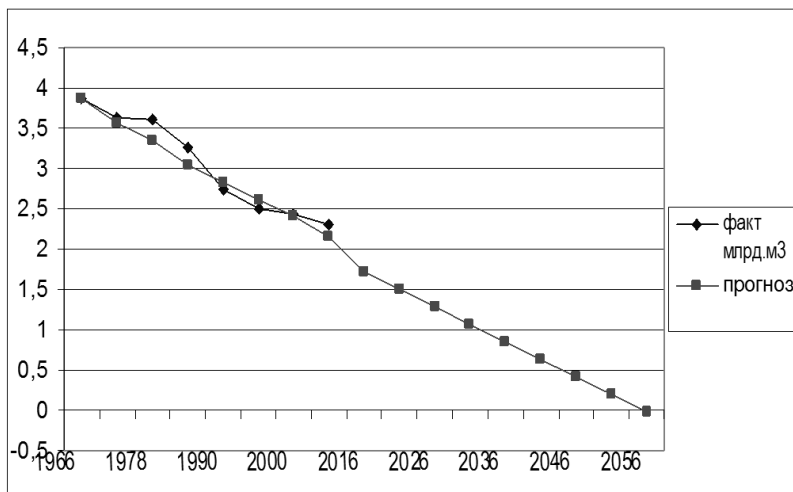
Аппроксимация изменений запаса спелых и перестойных пихтово-еловых лесов за период 1966—2006 годы позволила построить математическую модель динамики ельников региона:

$$Y = 1,2835 \cdot (69,2773 - 0,0337 \cdot X),$$

где X — год наблюдения.

(Показатели адекватности построенной модели: среднее отклонение 3,7535; средне-квадратичное отклонение 0,251; коэффициент корреляции равен 0,8948).

Прогнозные расчеты, проведенные с помощью приведенной модели, показывают, что в случае сохранения указанных выше тенденций формация ельников, как возобновляемый ресурс, практически уже перестанет существовать всего через сорок лет (см. рис. 4).



**Рисунок 4. Диаграмма прогнозного расчета запаса ельников**

Главными причинами снижения лесопромышленного и экологического потенциала пихтово-еловых лесов являются такие факторы, как интенсивное антропогенное воздействие, лесные пожары и усыхания. Масштабы воздействия указанных факторов привели к прогрессирующему истощению и ухудшению качества еловых лесов региона, большим потерям древесины и изменению экологической обстановки на огромных площадях. Эти заключения подтверждены исследованиями А.С. Шейнгауза, А.П. Ковалева и др. Простых способов разрешения проблемы уничтожения ельников не существует, здесь переплелись вопросы не только экономического, нормативно-правового, социального и экологического характера, но и множество природно-производственных факторов.

Так, например, хорошо зарекомендовавшая себя узкопосечная технология разработки лесосек с использованием бензомоторных инструментов и трелевочных тракторов с тросовым технологическим оборудованием потенциально позволяет сохранить до 80 % подроста при зимних и 60—65 % — при летних лесозаготовках. Такое количество сохраняемого подроста практически обеспечивает надежное естественное лесовосстановление на 70 % площади вырубок [4]. Однако обследование современных лесосек промышленных рубок показывает, что на практике наблюдаются существенные отклонения технологических параметров разработки делянок методом узких лент от утвержденных нормативов. Прежде всего, нарушаются приемы валки деревьев и их транспортировки — валка деревьев, зачастую, производится без применения приспособлений для осуществления направленной валки стволов под углом не более 30° вершиной к волоку, деревья на полупасаках валятся, в большинстве случаев, с учетом только их естественного наклона как вершиной, так и комлем в направлении трелевки древесины, при трелевке за комли отмечены постоянные съезды трактора с волока. Сохранность подлежащих рубке деревьев и подроста при таких отклонениях снизилась практически вдвое, а их выживание практически в четыре раза, что в сочетании с последующим за этими нарушениями ветровалом фактически полностью лишают эти деляны возможности хотя бы частичного естественного возобновления.

Проведенные исследования являются актуальными не только в регионе, но и в масштабах всей страны, ельники гибнут во многих регионах, в частности в Архангельской области площадь усыхания еловых лесов за последние годы увеличилась примерно на 50 % и оценивается сегодня более чем в 2 млн. га.

В ДФО массовое усыхание пихтово-еловых лесов в двадцатом веке также, происходило неоднократно, одной из основных причин, кроме нарушений тока подземных вод, вызываемых техногенным воздействием, считается нарастающий процесс ксеротизации территорий всего региона.

Прогрессирующее истощение и ухудшение качества древесных лесных ресурсов, снижение их природоохранного и экологического потенциала требует незамедлительного изменения стратегии лесопользования, перехода на ресурсосберегающие технологии лесозаготовок и переработки древесного сырья, совершенствование методов ведения лесного хозяйства.

Для решения этой проблемы, в первую очередь, необходимо соблюдение следующих основных лесохозяйственных, экологических и технологических принципов [1]:

- сохранение постоянства покрытия лесом территорий лесозаготовок;
- снижение временного интервала между заготовкой леса лесовосстановлением;
- внедрение современных технологий и систем лесозаготовительных машин, обеспечивающих сохранение лесной среды на вырубаемых площадях и снижение количества выбросов отработанных газов в атмосферу;
- совершенствование технологических процессов функционирования предприятий лесопромышленного комплекса с полным и рациональным использованием древесины.

Комплексная реализация указанных принципов возможна при четком выполнении всех нормативных и законодательных актов Федерального и регионального значения, регламентирующих порядок использования и назначение способов и технологий рубок в различных лесорастительных условиях.

В работе [2] А.П. Ковалев предложил методические рекомендации и специальный алгоритм для ПК по автоматизированному выбору оптимального сочетания способов рубок, систем лесозаготовительных машин и технологии лесосечных работ при организации и проведении рубок промышленных рубок в дальневосточных лесах.

Анализ результатов наших исследований по оценке природно-производственных факторов субъектов ДФО в приложении к вышеуказанному программному продукту, показывает, что необходимо произвести коренное перераспределение систем рубок в следующих пропорциях: доля сплошных рубок — должна находиться в пределах 10—35 %; выборочных — 70—90 %, в том числе постепенных — 20—35 %. Предлагаемое соотношение систем рубок позволит обеспечить выполнение одного из главных принципов устойчивого лесопользования — сохранение экологического потенциала и биологического разнообразия лесов, а также непрерывного пользования лесом [3].

Сохранение подроста в лесном хозяйстве оценивается как одна из важнейших мер содействия естественному возобновлению леса, способствующая ускоренному лесовоспроизводству. Проблема рационального соотношения способов искусственного лесовосстановления и естественного возобновления леса эффективнее всего решать

в рамках предприятий, реализующих весь цикл лесосечных и лесовосстановительных работ.

Сохранение подроста и молодого поколения леса при всех системах рубок позволяет сократить, по сравнению с лесными культурами, не менее чем 2—3 раза количество уходов за молодыми древостоями и на 20—30 лет уменьшить сроки лесовыращивания [3].

В качестве весомого аргумента в пользу возможности исправить ситуацию с вырождением ельников, как возобновляемого естественным образом ресурса, можно привести яркий пример с кедровниками ДФО. В свое время уникальная биосфера региона потеряла вследствие лесозаготовок львиную долю «кормильца» дальневосточной тайги — кедра. Однако введенные обоснованные мероприятия и ограничения позволили стабилизировать положение с деградацией кедровников. Естественно, еще очень рано говорить о восстановлении кедра, но факт приостановления темпов деградации говорит о том, что принятые научно-обоснованные меры были хоть и запоздалые, но по сути верные в отношении кедровых лесов и их обитателей.

На основе проведенных аналитических исследований и результатов прогнозных расчетов можно сделать следующие выводы:

- промышленные рубки, реализуемые в настоящее время в ельниках, не отвечают современной концепции устойчивого и неистощительного лесопользования и воспроизводства природных ресурсов; ельники истребляются в угоду экономических выгод лесопользователей;
- реализуемые технологии и системы машин лесозаготовительного производства оказывают значительное негативное влияние на состояние и направление развития пихтово-еловой формации региона;
- заготовка древесины без учета лесоводственно-экологических требований, лесные пожары и усыхание привели к значительному уменьшению площади и запасов ельников;
- пихтово-еловые леса, пройденные сплошными рубками, практически не способны к естественному возобновлению, в связи с чем необходимо отказаться совсем или свести к минимуму проведение в них сплошных рубок. Общая доля выборочных и постепенных рубок уже сейчас должна составлять не менее 90 %;
- реализуемые технологии и системы машин лесозаготовительного производства оказывают значительное негативное влияние на состояние и направление развития пихтово-еловой формации региона, поэтому задача поиска новых экологизированных технологий и систем машин для лесозаготовок является очень актуальной;



- для предотвращения кризисной ситуации в регионе необходимо в срочном порядке начать работу по разработке концепции управления пихтово-еловыми лесами Дальнего Востока на принципах устойчивого лесопользования.

