

**НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «АЭТЕРНА»**



**ПРИОРИТЕТЫ  
И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

**Сборник статей  
Международной научно-практической конференции  
10 июня 2016 г.**

**Казань  
АЭТЕРНА  
2016**

УДК 001.1  
ББК 60

**Ответственный редактор:**  
**Сукиасян Асатур Альбертович, кандидат экономических наук.**

**В состав редакционной коллегии и организационного комитета входят:**  
**Закиров Мунавир Закиевич, кандидат технических наук**  
**Иванова Нионила Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук,**  
**Прошин Иван Александрович, доктор технических наук**  
**Старцев Андрей Васильевич, доктор технических наук**  
**Professor Dipl. Eng Venelin Terziev, DSc., PhD, D.Sc. (National Security)**  
**Хромина Светлана Ивановна**  
**Шляхов Станислав Михайлович, доктор физико-математических наук**

**П 57**

**ПРИОРИТЕТЫ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА:** сборник статей Международной научно - практической конференции (10 июня 2016 г, г. Казань). - Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – 150 с.

ISBN 978-5-906876-26-3

Настоящий сборник составлен по итогам Международной научно - практической конференции «ПРИОРИТЕТЫ И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА», состоявшейся 10 июня 2016 г. в г. Казань. В сборнике статей рассматриваются современные вопросы науки, образования и практики применения результатов научных исследований

Сборник предназначен для научных и педагогических работников, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Ответственность за аутентичность и точность цитат, имен, названий и иных сведений, а так же за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При перепечатке материалов сборника статей Международной научно - практической конференции ссылка на сборник статей обязательна.

Сборник статей постранично размещён в научной электронной библиотеке [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и зарегистрирован в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) по договору № 242 - 02 / 2014К от 7 февраля 2014 г.

УДК 001.1  
ББК 60

ISBN 978-5-906876-26-3

© ООО «АЭТЕРНА», 2016  
© Коллектив авторов, 2016

### METHOD OF SELECTION OF THE CONTACT WIRE MATERIAL, DEPENDING ON THE PARAMETERS OF THE RAILWAY LINE

Input data for selection of a contact wire is the current characteristic of locomotive which contains information about current and velocity of a traction unit. A contact line has two modes of work: the mode of transit of traction mode and the mode of current collection. The maximum current loads will be in case of single - end power supply. The maximum loads of current will be in case of single - end power supply of a contact line. CE - 868 [1] contains the maximal current - carrying capacity, permissible temperature for a wire of a contact line, value of overcurrent and their duration.

Based on the equation of a heat balance [2], neglecting cooling of a wire, it is possible to output requirements to material of a contact wire depending on parameters of a railway line.

$$\frac{\rho_T}{c \cdot \rho} \leq \frac{\Delta\theta \cdot S_{KP}^2}{t_{EFF} \cdot I_{EFF}^2},$$

where  $\rho_T$  – per unit resistance of contact wire at the maximum permissible temperature [ $\text{Ohm}\cdot\text{m}^2 / \text{m}$ ];  $\Delta\theta$  – overheat temperature over the maximum permissible [ $^{\circ}\text{C}$ ];  $c$  – heat capacity of material of a contact wire [ $\text{W}\cdot\text{s} / (^{\circ}\text{C}\cdot\text{kg})$ ];  $\rho$  – density of material of a contact wire [ $\text{kg} / \text{m}^3$ ];  $S_{KP}$  – cross - section of a contact wire [ $\text{m}^2$ ];  $I_{EFF}$  – effective current at a current collection [ $\text{A}$ ].

Calculation in accordance [3] for different materials of a contact wire is presented in the Table 1.

Table 1 – Data of calculations

Parameters of material			
Material	Cooper	Steel	Aluminum
Per unit resistance $\rho_T$ , $\text{Ohm}\cdot\text{m}^2 / \text{m}$	$1,77\cdot 10^{-8}$	$1,37\cdot 10^{-7}$	$2,95\cdot 10^{-8}$
Heat capacity $c$ , $\text{BT}\cdot\text{c} / (^{\circ}\text{C}\cdot\text{кг})$	385	462	903
Density $\rho$ , $\text{kg} / \text{m}^3$	8900	7800	2800
Overheat temperature $\Delta\theta$ , [ $^{\circ}\text{C}$ ]	20	20	20
$\Omega_{\text{MATERIAL}}$	$38,71\cdot 10^{14}$	$5,26\cdot 10^{14}$	$17,14\cdot 10^{14}$
Parameters of railway line			
$\Omega_{\text{RAILWAY}}$	$2,26\cdot 10^{14}$	$4,75\cdot 10^{14}$	$0,7\cdot 10^{14}$
Cross - section $S_{KP}$ , $\text{mm}^2$	100	100	100
Time $t_{EFF}$ , [s]	5,3	3	3,5
Cuttent $I_{EFF}$ , [A]	648	1219	470

Apparently from the Table 1 all materials can be used as material of the contact wire. The copper wire has the best temperature characteristics, due to high conductance and heat capacity. Use of steel or aluminum as material of contact wire requires application of conductive droppers because the zone of running - off of traction current is less, than periodicity of installation of cross connectors. Cross - sections of the messenger wire and the feeder line shall be increased in case of application of contact wire from steel or aluminum for saving value of transit current.

Temperature of overheating of contact wire depending on its material is calculated in different modes presents in the Table 2.

Table 2 – Temperature of overheating of contact wire

Material		Steel		Aluminum		Cooper	
Cross - section of the droppers		$S_{CTP} = 25 \text{ mm}^2$		$S_{CTP} = 16 \text{ mm}^2$		$S_{CTP} = 4,44 \text{ mm}^2$	
Calculation mode		AM	FEM	AM	FEM	AM	FEM
Parking	$I_{\text{ЭПТ}} = 540 \text{ A}$	20	16	6,2	7,8	4,7	6
Start of motion	$I_{\text{ЭПТ}} = 700 \text{ A}$	8	5	1,5	1,6	1,7	1
Current collection	$I_{\text{ЭПТ}} = 2300 \text{ A}$	4,4	4,8	1	2,8	1,1	1,5
Zone of running - off, m		9,64		21,33		33,28	
Droppers of running - off, pc.		2		4		6	

Apparently from the Table 2 temperature of overheating of contact wire doesn't exceed the maximal permissible temperature for all materials which is equal on average 20 - 30 °C.

In summary we can say that the speed of train and the maximum consumed current are input data for the choice of material of a contact wire. This data can be taken from the current characteristic of a locomotive. Therefore, at design, or modernization of a section of a contact line, it is necessary to assume the locomotives in advance which will be operated on this section. The possibility of use any material as material for production of a contact wire is defined by calculation as a result of which properties of the checked material have to meet requirements to physical parameters, current - carrying capacity, durability and heat resistance of the contact line [4].

At the first stage there is a selection of material for discontinuous effort and density of material. Further, the chosen material is checked for the maximum heating at the set consumed current, in the mode of transit and in the current collection mode [5].

## References

1. CE - 868. Rules of the device and technical operation of a contact line of the electric railway of the Russian Federation. M.: Transport, 2002. 184 pp.
2. Kiessling F., Puschmann R., Schmieder A., Schneider E. Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance. 2nd ed. Erlangen: Publicis Corporate Publishing, 2009. 994 pp.
3. IEC 61597 - 1995. Overhead electrical conductors – Calculation methods for stranded bare conductors. 1995. 85 pp.
4. GOST R 55647 - 2013. Copper and copper alloy contact wires for electric railway. Technical conditions. M.: Standartinform, 2014. 12 pp.

УДК 004.932.2

**А.И. Абрамов**

к.т.н., доцент кафедры «Мехатронные системы»  
ФГБОУ «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

**А.А. Никитин**

аспирант 1 курса  
ФГБОУ «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

**Е.Н. Истомина**

аспирант 1 курса  
ФГБОУ «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»  
Г. Ижевск, Российская Федерация

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ ДВУХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОИСКА ГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ**

***Аннотация:** данная работа посвящена применению методов сравнения двухмерных изображений для последующих поиска изменений на изображениях и локализации наблюдаемых объектов. Рассмотрены методы сравнения на основе гистограмм изображений и евклидова расстояния.*

***Ключевые слова:** сравнение изображений, обработка изображений, гистограмма изображения, евклидово расстояние, локализация, техническое зрение.*

### *Введение*

Одной из актуальных задач мобильной робототехники является анализ окружающего пространства робота для решения задач как собственной локализации в нем, так и поиска и выделения определенных объектов. Локализация в недетерминированной среде ставит перед роботом задачу построения карты наблюдаемого пространства с последующим её анализом. Карта окружающего пространства для мобильного робота может представлять собой двухмерное изображение, в случае, когда важно перемещение только по двум координатам, так и трехмерное изображение. На основе построенной карты возможно решение таких задач, как: выбор маршрута роботом без участия человека, отслеживание определенных объектов интереса, их классификация и сопровождение. Способности ориентирования на местности, локализации в окружающей среде и планирования пути являются одними из важнейших условий для решения широкого спектра задач, которые сегодня ставятся перед мобильными роботами.