### **Список литературы:**

1. Ковалев А.П. Роль способов рубок в рациональном использовании природных ресурсов Дальнего Востока // Рациональные основы организации и ведения лесного хозяйства — Хабаровск: Изд-во ФГУ ДальНИИЛХ. 2001. С. 197—219.
2. Ковалев А.П. Лесоводственно-экологические основы устойчивого лесопользования на Дальнем Востоке. Дис. на соиск. учен. степени д.с/х.н., Усурийск. 2004. 312 с.
3. Ковалев А.П., Рябухин П.Б., Чельшев В.А. Современное состояние лесов российского Дальнего Востока и перспективы их использования. Хабаровск: Изд-во ФГУ ДальНИИЛХ, 2008.— 470 с.
4. Манько Ю.И., Усольцев В.М. Особенности адаптации предварительного подроста на вырубках в пихтово-еловых лесах центральной и северо-восточной части Приморского края // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 2001. С. 342—344.

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВЛИЯНИЯ РЕЖИМНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ  
ПАРАМЕТРОВ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОГРУЗЧИКА  
БУРТОВАННЫХ ГРУЗОВ НА ПРИВОДНУЮ  
МОЩНОСТЬ**

**Хакимзянов Рустам Рафитович**

*канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ  
им. Н.И. Вавилова», г. Саратов*

*E-mail: [KhakRR@yandex.ru](mailto:KhakRR@yandex.ru)*

**Леонтьев Алексей Алексеевич**

*канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ  
им. Н.И. Вавилова», г. Саратов*

*E-mail: [aleksei\\_leontev@list.ru](mailto:aleksei_leontev@list.ru)*

**Тюкалин Владимир Сергеевич**

*аспирант, ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ им. Н.И.Вавилова»,  
г. Саратов*

*E-mail: [tyukalin2010@yandex.ru](mailto:tyukalin2010@yandex.ru)*

**THEORETICAL RESEARCH OF INFLUENCE OF REGIME  
AND DESIGN DATA OF WORKING BODIES OF THE  
LOADER BURTOVANNYKH OF CARGOES ON DRIVING  
CAPACITY**

**Rustam Hakimzyanov**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of FGBOU VPO  
«The Saratov GAU of N.I.Vavilov», Saratov*

**Alexey Leontyev**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of FGBOU VPO  
«The Saratov GAU of N.I.Vavilov», Saratov*

**Vladimir Tyukalin**

*the graduate student of FGBOU VPO «The Saratov GAU of N.I.Vavilov»,  
Saratov*

## АННОТАЦИЯ

В статье приведена конструктивно-технологическая схема погрузчика непрерывного действия для буртованных грузов и определена суммарная мощность на привод его рабочих органов на основании ранее проведенных исследований.

## ABSTRACT

The constructive and technological scheme of a loader of continuous action is provided in article for burtovanny cargoes and the total capacity on a drive of his workers of bodies on the basis of earlier carried out researches is defined.

**Ключевые слова:** погрузчик; режим; конструкция; параметр; барабан; ротор; питатель; конвейер; транспортер; груз.

**Keywords:** loader; mode; design; parameter; drum; rotor; feeder; conveyor; cargo.

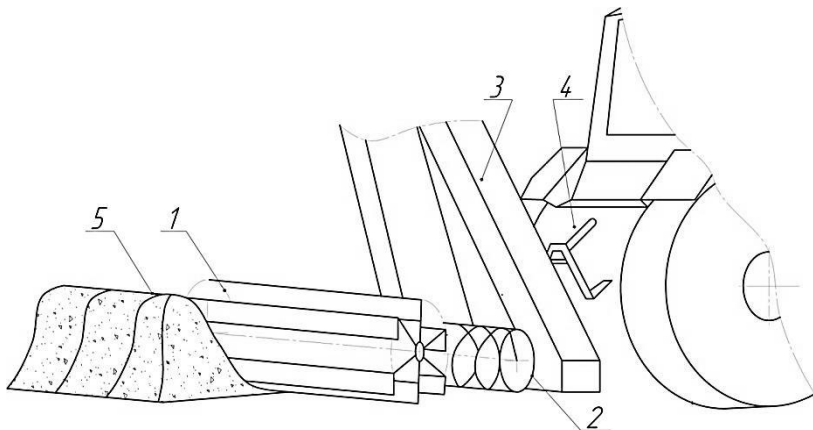
Большое разнообразие перемещаемых грузов в сельскохозяйственном производстве привело к созданию множества конструктивно-технологических схем погрузчиков непрерывного действия. Важнейшим звеном погрузчика является рабочий орган 1 (питатель) (рис. 1) или рабочие органы, которые осуществляют отделение или захват груза от основного массива, и перемещение его к последующим звеньям погрузчика — транспортирующему рабочему органу 2 и отгрузочному конвейеру 3. Питатель определяет работоспособность и эффективность погрузчика в целом. Транспортирующие рабочие органы (транспортеры) необходимы для освобождения зоны между питателем и отгрузочным конвейером, т. е. перемещение груза от питателя к отгрузочному конвейеру.

Погрузчики непрерывного действия можно классифицировать по конструктивным признакам (по типу питателя, по конструкции рабочих органов и т. д.) и признакам, определяющим процессы, протекающие при работе погрузчика (количество рабочих органов, характер их движения, отношение к видам деформаций отделения частей груза и характеру движения непосредственно груза).

По количеству рабочих органов погрузчики могут быть с одним, двумя и несколькими рабочими органами. Если в конструкции погрузчика предусмотрен один рабочий орган, то, как правило, в нем совмещены функции захвата, отделения и транспортирования груза. Однако не всегда совмещение функций в одном рабочем органе является рациональным. Погрузчики, имеющие три, и более рабочих органа, значительно увеличивают время перемещения груза с момента

захвата, отделения до разгрузки на отгрузочный конвейер, что ведет к затратам энергии.

Анализ конструкций питателей показал, что вопрос разделения функций между рабочими органами питателя, их взаимодействием с буртованными грузами и оптимизации траектории движения груза в процессе погрузки исследовался недостаточно.



**Рисунок 1. Компонентная компоновка рабочих органов погрузчика непрерывного действия. 1 — питатель, 2 — транспортёр, 3 — отгрузочный конвейер, 4 — энергетическое средство, 5 — технологическая среда**

Кроме того, у рабочих органов, совмещающих несколько функций (отделение, захват, транспортирование) конструктивные и режимные параметры имеют усредненные значения для каждого вида груза. В конструкциях погрузчиков с разделением функций появляется возможность, работая с отдельным грузом, определять оптимальные значения параметров для каждого рабочего органа, что позволит максимально приспособить рабочие органы к физико-механическим свойствам груза, повысить производительность и снизить затраты энергии на погрузку.

Для исследования указанных положений были разработаны погрузчики непрерывного действия для погрузки связных [3], сыпучих [4] грузов и корнеклубнеплодов [2]. В своей конструкции погрузчики имеют два рабочих органа: — отделяющий (фрезерный, барабанный, роторный питатель соответственно) и отгрузочный рабочий орган (винтовой и скребковый транспортер). Теоретический

анализ работы погрузчиков, позволил получить аналитические выражения для определения мощности на привод рабочих органов.

Для погрузчика связанных грузов с фрезерным питателем и винтовым транспортером (шнеком) мощность затрачивается на преодоление возникающих сил сопротивлений: резания и отделения груза, транспортирования к месту разгрузки и разгрузки, и будет складываться из мощности, потребляемой фрезерным питателем  $P_{\delta\delta}$  и мощности, потребляемой шнеком  $P_{\phi i}$ .

$$P = P_{\delta\delta} + P_{\phi i} \quad (1)$$

Мощность, потребляемая фрезерным питателем определится

$$P_{\phi p} = [n_n k_p (\psi_n / 360) \cdot \sigma_{рез} b \delta (1 + tg \varphi_{mp}) + n_n k_p (\psi_n / 360) \cdot (m(-l_p \omega_{pc}^2 \cos \theta - r_{\phi p} \omega_{\phi p}^2 \cos \varphi + g \cos \varphi \sin(\varphi - \varphi_{mp}) - gf \cos \varphi \sin(\varphi + \alpha_n)) - \sigma_{раз} \delta b (\sin(\varphi - \varphi_{mp}) - f \sin(\varphi + \alpha_n))) / \sin \varphi] l_n / t \quad (2)$$

где  $n_n$  — количество ножей в ряду  $k_p$  фрезы, шт.;

$l_n$  — длина кривой описываемой ножом в массиве груза, м;

$\psi_n$  — угол, определяющий рабочую часть окружности, когда нож находится в массиве, град;

$\delta$  — толщина ножа, м;

$\sigma_{рез}$  — контактное напряжение резанию, кПа;

$\varphi_{mp}$  — угол внешнего трения частицы о лезвие ножа, град;

$m$  — масса частицы груза, кг;

$f$  — коэффициент трения частицы о поверхность ножа;

$\sigma_{раз}$  — контактное напряжение разрушению, кПа;

$\alpha_n$  — угол установки ножа к касательной окружности фрезы, град.