Исходя из сказанного, целью настоящей статьи является [1] – разработка программного обеспечения для анализа возможности применения методов сравнения изображений для

решения задач поиска графических изменений в двух картах окружающего пространства и локализации объектов на них.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Анализ ситуации, постановка цели и задач исследования в области решения задач поиска и локализации объектов на картах.
2. Предложение решения в виде применения методов сравнения изображений.
3. Анализ полученного решения путём экспериментальных исследований в разработанном программном обеспечении.

#### *Основная часть*

Методы исследования, предлагаемые в работе включают патентно - информационный анализ и поиск научно - технической по международным и российским патентным базам и глобальным индексам цитирования, проведение экспериментальных исследований и математического моделирования. Экспериментальные исследования проводятся в разработанном программном обеспечении с использованием библиотеки технического зрения OpenCV.

В качестве изображений для экспериментальных исследований использовались снимки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА), с тем ограничением, что изменение высоты в рассматриваемый промежуток времени движения аппарата незначительно.

Для поиска графических изменений в двух различных картах, составленных БПЛА, необходимо, во - первых, сопоставить эти карты на предмет перекрытий - наличия одних и тех же областей наблюдений. Для решения данной задачи, как правило, используются методы сопоставления особых точек. В работе был использован метод SURF (Speeded Up Robust Features) [3]. Метод SURF ищет особые точки с помощью матрицы Гессе. Определитель матрицы Гессе достигает экстремума в точке максимального градиента яркости. Он хорошо детектирует пятна, углы и края линий и инвариантен к вращению.

После нахождения пересечений карты необходимо провести их сравнение на предмет наличия или отсутствия объектов интереса, которые затем можно локализовать на одной из карт. В самом простом варианте поиск отличий сводится к обходу каждой точки в первом изображении и проверке, есть ли эта точка во втором. Однако при прохождении маршрута БПЛА нельзя гарантировать полного совпадения его траекторий движения в различных случаях, как и полной идентичности составления карт окружающего пространства. Поэтому для решения данной задачи были рассмотрены два метода сопоставления частей карт: метод сравнения гистограмм и метод нахождения евклидова расстояния. Изображения для сравнения предварительно были переведены в градации серого и их гистограммы были специфицированы [2].

Под сравнением двух гистограмм  $H_1$  и  $H_2$  понимают нахождение значения разницы  $d(H_1, H_2)$  для определенной точки  $I$  при  $N$  цветов. Для этого существует 4 различных метода:

1. Корреляция:

$$d(H_1, H_2) = \frac{\sum_I (H_1(I) - \bar{H}_1)(H_2(I) - \bar{H}_2)}{\sqrt{\sum_I (H_1(I) - \bar{H}_1)^2 (H_2(I) - \bar{H}_2)^2}} \quad (1)$$

2. Хи - квадрат:

$$d(H_1, H_2) = \sum_I \frac{(H_1(I) - H_2(I))^2}{H_1(I)} \quad (2)$$

3. Метод пересечения:

$$d(H_1, H_2) = \sum_I \min(H_1(I), H_2(I)) \quad (3)$$

4. Расстояние Бхатгачариа:

$$d(H_1, H_2) = \sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{H_1 H_2 N^2}} \sum_I \sqrt{H_1(I) H_2(I)}} \quad (4)$$

Также для сравнения изображений был использован метод нахождения евклидова расстояния для точек  $I$  на 1 и 2 изображениях размером  $n$ :

$$d(I_1, I_2) = \frac{\sqrt{\sum_n (I_1 - I_2)^2}}{n} \quad (5)$$

Для проверки применимости предложенных методов сравнения изображений были проведены облет и съемка территории с интервалом в 40 минут. Были получены 2 исходных карты местности размерами 2563x2529 и 2727x3654 пикселей.



*а б*

Рисунок 1 – Исходные карты местности. На рисунке: *а* – 1 карта, *б* – 2 карта

Далее были найдены совпадающие области на исходных картах размером 2561x2243 пикселей и на них проанализированы блоки размером 140x140 пикселей.



*а б*



в 2

Рисунок 2 – Результаты работы алгоритмов сопоставления и сравнения изображений.

На рисунке: *а* – сопоставленная часть 1 карты, *б* – сопоставленная часть 2 карты, *в* – результат работы алгоритма сравнения евклидовых расстояний, *г* – результат работы алгоритма сравнения гистограмм (расхождения помечены крестиками).

В результате эксперимента при сравнении методом евклидова расстояния выявлено 27,38 % несовпадений, из которых верных 10,34 % , методом сравнения гистограмм выявлено 13,77 % несовпадений, из которых верных 14,36 % .

#### *Заключение*

Предложенные в статье методы для сравнения двухмерных изображений имеют существенное значение для развития теоретических основ разработки систем технического зрения для анализа двухмерных изображений, нахождения различий между ними и локализации объектов на них.

Основной результат заключается в разработке программного обеспечения и реализации методов для сопоставления двухмерных карт окружающего пространства и их сравнении в тех ситуациях, где невозможно сравнить карты прямым сопоставлением точек. Ввиду геометрических различий в составленных картах процент выявления ложных несовпадений велик, однако эту проблему можно решить более точным сопоставлением и геометрическими изменениями карты в ключевых точках такими методами, как деформирование наименьших квадратов [5], либо деформационно - инвариантными методами сопоставления [4].

Таким образом, сравнение двухмерных изображений представленными методами предоставляет возможность с высокой вероятностью найти графические изменения на составленных БПЛА картах и локализовать на них различающиеся объекты.

#### **Список литературы**

1. Селетков С.Г. Соискателю учёной степени. – 3 - е изд., перераб. и доп. – Ижевск: Изд - во ИжГТУ, 2002. - 192с; 25.02.2016.
2. D. Coltuc, P. Bolon, J. - M. Chassery, Exact histogram specification, IEEE Trans. Image Process., vol. 15, no. 5, pp. 1143–1152, May 2006.
3. H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, I. Van Gool. Speed - up robust features (SURF), Comput. Vis. Image Understand., vol. 110, no. 3, pp.346 - 359, 2008.
4. H. Ling, D. W. Jacobs, Deformation invariant image matching, in: 10th IEEE International Conference on Computer Vision, Vol. 2, 2005, pp. 1466–1473

5. S. Schaefer, T. McPhail, J. Warren, Image Deformation Using Moving Least Squares, ACM Transactions on Graphics (TOG), v.25 n.3, July 2006.

© А.И. Абрамов, А.А. Никитин, Е.Н. Истомин, 2016

**УДК; 669.2 + 536.42**

**Ю.А. Абузин**

к.т.н., доцент кафедры Metallovedeniya tsvetnykh metallorv  
Natsionalnyy issledovatel'skiy tekhnologicheskii universitet «MISiC»

**М.М. Карашаев**

аспирант кафедры Metallovedeniya tsvetnykh metallorv  
Natsionalnyy issledovatel'skiy tekhnologicheskii universitet «MISiC»

**Р.А. Соколов**

аспирант кафедры Metallovedeniya tsvetnykh metallorv  
Natsionalnyy issledovatel'skiy tekhnologicheskii universitet «MISiC»

Г. Москва, Российская Федерация

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ НАГРЕВЕ МЕХАНИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ**

Механическая активация приводит к переходу металлов в термодинамически неустойчивое наклепанное состояние с чрезвычайно высокой степенью пластической деформации, значительным структурным изменениям на макро и микроуровне и накоплению дополнительной внутренней энергии. В качестве потенциальных аккумуляторов дополнительной энергии могут выступать новые межфазные поверхности и дефекты кристаллической решётки (дислокации, ионные и атомные вакансии, межузельные атомы и ионы, оборванные межатомные связи, сдвиговые структуры, изменения углов химических связей, ротационные дефекты), а также изменения электронной структуры вокруг точечных дефектов типа вакансий и атомов примесей. Все эти "аккумуляторы" имеют свою энергию активации и различные температуры начала процессов релаксации, сопровождающихся выделением тепла [1 - 6].

Целью настоящей работы является получение данных по выделению внутренней энергии в элементарных порошках Nb, W, Mo, Fe, Al, Ni, накопление которой обусловлено механической активацией, а выделение – релаксационными процессами, проявляющимися в ходе нагрева.

Механическую активацию порошков проводили на планетарной мельнице Retsch PM 400. Скорость обработки 200 об / мин, мелющие тела – стальные шары общим весом 700 г, масса обрабатываемой навески – 35 г. Среда обработки – аргон. Нагрев механически активированных элементарных порошков проводили на электрообогреваемой медной подложке. Температуру порошковой засыпки и медной подложки измеряли двухканальным термометром «Center 306 data», запоминающим температуру обоих термодатчиков с точностью 0,2 °С. Масса навески составляла 2 г.