Мощность, потребляемая винтовым транспортером

$$P_{\text{вин}} = \{[\rho b[-((l_p^2 \omega_{pv} + r_{\phi p}^2 \omega_{\phi p})/2)l_2 + l_p^2 \sin 2\theta/4 + r_{\phi p}^2 \sin 2\phi/4 - l_p r_{\phi p}(\omega_{pv} + \omega_{\phi p}) \sin(\theta - \phi)/(2(\omega_{pv} - \omega_{\phi p})) + l_p r_{\phi p} \sin(\theta + \phi)/2] \cdot [f_1^2(\omega_{\text{вин}}^2 R_{\text{вин}} + g \cos \epsilon) + \omega_{\text{вин}}^2 R_{\text{вин}} / \varphi_{\text{вин}} - g k_{\text{а.мр.}}] / (\cos \alpha_{\text{вин}} + f_1 \sin \alpha_{\text{вин}})\} D_{\text{вин}} \omega_{\text{вин}} / 2 \quad (3)$$

Мощность, потребляемая погрузчиком корнеклубнеплодов будет складываться из мощности потребляемой роторным питателем  $P_p$  и мощности, потребляемой скребковым рабочим органом  $P_{\delta\delta}$ .

$$P = P_p + P_{mp} \quad (4)$$

Мощность, потребляемая роторным питателем, определится, как произведение силы сопротивления отделяемого слоя к абсолютной скорости движения частицы груза:

$$P_p = F v_a \quad (5)$$

Окончательно для роторного питателя получим:

$$P_p = [HBc \rho g \cos \psi + f_{\text{вин}} \rho V_{\text{ом}} (g \cos \phi + \omega_p^2 r_p) + (p_g \cos \phi + p_z \sin \phi) l_{\text{л}} (r_p - r_g) + V_{\text{ом}} \rho \omega_p^2 (r_p - r_{\text{ск}})] \cdot [\pi \sqrt{\frac{D_{\text{к}}^2 n_{\delta}^2}{i_{\text{мп}}^2} + D_p^2 n_p^2 + 2 \frac{D_p D_{\text{к}} n_p n_{\delta} \cos(\omega_p t - \gamma)}{i_{\text{мп}}}}] \quad (6)$$

где  $v_a$  — абсолютная скорость задаваемая частице груза рабочим органом, м/с;

$\sigma_{\text{нā}}$  — контактное напряжение сдвигу, кПа;

$f_{\delta\delta.\text{ā}}$  — коэффициент трения картофеля о поверхность скребка;

$f_{\delta\delta.\text{α}}$  — коэффициент трения картофеля о поверхность желоба;

$\beta$  — угол установки скребков отгрузочного транспортера, град;

$U_{\dot{\delta}\delta}$  — поступательная скорость движения отгрузочного транспортера, м/с;

$k_n$  — коэффициент учитывающий сопротивление на натяжных и отклоняющих звездочках, а также потери в шарнирах цепи и подшипниках;

$H$  — высота насыпи, м;

$B$  — ширина захвата рабочего органа ( $B=l_n$ ), м;

$\Psi = \pi/2 - (\varphi + \varepsilon)$  — угол между нижней гранью лопасти и основанием насыпи, град;  $\varepsilon$  — угол кривизны лопасти, град;

$c=r_p \cdot d_e/2$  — высота лопасти, м;  $d_e$  — диаметр вала роторного питателя, м;

$g$  — ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\rho$  — плотность груза, кг/м<sup>3</sup>;

$f_{вн}$  — коэффициент внутреннего трения;

$p_v$  — давление вертикального слоя, кПа;  $p_z$  — давление горизонтального слоя, кПа;

$V_{от}$  — фактически отделяемый объем слоя картофеля, м<sup>3</sup>;

$r_{\dot{n}\dot{e}}$  — радиус клубня, м.

Мощность, затрачиваемая на привод скребкового транспортера погрузчика картофеля запишется

$$P_{\dot{\delta}\delta} = [f_{\dot{\delta}\delta.\dot{a}} \sigma_{\dot{n}\dot{a}} \frac{\pi r_{\dot{n}\dot{e}}^2}{2} (\cos \beta + \sin \beta) + f_{\dot{\delta}\delta.\dot{a}} mg (\cos \beta + \sin \beta) + (7) \\ + \sigma_{\dot{n}\dot{a}} \frac{\pi r_{\dot{n}\dot{e}}^2}{2} (\cos \beta - \sin \beta) - f_{\dot{\delta}\delta.\dot{a}} mg] U_{\dot{\delta}\delta} k_r.$$

Мощность погрузчика сыпучих грузов будет складываться из мощности, потребляемой барабанным питателем  $P_{\dot{\sigma}}$  и мощности, потребляемой скребковым транспортером  $P_{mp}$ .

$$P = P_{\dot{\sigma}} + P_{mp} \quad (8)$$

$$P_{\dot{\sigma}} = \left[ \begin{array}{l} \left( 2m\omega(r_e\omega \cos \omega t + v_{II}) \cos \alpha_2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_2} \right) \cdot \mu + p_r A_r + \\ \left( -m\omega^2 r_e \sin \omega t + \sigma_{сж} k l_n \right) \\ + F_{ux} + \left( \frac{1}{2} \rho l_{II} \frac{h_n^2}{t g \varphi_{II}} g + F_{uy} + p_v A_v \right) + F_M \end{array} \right] \times v_a \quad (9)$$

где:  $\alpha_2$  — вспомогательный угол между силой Кориолиса  $F_k$  и радиусом  $r$  питателя, град;

$k$  — толщина планки, мм;

$l_n$  — длина планки, м;

$\sigma_{сж}$  — напряжение сжатия слоя зерна, кПа;

$\mu$  — коэффициент внешнего трения;

$A_G, A_B$  — площадь поверхности горизонтального и вертикального слоев, м<sup>2</sup>;

$h_n$  — высота планки, м;

$F_{иx}, F_{иy}$  — проекции силы инерции  $F_n$  на оси абсцисс и ординат, Н;

$h_m$  — высота подъема порции груза при разгрузке на транспортер, м;

$l_m$  — расстояние на которое перемещается груз при разгрузке на транспортер, м;

$\alpha_m$  — угол подъема порции груза при разгрузке, град;

$t_m$  — время полета порции груза, с.

Мощность на привод скребкового транспортера определится по известной методике [4] и запишется

$$P_{mp} = \frac{F_t v_{скр}}{1000 \eta_m \eta_{зг}}$$

$$v_{скр} = \frac{30 l_n n_{\sigma}}{K h_c^2 \psi c_{\beta}} \left[ \frac{1}{2} \operatorname{tg} \varphi_d \left( r \sin \alpha + \frac{30 v_{II}}{n_{\sigma}} \right)^2 - \left( \frac{\pi n_{\sigma} r^2}{60} + v_{II} r \right) \times \right. \quad (10)$$

$$\left. \times \left[ \frac{30 \left( \arccos \frac{H}{r} - 1 \right) - \pi}{\pi n_{\sigma}} \right] + \frac{r^2}{4} \sin^2 \alpha + \left( r^2 + \frac{30 r v_{II}}{\pi n} \right) \sin \alpha \right]$$

где  $l_n$  — длина планки, м;

$n_{\sigma}$  — частота вращения барабана, с<sup>-1</sup>;  $h_c$  — высота скребка, м;

$K$  — коэффициент соотношения ширины и высоты скребка;

$\psi$  — коэффициент заполнения желоба;

$c_{\beta}$  — коэффициент учитывающий угол наклона транспортера;

$\varphi_d$  — угол естественного откоса зерна в движении, град;

$r$  — радиус барабана, м;  $\alpha$  — угол поворота барабана, град;



$v_{II}$  — поступательная скорость погрузчика, м/с;

$H$  — высота насыпи зерна, м.

Анализ представленных выражений показывает, что мощность на привод рабочих органов погрузчиков буртованных грузов, зависит от режимных (угловая скорость питателя, скорость движения отгрузочного транспортера и т. д.), конструктивных (диаметр питателя, конструктивные особенности отделяющих элементов и т. д.) параметров, а также от траектории, по которой движется груз при его перемещении. Траектория движения груза будет складываться из траектории, которую проходит груз на участке захвата порции груза, перемещения в слое груза, разгрузки питателя и перемещения отгрузочным транспортером.