Факт выделения энергии фиксировали по перегреву порошковой засыпки относительно нагревателя (электрообогреваемой медной подложки). Интенсивность выделения энергии оценивали по температуре перегрева.

В ходе нагрева элементарных металлических порошков, подвергнутых предварительной механической активации, зафиксирован перегрев в засыпке порошков относительно температуры подложки до температур, превышающих температуру нагрева на несколько сотен градусов. Данные по температурам перегрева представлены в таблице.

Таблица - Максимальная температура  
и скорость саморазогрева металлических порошков

Металл	Тип кристаллической решётки	Максимальная температура перегрева, °С
Nb	ОЦК	1000
Fe	ОЦК	50
Mo	ОЦК	50
W	ОЦК	70
Ni	ГЦК	Перегрев не зафиксирован
Al	ГЦК	Перегрев не зафиксирован

Анализ данных таблицы показывает, что максимальным энергетическим эффектом обладает механоактивированный порошок Nb. Порошки W, Mo, Fe также проявляют эффект выделения энергии практически с одинаковой интенсивностью, существенно уступающей эффекту у Nb.

Рентгенофазовый анализ не выявил различий по фазовому составу исходных, механоактивированных и нагретых порошков.

Так как нагрев проводили на воздухе, необходимо принимать во внимание и возможность окисления порошков, однако отсутствие оксидов в порошках после нагрева, свидетельствует о незначительном развитии процессов окисления (применяемый рентгенофазовый анализ не фиксирует новые фазы с содержанием менее 5 %).

Саморазогрев металлических (ОЦК) порошков обладает существенным энергетическим эффектом, что может быть успешно использовано в различных внепечных металлургических технологиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (уникальный идентификатор ПНИЭР RFMEFI58214X0004).

#### Заключение

1. Зафиксировано явление перегрева относительно температуры нагревателя (электрообогреваемой медной подложки) механически активированных элементарных металлических порошков Nb, W, Mo, Fe в ходе их нагрева, обусловленное объёмным выделением энергии в порошках и их саморазогревом.

2. Температура перегрева в засыпке порошка Nb достигает 1000 °С, в засыпках порошков металлических порошков W, Mo, Fe – (50 – 70) °С.

3. Явление перегрева характерно для ОЦК металлов, у Ni (ГЦК) и Al (ГЦК) данное явление не обнаружено.

4. Саморазогрев металлических порошков обладает существенным энергетическим эффектом, что может быть использовано в различных внепечных металлургических технологиях.

#### **Список использованной литературы:**

1. Абузин Ю.А., Скороботова Е.Ю., Овсянникова Н.Ю. Исследование процессов накопления дополнительной энергии в механоактивированных порошках системы Ni – Al // Журнал Металлургия машиностроения. 2010. N 6, с. 42 – 45.

2. Болдырев В.В. Механохимия и механическая активация твердых веществ. // Журнал успехи химии. 2006, N 75.

3. Григорьева Т.Ф., Баринаева А.П., Ляхов Н.З. Механохимический синтез в металлических системах / Отв. Ред. Е.Г. Авакумов. СО РАН, Институт химии твердого тела и механохимии. – Новосибирск: Параллель, 2008. 311 с.

4. Корчагин М.А., Ляхов Н.З. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в механически активированных составах // Химическая физика. – 2008. – Т.27. – N1. – с. 73 – 78.

5. Lurie S., Abuzin Yu., Sokolov R., Karashaev M., Belov P. Experimental and Theoretical Study of Mass Transport during Annealing of Mechanically Activated Composite Granules of Ni – Al System. International Journal of Engineering and Innovate Technology (IJET) Volume 4, Issue 5, November 2014.

6. Vita A. De, Gillant M.J. The ab initio calculation of defect energetic in aluminium // J. Phys.: Condens. Matter 3(1991) 6225 – 6327.

© Ю.А. Абузин, М.М. Карашаев, Р.А. Соколов, 2016

**УДК 621.332.352:625.1**

**Н. А. Акиншин**

аспирант УрГУПС

г. Екатеринбург, Российская Федерация

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЗАЖИМОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Контактная сеть – это сложная система, которая включает несколько классов зажимов. Среди них есть как токоведущие, так и не токоведущие. Основные виды используемых зажимов в данное время [1]:

- питающие;
- переходные;
- плашечные;
- струновые;
- фиксирующие;
- зажимы средней анкеровки;
- стыковые.