### Список литературы:

1. Ерохин М.Н., Казанцев С.П., Карп А.В. и др. Подъемно-транспортные машины // Под ред. М.Н. Ерохина и С.П. Казанцева. — М.: КолосС, 2010. — 335 с.
2. Павлов П.И., Хакимзянов Р.Р., Леонтьев А.А. Результаты исследования погрузчика картофеля с двухфазным питателем // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. — Саратов, 2009. — № 12. — С. 62—65.
3. Патент РФ № 2000129074, 2001. Дубинин В.Ф., Павлов П.И. Хакимзянов Р.Р. Фрезерношнековый питатель // Патент России № 17523.2001. Бюл. № 10.
4. Хакимзянов Р.Р., Сизов С.С. Погрузчик зерна // Сельский механизатор. — 2010. — № 8. — С. 32—33.

## СЕКЦИЯ 10.

### ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА

#### К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ

**Барандич Екатерина Сергеевна**

*аспирант Национального Технического Университета Украины  
«Киевский Политехнический Институт», г. Киев  
E-mail: [barandichk@ukr.net](mailto:barandichk@ukr.net)*

**Выслоух Сергей Петрович**

*канд. техн. наук, доцент Национального Технического Университета  
Украины «Киевский Политехнический Институт», г. Киев  
E-mail: [vsp1@ukr.net](mailto:vsp1@ukr.net)*

#### FOR THE ISSUE OF ENSURING PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF THE DEVICE'S DETAILS

**Catherine Barandich**

*Graduate student of National Technical University of Ukraine  
“Kyiv Polytechnic Institute”, Kiev*

**Sergey Vysloukh**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of National Technical  
University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kiev*

#### АННОТАЦИЯ

В данной статье представлен анализ научных исследований в области технологического обеспечения заданных значений эксплуатационных характеристик деталей приборов. Установлена непосредственная корреляция между режимами механической обработки,

качеством поверхностного слоя и эксплуатационными показателями детали. Показана актуальность создания научно обоснованной методики назначения оптимальных режимов механической обработки, направленных на обеспечение требуемых значений эксплуатационных свойств деталей приборов.

### ABSTRACT

This article presents an analysis of the scientific research in the field of technological support given values of performance characteristics of device's parts. Direct correlation between the conditions of mechanical treatment, the quality of the surface layer and performance characteristics of detail was set. The relevance of the creation of the evidence-based methodology for appointment the optimum cutting conditions, which are directed to ensure the required values of the performance characteristics of details of the devices was shown.

**Ключевые слова:** эксплуатационные свойства; поверхностный слой; механическая обработка; оптимальные режимы резания.

**Keywords:** performance characteristics; the surface layer; mechanical processing; the optimum cutting conditions.

Одним из самых главных показателей уровня развития промышленности является возможность проектирования и создания качественных изделий приборостроения. Для любого предприятия, которое стремится в условиях жесткой конкуренции закрепить свои позиции на рынке, очень важной является задача производства продукции, которая по своим качественным характеристикам не будет уступать аналогам на мировом рынке. Значимость этой задачи возрастает в связи с тем, что к продукции, выпускаемой приборостроительными предприятиями, предъявляются все более высокие требования. В частности, это касается надежности [10], которая как комплексный показатель включает в себя долговечность, безотказность и ремонтпригодность. К тому же конструктору, исходя из условий функционирования изделия, необходимо задавать те или иные сочетания параметров, характеризующие параметры поверхностного слоя деталей, а задача технолога — обеспечить их при изготовлении. Производство приборов с высокими техническими характеристиками невозможно без использования высококачественных деталей. Таким образом, от качества деталей в значительной степени зависит качество изделия в целом.

Исследования многих ученых, в частности Безъязычного В.Ф. [1, 2], Сулова А.Г. [3, 8, 9], Кожиной Т.Д. [4], Рыжова Э.В. [5],

Федорова В.П. [6], Сулимы А.М. [7], Берника П.С. [10] и других, показывают, что надежность приборов определяется эксплуатационными свойствами отдельных деталей и узлов. В свою очередь эти свойства зависят от системы параметров качества поверхностного слоя деталей приборов после механической обработки. Таким образом, зависимость показателей надежности от уровня технологического процесса можно изобразить следующей схемой, которая приведена на рис. 1.



**Рисунок 1. Схема зависимости показателей надежности от уровня технологического процесса**

Данная схема показывает, что изменение методов и режимов механической обработки оказывает воздействие через отдельные характеристики качества поверхностного слоя на износостойкость, контактную жесткость, коррозионную устойчивость, усталостную прочность, объем зазора в стыке и другие эксплуатационные показатели. Таким образом, изготовление деталей из одного и того же материала, но по различной технологии и с разными режимами обработки, приводит к резкому изменению свойств поверхностного слоя, при этом надежность таких деталей будет различной.

Как показывают результаты анализа технологических процессов обработки деталей, в настоящее время на приборостроительных предприятиях назначение технологических условий обработки осуществляется с недостаточной научной обоснованностью. Примером этого является назначение режимов механической обработки на операциях технологических процессов, когда учитывается только значения требуемой шероховатости и точности обработки, а эксплуатационные свойства при этом не учитываются. Также технологические режимы резания, а именно скорость резания, величины подачи и глубины резания, число проходов, часто назначаются по данным справочных таблиц или с помощью степенных зависимостей. При этом не учитываются конкретные индивидуальные физико-механические свойства и химический состав материала заготовок и готовых деталей,

что не позволяет получить оптимальные режимы обработки и обеспечить требуемые эксплуатационные показатели детали. Таким образом, актуальным является вопрос технологического обеспечения эксплуатационных показателей деталей. При этом традиционным является подход [6], устанавливающий связь режимов механической обработки с эксплуатационными свойствами детали на основе эмпирических зависимостей. Недостатками такого подхода является: большое количество трудоемких исследований; частичный характер полученных зависимостей, которые справедливы только для конкретных условий обработки. Поэтому при переходе к новому изделию возникает необходимость в повторении трудоемких исследований.

Более обобщенным является обеспечение требуемых значений эксплуатационных свойств детали в две стадии: на первой устанавливается связь технологических факторов с параметрами состояния поверхностного слоя; на второй — влияние этих параметров на эксплуатационные характеристики деталей.

Однако оба подхода имеют основной недостаток — эмпирический путь решения задачи, а следовательно, связанные с этим:

- значительную трудоемкость экспериментов;
- ограниченное число исследований параметров состояния поверхностного слоя;
- невысокую точность (в пределах точности метода измерения) их определения.

Таким образом, разработка научно обоснованной методики определения режимов механической обработки поверхностей деталей в зависимости от требуемых значений их эксплуатационных свойств является актуальной задачей. В данном направлении ведется активная научная работа, поскольку решение этой задачи требует создания аналитических зависимостей, которые будут связывать значение эксплуатационных характеристик деталей приборов с режимами их механической обработки, а также создания, на основе использования этих зависимостей, методики назначения режимов механической обработки. К тому же, при определении режимов обработки деталей приборов, будет использоваться полный набор сведений о физико-механических свойствах и химическом составе обрабатываемого материала детали, с целью учета его конкретных характеристик. Для этого на основе методов многомерного статистического анализа разработаны соответствующие алгоритмы.

Таким образом, данная методика позволит обеспечить необходимые значения эксплуатационных характеристик деталей

приборов при их механической обработке с учетом физико-механических свойств и химического состава обрабатываемого материала.

### Список литературы:

1. Безъязычный В.Ф., Кожина Т.Д., Чарковский Ю.К. Технологические методы обеспечения эксплуатационных свойств и повышения долговечности деталей: Учебное пособие ЧПИ: Ярославль, 1987. — 87 с.
2. Безъязычный В.Ф., Чарковский Ю.К., Крылов В.Н. Технологическое обеспечения эксплуатационных показателей деталей машин. М.: Машиностроение, 2001. — 217 с.
3. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт.; под ред. А.Г. Сулова. М.: Машиностроение. 2008. — 320 с.: ил.
4. Кожина Т.Д. Технологические основы управления и контроля эксплуатационными показателями деталей машин. — Рыбинск: РГАТА, ООО «Формат», 2001. — 519 с.
5. Рыжов Э.В., Клименко С.А., Гуцаленко О.Г. Технологическое обеспечение качества деталей с покрытиями. — К.: Наукова думка, 1994. — 180 с.
6. Степанова, Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие. — Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2009. — 64 с.
7. Сулима А.М., Шулов В.А., Ягодкин Ю.Д. Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин. — М.: Машиностроение, 1988. — 240 с.
8. Сулов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. — М.: Машиностроение, 2000. — 320 с., ил.
9. Сулов А.Г., Федоров В.П., Горленко О.А., Горленко А.О., Прокофьев А.Н. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств деталей и их соединений / А.Г. Сулов (общ. ред.). — М.: Машиностроение, 2006. — 447 с.
10. Берник П.С., Афтаназів І.С., Сивак І.О., Пешко А.В., Голуб Ю.М., Конохов О.С. Технологічні методи забезпечення надійності машин. — Київ: КИТ, 2004. — 148 с.

# ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАБОТКИ МИКРОКОМПОНЕНТОВ И МИКРОДЕТАЛЕЙ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

*Диордица Ирина Николаевна*

*ассистент кафедры производства приборов  
Национальный технический университет Украины,  
«Киевский политехнический институт», г. Киев  
E-mail: [indior@yandex.ru](mailto:indior@yandex.ru)*

## RESEARCHES IN AREA OF TREATMENT MIKROCOMPONENTS AND MIKRODETAILS ON PROCESSING CENTERS

*Iryna Diorditsa*

*National Technical University of Ukraine  
"Kyiv Polytechnic Institute", Kiev*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются способы микрообработки. Исследуются методы точности обработки для типовых микромеханических компонентов. Проведены исследования математических моделей для прецизионной обработки.

### ABSTRACT

In the article methods are examined mikrotreatments. The methods of exactness of treatment are probed for a model mikromechanical components. Studies of mathematical models for precision machining.

**Ключевые слова:** микрокомпонент; способы микрообработки; методы

**Keywords:** mikrocomponent; methods mikrotreatments; methods

### Вступление.

Микросистемные технологии рассматриваются сегодня как ключевые технологии с экономическим потенциалом. Согласно результатам маркетинговых исследований эти технологии развиваются в США, Японии и Германии. В США, где сильно развита микроэлектроника, особенно развивается производство комплек-

тующих на базе микросистем, в Германии большое развитие получили прикладные направления и микросистемные технологии. В Японии миниатюризация всегда была приоритетным направлением в развитии производства, поэтому сегодня практически в каждой крупной японской компании есть научное подразделение, которое занимается проблемами микросистемных компонентов [2].

#### **Постановка задачи.**

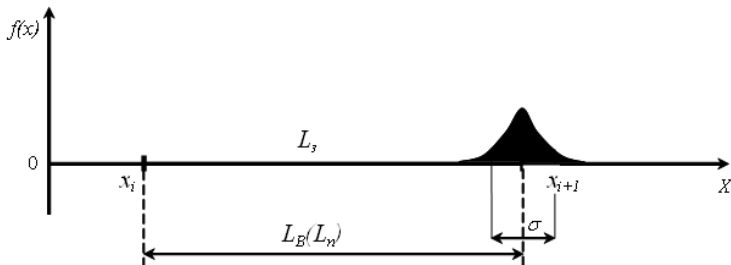
Типовые микромеханические компоненты требуют обработки с точностью от 0,1 до 1 мкм. Такая высокая точность изготовления этих компонентов с трудом может быть достигнута даже на прецизионных станках. Поэтому технологический процесс обработки должен включать дополнительные модели изготовления микромеханических компонентов, которые компенсируют возникновение технологической погрешности [1].

Вследствие роста необходимости обеспечения высокой точности, одновременно связанной со снижением себестоимости, возникает необходимость в промышленном оборудовании с возможностью компенсации геометрических погрешностей, что регистрируется измерительной техникой в режиме реального времени. Исследование возникновения векторного характера погрешности на станках.

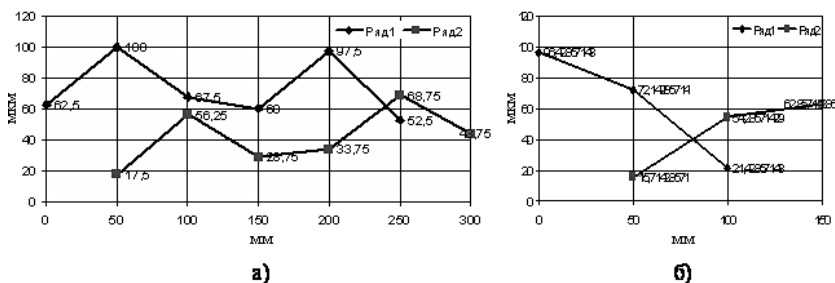
Исследование этого вопроса доказало, что, например, образцовый элемент  $L_3$  расположенный в рабочем пространстве оборудования и при измерении в его системе координат с помощью той же системы отсчета даст размер  $L_B$ , который будет отличаться от образца.

В общем случае всегда будет выполняться неравенство  $L_3 \neq L_B$  (рис. 1). При этом  $L_B$  следует воспринимать как нестандартную меру измерения, которая принадлежит станку. Перемещение образцового элемента в рабочем пространстве будет давать соответствующую погрешность измерения которые, снова таки, в общем случае будут колебаться, например, как случайная величина с нормальным законом распределения, то есть  $\sigma$  (рис. 1).





**Рисунок 1. Розсеивание размеров  $L_B$  в зависимости от расположения образцовой меры на столе**



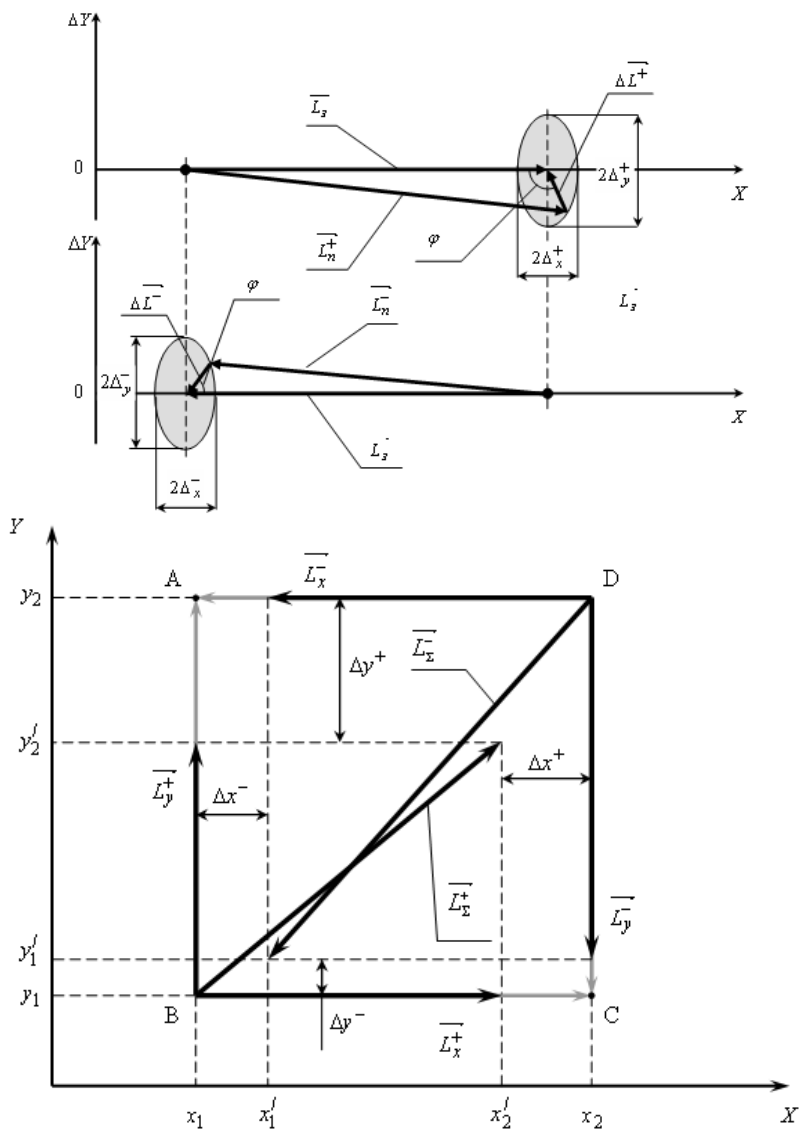
**Рисунок 2. Результаты исследования точности полученные на фрезерном столе в координатах X (а), Y (б)**

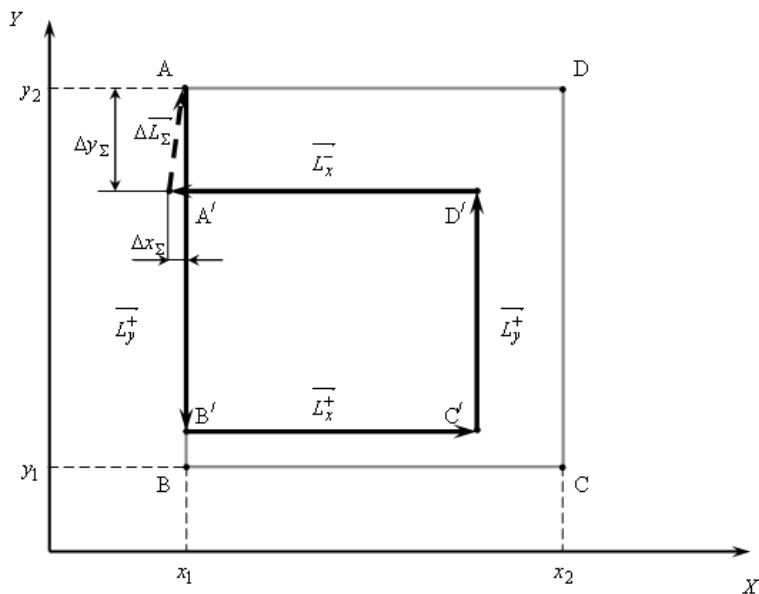
Если рассмотреть этот процесс в двух координатах, то движение при измерении и итоговую погрешность можно представить как сумму векторов движений:

$$\vec{L}_3 = \vec{L}_6^+ + \Delta L^+ \quad \text{и} \quad \vec{L}_3 = \vec{L}_6^- + \Delta L^- \quad (1)$$

Исследования доказали, что векторная сумма при прямом и обратном движении не является зеркальным отображением друг друга (рис. 2). Объяснение здесь может быть только одно: технологическое оборудование имеет нагрузки при противоположных направлениях движения и как следствие разную величину износа рабочих частей. Особенно важным явлением при этом является неодинаковая точность вдоль всей длины по координатам, которая усиливается со временем работы станка. Вектор погрешности при этом может иметь описание как эллипсоидальная зависимость

в координатах  $XU$ . В частных случаях эллипс может менять местами свою большую и малую ось, а также упрощаться (рис. 3):





**Рисунок 3. Поле рассеивания векторных диаграмм в зависимости от измерения, отклонения векторного идеального квадрата и векторной ошибки  $\overline{\Delta L}_\Sigma$  при контурной обработке инструмента**

$$\Delta L = \frac{\Delta y^2}{\Delta x + \sqrt{\Delta x^2 - \Delta y^2} \times \cos \varphi} \text{ при } 1 > \Delta x^2 - \Delta y^2 \geq 0, \quad (2)$$

где  $\Delta x$  и  $\Delta y$  — среднестатистические размеры от образцовой  $L_3$ ,

$\varphi$  — угол вектора погрешности  $\overline{\Delta L}^+$  или  $\overline{\Delta L}^-$  от вектора  $\overline{L}_3$ .

Если использовать закон нормального распределения для случайной величины по координатам, то:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta x^2}{2}}, \quad f(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\Delta y^2}{2}}; \quad (3)$$

где  $\Delta x = 3\sigma_x$ ,  $\Delta y = 3\sigma_y$ .

Получаем:

$$\Delta L = \frac{3\sigma_y}{\sigma_x + \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \times \text{Cos } \varphi} \quad (4)$$

На рисунке (рис. 3) видно, что выполнение комплексного движения щупа по двум координатам  $X$  и  $Y$ , например, с точек  $D$  или  $B$  приведет к неправильной реализации геометрической фигуры типа «квадрат» в пространстве станка. Схождение векторов  $\vec{L}_\Sigma^-$  и  $\vec{L}_\Sigma^+$  практически невозможно. Так, например, контурная обработка или движение по линии  $ABCD A$  (рис. 3) всегда будет приводить к появлению вектора погрешности  $\Delta \vec{L}_\Sigma^-$ , который будет следствием влияния замкнутой векторов:

$$\Delta \vec{L}_\Sigma = \vec{L}_y^+ + \vec{L}_x^+ + \vec{L}_y^- + \vec{L}_x^- . \quad (5)$$

Для устранения этого явления вводится термин зонной точности станка через понятие градиента. В таком случае это предоставит возможность ограничивать координаты объема, где точность позиционирования будет учитываться через векторные градиенты точности.

### **Заключение.**

Проведенные исследования математических моделей для прецизионной обработки микротехнических изделий и созданная методика и алгоритмы для моделирования погрешности обработки, с целью их компенсации с помощью компьютерного управления показывает, что в следствии необходимости обеспечения высокой точности, одновременно связанной со снижением себестоимости, возникает необходимость в промышленном оборудовании и возможность компенсации геометрических погрешностей, которая регистрируется измерительной техникой в режиме реального времени. Разработана конструкция для координатной привязки поля погрешностей и инструмента к системе координат станка и методика учета погрешностей при выполнении работ на станке. Разработана методика учета погрешности позиционирования на станке. Предложенная методика позволила уменьшить среднее отклонение полученных размеров от 60 мкм.

### **Список литературы:**

1. Остафьев В.А., Диордица И.Н. Исследование точности обработки микромеханических компонентов. Вісник НТУУ "КПІ". Серія приладобудування. — Київ. 2006. — Вип. 32. — 172 с.
2. Kartunov S., Mechanische Mikrofertigungsverfahren — Übersicht, Besonderheiten, Auswahl, Anwendungen, Beispiele, Potentiale, Entwicklung. Ilmenau, Internationalen Wissenschaftliches Kolloquium Technische Universität Ilmenau 23.—26 September 2002, 234 с., ISSN 0943-7207.

## **СЕКЦИЯ 11.**

### **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ**

#### **ЛОЖНЫЕ ТРЕВОГИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

***Пашкевич Наталья Александровна***

*аспирант кафедры «БЖД» ФГБОУ ВПО «КемГИПП»,  
г. Кемерово*

*E-mail: [nataliaandre@inbox.ru](mailto:nataliaandre@inbox.ru)*

***Расщекина Елена Александровна***

*канд. техн. наук, доцент кафедры «БЖДЭиФВ» ФГБОУ ВПО  
«ЮТИ ТПУ»,  
г. Юрга*

***Лытягин Евгений***

***Петрученя Павел***

***Лукин Иван***

*студенты кафедры «БЖДЭиФВ» ФГБОУ ВПО «ЮТИ ТПУ»,  
г. Юрга*

## **FALSE ALARM OF FIRE ALARM**

***Natalia Pashkevich***

*Graduate student of "Safety" Federal State Educational Institution  
of Higher Professional Education "KemTIPP", Kemerovo*

***Elena Rasschepkina***

*Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor of "Safety,  
environment and physical's upbringing" Federal State Educational  
Institution  
of Higher Professional Education YUTI TPU, Yurga*

***Eugene Lytyagin***

***Paul Petruchenya***

***Ivan Lukin***

*Students of Federal State Educational Institution  
of Higher Professional Education YUTI TPU, Yurga*

### **АННОТАЦИЯ**

Описана проблема ложных срабатываний систем пожарной сигнализации. Выявлены основные причины ложных тревог. Рассмотрены способы решений данной проблемы.

### **ABSTRACT**

Described the problem of false alarms of fire alarm systems. The basic causes of false alarms. The methods for solving this problem.

**Ключевые слова:** пожар; статистика; пожарный извещатель; автоматическая пожарная сигнализация; ложные тревоги (срабатывания); причины; решение.

**Keywords:** fire; statistics; fire detector; automatic fire alarm system; false alarms (false positives); causes; solutions.

В России отмечен рост количества пожаров. При этом следует отметить, что с 2009 года приказом МЧС России введен новый порядок учета пожаров и оценка их последствий. В соответствии с этим учету подлежат те пожары, на которые выезжали подразделения ГПС МЧС России, а также пожары, информация о которых поступила либо от граждан, либо с пульта пожарной

сигнализации объекта защиты. Другими словами, официальная пожарная статистика не учитывает в своем анализе возгорания (т. е. процесс неконтролируемого горения, не причинивший материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства). По данным Центра пожарной статистики Международной ассоциации пожарно-спасательных служб, каждый год в мире происходит несколько миллионов пожаров, на которых погибают около десятки тысяч человек и уничтожаются материальные ценности на десятки миллиардов денежных единиц [1]. Но с учетом того, что часть пожаров в официальную статистику не входят, то их количество гораздо больше.

По данным [2] за прошедший 2011 год в мире насчитывалось порядка 7 млрд. чел. Всего во всех странах мира произошло около 8 млн. пожаров, погибло примерно 85 тыс. чел. Практически половина погибших приходилась на Индию и страны постсоветского пространства.

Анализ представленных данных показывает, что в мире примерно за год на каждую тысячу жителей приходится один пожар, при этом каждый 100 пожар уносил в среднем одну человеческую жизнь.

Мировая статистика пожаров свидетельствует, что на первом месте находятся пожары на свалках, горение кустарников и травы (35 %), около половины пожаров приходится на жилые здания (30 %) и автотранспорт (18 %). Оставшиеся пожары приходятся на лесные, транспортные пожары, пожары в зданиях и прочие [2].

Ввиду того, что частота реализации пожаров в зданиях жилого назначения выше, чем на других объектах, а также учитывая, что плотность людского потока в них выше, то на эти пожары приходится 80 % всех погибших на пожарах. В России этот показатель значительно выше (91 %) [3].

Сложившаяся во всем мире пожароопасная обстановка требует кардинальных мер по решению вопросов уменьшения частоты реализации пожароопасных ситуаций. Одним из способов решения является применение автоматических систем обнаружения пожаров. Предназначение данных систем заключается в способности раннего обнаружения пожароопасной ситуации и выдачи соответствующую информацию (извещение) о возгорании.