Питающие зажимы используются для соединения питающих фидеров, идущих от тяговых подстанций, к проводам и тросам контактной сети, а также поперечного соединения контактного провода, несущего троса и усиливающего проводника между собой для уравнивания потенциала и тока в них. Данный вид зажимов не испытывает значительных механических нагрузок и играет, в основном, роль электрического соединителя. Так же к этой категории относятся и переходные зажимы, которые играют роль перехода между медью и алюминием, которые при токоведущем контакте друг с другом производят значительную электрокоррозию в зоне контакта, вследствие чего, он может выйти из строя.

Плашечные зажимы используются, в основном, для соединения заземляющих проводников к данным зажимам предъявляются повышенные требования к их вандалоустойчивости, так как зажим может находиться на земле и на него могут наступать люди и наезжать механизмы.

Струновые зажимы используются на цепной контактной подвеске для крепления струн к контактному проводу и несущему тросу и могут являться как токоведущими, так и нетоковедущими.

Фиксирующие зажимы служат для крепления контактного провода к фиксатору и не являются токоведущими данные зажимы обладают высокими динамическими механическими показателями.

Зажимы средней анкеровки используются для анкеровки проводов и тросов компенсированной и полукompенсированной контактной сети в середине анкерного участка с целью предотвращения перемещений проводов и тросов в продольном направлении.

Стыковые зажимы контактного провода служат для стыковки торцов контактных проводов между собой при этом создавая плавный переход одного из них в другой без значительных динамических воздействий на движущийся токоприёмник. Данные зажимы воспринимают статические механические нагрузки от натяжения контактного провода, которое может достигать 9,8 кН, а также динамические нагрузки от атмосферных условий и движения токоприёмников локомотивов. С точки зрения токовых нагрузок стыковые зажимы являются проводниками значительных токов

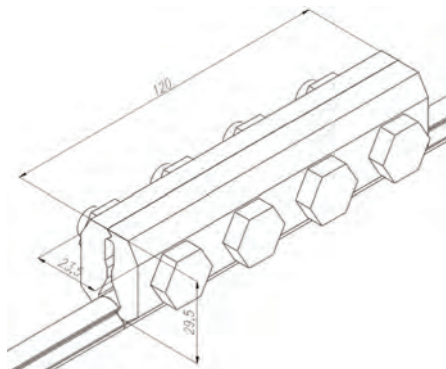


Рисунок 1 – Вид стыкового зажима контактного провода

Анализируя сказанное выше можно сделать вывод, что стыковые зажимы контактного провода являются наиболее подверженными нагрузкам и наиболее ответственными с точки зрения цели существования контактной сети – обеспечения надежного токосъема. Так как небольшие неточности при производстве и монтаже стыкового зажима могут привести к выходу из строя анкерного участка контактной сети или токоприёмника электровоза.

В ходе эксплуатации на стыковой зажим могут действовать механические нагрузки:

- ветровая;
- гололёдная;
- динамическая от токоприёмников;
- статическая от натяжения контактных проводов;
- статическая от сопротивления обжатию контактного провода.

Ветровая и гололёдная нагрузки являются временными и их значения, учитывая протяженность и ширину зажима не столь велики по сравнению с натяжением, создаваемым контактным проводом на зажим.

Динамическая нагрузка на зажим является кратковременной и при этом, учитывая номинальную силу нажатия токоприёмников (около 120 Н) гораздо ниже натяжения контактного провода (для МФ - 100 номинальное натяжение 9,8 кН).

Статическая нагрузка от натяжения контактного провода является одной из основных нагрузок на зажим и в значительной степени определяет его конструкцию. Данная нагрузка является статической в виду наличия компенсации на контактном проводе.

Статическая нагрузка от сопротивления контактного провода обжатию зажимом. Данная нагрузка является наиболее значительной при моделировании тепловых процессов стыкового зажима контактного провода. Она влияет на нажатие в электрическом контакте и, как следствие, на выделение тепла в контакте. При этом величина данной нагрузки зависит от температуры зажима. А при эксплуатации данная нагрузка является периодичной, что может являться причиной возникновения накапливающихся в контакте между плашками и проводом повреждений вплоть до его выхода из строя. Данные усталостные процессы применительно к стыковым зажимам, на данный момент, нуждаются в более подробном теоритическом изучении [2].