Очень важно как можно раньше обнаружить пожар, взять под контроль, локализовать и потушить его на ранней стадии развития. Главная задача при проектировании систем пожарной сигнализации, — это правильный выбор типа извещателя, его размещение на охраняемом объекте. Выбор типа пожарного извещателя, в зависимости



от назначения здания и помещения, осуществляется согласно своду правил СП 5.13130.2009 [5].

Для обеспечения надежной работы систем пожарной сигнализации, необходимо чтобы тип пожарного извещателя соответствовал типу возгорания, обеспечивал своевременное обнаружение пожара и не давал ложных срабатываний при эксплуатации. Таким образом, от надежности системы пожарной сигнализации зависит исход пожара. Однако, анализ российских и зарубежных научных исследований, связанных с вопросами пожарной сигнализации, выявил один из аспектов данных систем — ложные тревоги.

Снижение порогов чувствительности точечных дымовых извещателей приводит как к ложным срабатываниям систем пожарной сигнализации, так и ложным пускам автоматических установок пожаротушения. Проблема ложных тревог систем обнаружения пожара является одной из актуальных во всем мире.

В России о проблеме ложных срабатываниях систем пожарной сигнализации заговорили не так давно, в 2000-х годах. Повышенный интерес к противопожарной защите и мероприятиям объясняется частыми пожарами. Все объекты жизнедеятельности человека стали активно оснащаться системами пожарной сигнализацией. Спрос, как известно, рождает предложение. Рынок насытился многообразием фирм по их установке. В итоге, низко квалифицированные специалисты, зачастую не имеющие специального образования и опыта работы, ринулись монтировать и обслуживать системы пожарной сигнализации, используя при этом дешевые и ненадежные технические средства обнаружения пожара. Для сложных, энергонасыщенных объектов соотношение ложных срабатываний на пожар к количеству выявляемых пожароопасных ситуаций может в среднем достигать соотношения 1/300 за год [6].

Одним из критериев при выборе оборудования и принятия технических проектных решений в области пожарной безопасности должна быть регламентированная величина вероятности ложных срабатываний. Считается, что если число ложных срабатываний превышает число реальных пожаров в 10 раз, то это полностью подрывает доверие к эксплуатируемым системам пожарной сигнализации [7]. В европейских странах проблеме ложных тревог систем пожарной сигнализации уже давно уделяется большое внимание, причем на законодательном уровне. В Англии введен нормируемый показатель вероятности возникновения ложных тревог. Если на объекте защиты этот показатель превысит свое допустимое значение, то фирма (организация), проектирующая и устанавливающая

данную систему обязана привести показатель к норме, при этом могут быть возбуждены судебные дела с целью возмещения убытков фирмой, проектирующей оборудования.

В Германии создана лаборатория, выясняющая причины ложных срабатываний. Зарубежными фирмами проводятся разработки новых технических решений, позволяющих снизить количество ложных срабатываний систем пожарной сигнализации [4].

В [4] и [8] определены основные объективные причины ложных тревог пожарной сигнализации. Наиболее распространенными причинами ложных срабатываний являются: низкое качество проектирования и монтажа, неквалифицированное техническое обслуживание, запыление точечных дымовых пожарных извещателей и отсутствие эксплуатационного контроля текущей запыленности дымовой камеры извещателя, параметры окружающей среды защищаемого помещения, наведенные электромагнитные помехи (электромагнитная совместимость) и колебания напряжения в сети и т. п. Проанализируем эти причины.

Во-первых, ложные срабатывания возникают в системах, использующих в качестве датчика точечный дымовой пожарный извещатель. Проблема заключается в том. Что конструкция дымовой камеры такова, что способствует накоплению пыли, что в конечном итоге рано или поздно приводит к формированию ложного сигнала (оповещения) о пожаре. Решить проблему можно только постоянной влажной уборкой защищаемого помещения и регулярным техническим осмотром (эксплуатационный контроль текущей запыленности дымовой камеры извещателя). Также проблема запыленности дымовой камеры может быть решена, если технический персонал может прямо на приемно-контрольном приборе оценить уровень запыленности извещателя. Автор [8] отмечает, что вышерассмотренная причина ложных тревог систем раннего обнаружения возгорания может быть легко устранена с применением адресно-аналоговых систем, что и объясняет популярность данных систем за рубежом.

Еще одна причина ложных тревог — электромагнитная несовместимость. Прежде чем приступать к проектированию системы пожарной сигнализации, необходимо выяснить, какая степень жесткости к электромагнитным полям должна быть у оборудования для использования на конкретном объекте. В [5] сказано, что приборы приемно-контрольные пожарные, приборы управления пожарные и другое оборудование, функционирующее в установках и системах пожарной автоматики, должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех со степенью жесткости не ниже второй

по ГОСТ Р 53325-2009 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний».

А как же проблема электромагнитной совместимости решена в европейских стандартах?

Стандарт EN 50130-4 «Системы сигнализации. Часть 4: Электромагнитная совместимость — Требования по помехоустойчивости для компонентов систем безопасности» в европейских странах является базовым и определяет требования по электромагнитной совместимости для элементов систем пожарной сигнализации и прописывает такое значение минимальной степени жесткости, которое соответствует четвертой степени жесткости по ГОСТ Р 51317.4.3-99 «Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний».

Таким образом, требования нормативных документов в области пожарной безопасности, действующие на территории Российской Федерации, в значительной степени уступают требованиям европейских стандартов.

### **Список литературы:**

1. Атлас риска пожаров на территории Российской Федерации: научное издание / М-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России); ред. С.К. Шойгу [и др.]. — М.:Феория, 2011. — 652 с.: карты, ил. + 1 эл. опт. диск (CD ROM).
2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Роль статистики пожаров в оценке пожарных рисков // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. — 2011. № 1. — С. 112—124.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2010 г. статистический сборник / Под общ.ред. Н.П. Копылова. — М. ВНИИПО. — 2011.
4. Разработка методов функционального контроля аппаратуры пожарной сигнализации и их техническая реализация [Электронный ресурс] // Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat [Официальный сайт]. URL: [http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-funktionalnogo-kontrolya-apparatury-pozharnoi-signalizatsii-i-ikh-tekhni#ixzz29FwSbqA1](http://www.dissercat.com/content/razrabotka-metodov-funktionalnogo-kontrolya-apparatury-pozharnoi-signalizatsii-i-ikh-tekhni) (дата обращения: 10.10.2011).
5. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
6. ВСН 25-09. 67-85. Правила производства и приемки работ. Установки охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации.

7. Шаровар Ф.И. Методы раннего обнаружения загораний. М.: Стройиздат, 1988. — 337 с.
8. Ложные срабатывания в системах пожарной сигнализации [Электронный ресурс] // SECUTECK.RU (Системы безопасности) [Офф. Сайт]. URL: [http://www.secuteck.ru/articles2/sr\\_ob\\_poj\\_bez/lojnie-srabitvaniya-v-sistemah-pojarnoi-signalizacii](http://www.secuteck.ru/articles2/sr_ob_poj_bez/lojnie-srabitvaniya-v-sistemah-pojarnoi-signalizacii) (дата обращения: 21.08.2012).

## СЕКЦИЯ 12.

### ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ

#### УСТРОЙСТВО АДРЕСНОГО ОПОВЕЩЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SMS-СООБЩЕНИЙ

*Цуриков Александр Николаевич*

*аспирант, Ростовского государственного университета  
путей сообщения, г. Ростов-на-Дону*

*E-mail: [tsurik7@yandex.ru](mailto:tsurik7@yandex.ru)*

#### DEVICE OF SELECTIVE ALERTING ABOUT EMERGENCY SITUATION ON BASIS OF SMS-MESSAGES

*Alexander Tsurikov*

*Postgraduate student of Rostov state transport university, Rostov-on-Don*

#### АННОТАЦИЯ

В статье описано устройство, предназначенное для адресного оповещения о чрезвычайной ситуации. Устройство позволяет расширить возможности оповещения с использованием SMS-сообщений. Рассмотренное устройство защищено заявкой РФ на выдачу патента на изобретение.

#### ABSTRACT

The article describes the device, which designed for selective alerting about emergency situation. The device allows of extend capabilities of SMS-alerting. The device is protected by invention application of Russian Federation.

**Ключевые слова:** мобильный телефон; оповещение; чрезвычайная ситуация; SMS-сообщение.

**Keywords:** mobile phone; alerting; emergency situation; SMS-message.

Абоненты мобильной связи, помимо основной услуги по передаче голоса, широко используют SMS (Сервис Передачи Коротких Сообщений), который позволяет передавать и принимать алфавитно-цифровые сообщения. Сообщение может содержать до 160 символов (латинский алфавит и цифры), при использовании кириллицы — не более 70 символов.