Помимо механических нагрузок на зажим могут действовать тепловые нагрузки [3]:

- нагрев от солнечной радиации;
- конвективный теплообмен с окружающей средой;
- теплообмен с контактным проводом;
- выделение тепла в материалах зажима;
- выделение тепла в электрическом контакте;
- охлаждение за счёт лучеиспускания.

Нагрев от солнечной радиации имеет место в ясную погоду. Этот нагрев зависит от множества параметров, таких как загрязнённость воздуха и угол наклона солнечных лучей к поверхности зажима.

Конвективный теплообмен с окружающей средой заключается в нагреве ближних к поверхности зажима слоёв воздуха и последующее их движение вверх с замещением на непрогретый воздух.

Теплообмен с контактным проводом осуществляется за счёт теплового контакта между зажимом и контактным проводом. Этот теплообмен может оказывать значительное влияние на тепловые процессы в зажиме.

Выделение тепла в теле зажима происходит под действием электрического тока по закону Джоуля – Ленца. Данный источник тепла является одним из основных тепловых процессов в зажиме и играет важную роль в определении его тепловых параметров.

Выделение тепла в электрическом контакте между контактным проводом и стыковым зажимом. Данный источник тепла является самым сложным в моделировании и достаточно значимым в определении тепловых параметров стыкового зажима. Он влияет на силу, возникающую в контакте, но при этом зависит от её.

Охлаждение за счёт лучеиспускания происходит в моменты, когда зажим имеет более высокую температуру, нежели окружающая среда.

Наличие при расчёте одновременного действия механических и тепловых процессов, влияющих на электрические параметры зажима, делает задачу его расчёта междисциплинарной [4]. Это требует нового подхода к расчёту стыковых зажимов контактного провода.

#### **Список использованной литературы:**

1. ГОСТ 12393 - 2013 Арматура контактной сети железной дороги линейная общие технические условия – М: Стандартинформ, 2014 – 20 с.

2. Ли В. Н. Улучшение токопроводящих свойств зажимов контактной сети / Ли В. Н., Игнатенко И. В. Химухин С. Н., Теслина М. А. // Вестник РГУПС / Ростовский гос. ун - т путей сообщения. – Ростов - на - Дону – 2008 – №4 (32) – С. 119 - 124.

3. Паранин, А. В. Совершенствование аэродинамических и тепловых расчётов проводов контактной сети: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07: защищена 25.03.10: утв. 08.07.11 / Паранин Александр Викторович – Екатеринбург, 2010. – 193 с.

4. Паранин, А. В. Моделирование чистого контакта между контактным проводом и токосъёмной пластиной в статике методом конечных элементов / А. В. Паранин, А. В. Ефимов, Д. А. Ефимов // Известия Транссиба / Омский гос. ун - т путей сообщения. – Омск – 2014. – № 1 (17). – С. 57 – 67.

© Акиньшин Н. А., 2016

**УДК 669 - 1**

**И.П. Баланюк**

студент 5 курса института ММиМ

Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова

г. Магнитогорск, Российская Федерация

**М.В. Андросенко**

старший преподаватель института ММиМ

Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова

г. Магнитогорск, Российская Федерация

**Д.А. Мальцева**

студент 5 курса института ММиМ

Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова

г. Магнитогорск, Российская Федерация

#### **СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ХОЛОДНОГО ПРОКАТА**

Порывы полос являются одной из основных причин получения разнотолщинного металла. Длина утолщенных участков полос в местах порывов достигает на станах

холодной прокатки 25—30 м. Эти же участки, как правило, имеют повышенную пораженность поверхностными дефектами.

Практика показывает, что основной причиной порывов прокатываемых полос являются дефекты подката (в первую очередь поверхностные). В то же время одинаковые дефекты поверхности могут в зависимости от технологических режимов холодной прокатки в одних случаях приводить к порывам полос, в других — нет.

Таким образом, исключить порывы можно путем устранения дефектов подката и совершенствования режимов холодной прокатки полос [1].

Все порывы полос при холодной прокатке в зависимости от вызывающих их причин могут быть условно разделены на три основные группы: порывы из - за дефектов сталеплавильного происхождения, обусловленных нарушениями технологии выплавки, раскисления и разливки стали; порывы из - за дефектов поверхности подката, возникающих при горячей прокатке и травлении полос; порывы, обусловленные нерациональной технологией непосредственно холодной прокатки полос (вследствие неблагоприятных режимов обжатий, натяжений, профилировок валков).