Известно [1], что SMS используется для оповещения населения о чрезвычайных ситуациях (ЧС). Например, в США разработана система [2] под названием PLAN (Personal Localized Alerting Network). Объем сообщений в PLAN не превышает 90 текстовых знаков. Сообщения направляются абонентам, которые находятся в зоне ЧС. Для этого в телефон внедряют чип, позволяющий в приоритетном порядке принимать такие оповещения.

Подобные системы SMS-оповещения о ЧС применяются и в других странах, например, Cell Broadcast в Дании и Firewatch в Австралии. Оповещение населения с использованием SMS-сообщений также проводилось и в России в 2004—2006 годах в Южном и Сибирском федеральных округах [1].

Особенностью применения SMS-технологий является возможность обнаружения числа и местонахождения абонентов, находящихся в зоне ЧС. Это возможно благодаря разделению территории мобильной связи на соты, которое гарантирует доставку информации не всем абонентам сети, а тем, кто находится в зоне ЧС, соответствующей одной или нескольким ячейкам-сотам. Поэтому применение SMS-сообщений можно обозначить, как форму адресного оповещения. В этой связи при SMS-оповещении в условиях ЧС [1] предложено условно разбивать население в зоне ЧС на несколько целевых групп и направлять представителям каждой из них сообщения разного содержания.

Используемый в РФ способ оповещения населения SMS-сообщениями имеет недостатки, а именно: текст сообщения не может содержать более 70 знаков; возможно получение только алфавитно-цифровых сообщений, в то время, как необходимо получение информации в графическом, звуковом и/или других видах; абонент может не обратить должного внимания на сообщение.

Для преодоления указанных недостатков автором предложено устройство адресного оповещения о ЧС с использованием SMS-сообщений, защищенное заявкой на выдачу патента РФ на изобретение № 2012137743/08(061155).

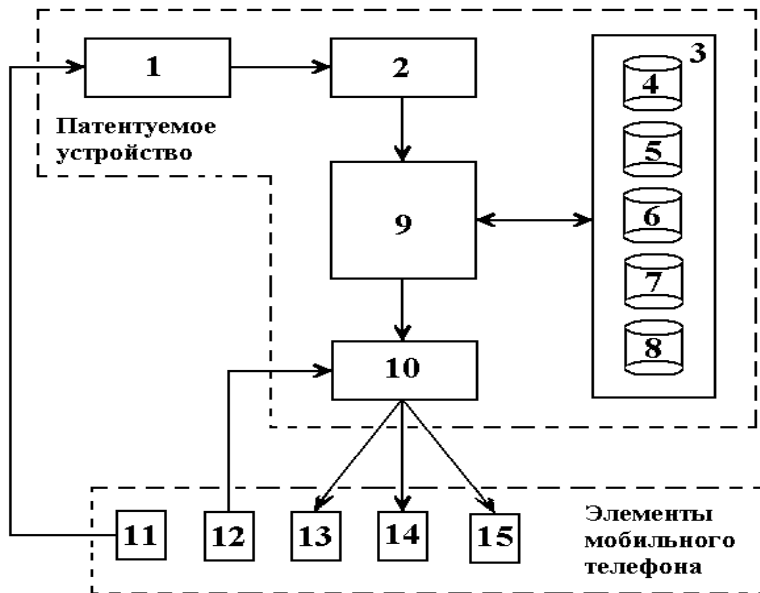
Поставленная задача достигается тем, что SMS-сообщение, направляемое абоненту, находящемуся в зоне ЧС, содержит только алфавитно-цифровой код ЧС, оповещение о которой необходимо произвести, при этом в коде зашифрована следующая информация: тип ЧС (например, пожар, наводнение, террористический акт и т. д.); местонахождение получателя SMS-сообщения (например, находится в очаге поражения, находится в зоне возможного воздействия поражающих факторов, находится в безопасной зоне); номер графического файла с географической картой местности пребывания абонента, на которой обозначено расположение мест эвакуации; координаты места на карте, где располагается очаг поражения ЧС; последовательность слов и словосочетаний, которые следует воспроизвести в особом порядке, чтобы из них получилось звуковое и текстовое сообщение о порядке действий в ЧС; номер мелодии и профиля вибросигнала, которые необходимо запустить для привлечения внимания абонента при поступлении SMS-сообщения с кодом ЧС.

А также тем, что в мобильный телефон устанавливают устройство, обеспечивающее: считывание кода из SMS-сообщения; извлечение информации из хранимых в устройстве банков данных, в зависимости от полученного в SMS-сообщении кода; формирование из извлеченной информации сообщения о конкретной ЧС; выдачу абоненту на встроенные технические средства мобильного телефона (экран, динамик) сообщения о конкретной ЧС.

Устройство (рис. 1) содержит: блок отслеживания входящих SMS-сообщений 1, блок считывания алфавитно-цифрового кода 2, блок хранения банков данных 3 (содержащий банк данных типов ЧС 4, банк данных возможных вариантов местонахождения получателя SMS-сообщения 5, банк данных графических файлов с географическими картами местности 6, банк данных слов и словосочетаний 7, банк данных мелодий и профилей вибросигналов 8), блок извлечения информации из банков данных и формирования сообщений 9, блок выдачи информации на встроенные технические средства мобильного телефона 10. Устройство использует элементы мобильного телефона, в который оно установлено: память SMS-сообщений 11, клавиатура 12, экран 13, динамик 14, вибросигнализатор 15.

Блок отслеживания входящих SMS-сообщений 1 проверяет в фоновом режиме все приходящие в телефон абонента SMS-

сообщения. При появлении в памяти 11 SMS-сообщения с алфавитно-цифровым кодом ЧС, отправленного с определенного заблаговременно короткого четырехзначного номера, блок 1 активизирует устройство и передает указанное SMS-сообщение в блок считывания алфавитно-цифрового кода 2.



*Рисунок 1. Схема устройства адресного оповещения о ЧС*

Блок считывания алфавитно-цифрового кода 2 извлекает из SMS-сообщения код ЧС и передает его в блок извлечения информации из банков данных и формирования сообщений 9. Получив код ЧС, блок 9 взаимодействует с блоком хранения банков данных 3 по заданному алгоритму, и, в зависимости от полученного кода, извлекает из хранимых в блоке 3 банков данных требуемую информацию и формирует из нее сообщение о ЧС.

В зависимости от полученного кода блок 9 извлекает: из банка данных 4 тип ЧС; из банка данных 5 — местонахождение получателя SMS-сообщения; из банка данных 6 — графический файл с географической картой местности пребывания абонента, на которой обозначено расположение мест эвакуации; из банка данных 7 —



последовательность слов и словосочетаний, которые следует воспроизвести, чтобы из них получилось звуковое и текстовое сообщение о порядке действий в ЧС; из банка данных 8 — мелодию и профиль вибросигнала, которые необходимо запустить для привлечения внимания абонента.

Блок 9 формирует законченное сообщение и передает его в блок выдачи информации на встроенные технические средства мобильного телефона 10. Получив сообщение, блок 10 воспроизводит выбранную мелодию и вибросигнал на встроенном динамике мобильного телефона 14 и вибросигнализаторе 15, а также изменяет цвет экрана 13.

Воспроизведение выбранной мелодии происходит на максимальной громкости. Прекращение воспроизведения указанной мелодии, отключение вибросигнала и изменение цвета экрана на обычный для данного телефона цвет блок 10 производит после того, как абонент нажмет кнопку на клавиатуре 12 мобильного телефона.

После этого блок 10 выводит на экран 13 графический файл с географической картой местности пребывания абонента, на которой обозначено расположение мест эвакуации и координаты места на карте, где располагается очаг поражения ЧС, а также текстовое сообщение, содержащее тип ЧС, местонахождение абонента в зоне ЧС, координаты очага поражения, сообщение о порядке действий. Одновременно с этим блок 10 выводит на динамик 14 звуковое сообщение, идентичное текстовому сообщению.

По окончании сообщения блок 10 выводит на экран 13 запрос пользователю, понял ли он сообщение. Если абонент нажимает на клавиатуре 12 кнопку, соответствующую «Да», то блок 10 отключается, а устройство возвращается в фоновый режим работы. Если абонент нажимает «Нет», то блок 10 повторяет сообщение, после чего вновь выводит указанный запрос. После отключения блока 10, телефон переходит в нормальный режим работы, блок 1 продолжает проверять в фоновом режиме все входящие SMS-сообщения.

### **Список литературы:**

1. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности: монография / под общ. ред. П.А. Попова, МЧС России. — М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. — 272 с.
2. Российская газета. Федеральный выпуск. № 5475 (99).

# **«ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ – ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ»**

Материалы XV международной заочной научно-практической  
конференции

12 ноября 2012 г.

Под редакцией канд. техн. наук Якова Аркадьевича Полонского

Подписано в печать 20.11.12. Формат бумаги 60x84/16.  
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 10,125. Тираж 550 экз.

Издательство «СибАК»  
630075, г. Новосибирск, Залесского 5/1, оф. 605  
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3