Основными дефектами сталеплавильного происхождения, опасными с точки зрения порывов полос, являются раскатанный пузырь, слиточная плена, расслоение, неметаллические включения (волосовины).

Раскатанный пузырь—результат вскрытия при горячей или холодной прокатке несплошностей в местах наличия незаварившихся подкорковых пузырей слитка.

Дефект слиточная плена на холоднокатаных полосах проявляется в виде единичных крупных отслоений металла.

Дефекты расслоение и волосовина образуются при наличии в стали значительного количества крупнозернистых неметаллических включений. Волосовины образуются при залегании включений рассредоточенными группами у поверхности полос.

Порывы полос по расслоению имеют вид гармошки с крупными сквозными разрывами, расположенными преимущественно на средних по ширине участках полос. В поперечном сечении явно различаются два слоя металла, которые в большинстве случаев расцепляются.

Причины возникновения и рекомендации по исключению образования дефектов сталеплавильного происхождения в достаточной степени известны [2]. На металлургических предприятиях для предупреждения указанных дефектов при производстве холоднокатаного листа и жести широко используются следующие основные мероприятия: регламентирование температуры и степени окисленности металла при разливке; применение для раскисления металла ферромарганца с нормированным содержанием кремния (менее 2,0 % ); разливка металла в изложницы, оборудование манжетами; разливка стали с использованием интенсификатора кипения на основе порошковой окиси железа; отсечка конечного шлака механическим и химическим способами; исключение оплавления и пересиживания слитков в нагревательных колодцах слябинга.

Царапины и продиры на поверхности холоднокатаных листов часто образуются вследствие относительного смещения витков при сматывании и разматывании рулонов потравленных полос.

Эти дефекты не только ухудшают качество поверхности листовой продукции, но и являются причинами порывов полос при холодной прокатке. Промасливание полосы после травления перед смоткой в несколько раз уменьшает отбраковку холоднокатаных полос из-за дефектов, связанных с повреждением поверхности металла при относительном смещении витков в рулонах.

#### **Список использованной литературы:**

1. Андросенко М.В. Контроль качества литой заготовки / Андросенко М.В., Баландюк И.П., Кадошникова И.Д. // Проблемы и перспективы технических наук: сборник статей международной научно - практической конференции. Уфа, 2015. С. 20 - 22.
2. Андросенко М.В. Современные инструменты контроля качества продукции / Андросенко М.В., Баландюк И.П. // Инновации в металлообработке: взгляд молодых специалистов: сборник научных трудов международной научно - технической конференции. Курск, 2015. С. 29 - 31.
3. Огурцов А.П., Гресс А.В. Непрерывное литье стали. – Днепро - петровск: Системные технологии, 2002. – 675 с.

© И.П. Баландюк, М.В. Андросенко, Д.А. Мальцева, 2016

**УДК 62**

**Т.А. Бикмурзина**

Студентка 4 курса биолого - химического факультета  
Бирский филиал Башкирского государственного университета  
Научный руководитель: Н.А.Шмелев  
к.б.н., доцент кафедры «Биологии растений и МПБ»  
Бирский филиал Башкирского государственного университета  
Г. Бирск, Российская Федерация

### **АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИШКИНСКОГО РАЙОНА**

Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства в конкретной хозяйственной инфраструктуре определяется ее плодородием способностью удовлетворять потребность в питательных веществах, воздухе, воде, тепле. Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексном учете всех агрохимических и экологических факторов, необходимых для нормального роста и развития растений, формирования урожая и его качества, недопущении деградации земель (засоление, переуплотнение, эрозия, дефляция, истощение запасов органического вещества и доступных для растений питательных элементов, загрязнение вредными веществами и т.д.). В этом и состоит актуальность темы нашей работы [ 2, с. 25].

Цель нашей работы является изучение агрохимической характеристики почв. Были поставлены следующие задачи: исследование содержания элементов питания в почвах и определение эколого - токсикологические оценки почвы.

По содержанию гумуса почвы разделяются в соответствии с их эколого - генетическими особенностями. Степень гумусированности почв района достаточно низкая, 64,9 % обследованных пахотных почв в соответствии с градациями ВНИПТИХИМа имеют содержание гумуса в пределах 1 и 2 классов обеспеченности (очень низкое и низкое) [1, с. 57].

Анализ этих данных показывает, что степень подвижности фосфора, в почвах района следующая: 72,9 % низкая, 16,6 % средняя. 4.7 % повышенная, с учетом этого в каждом конкретном случае требуется дифференцированный подход к внесению фосфорных минеральных удобрений. Средневзвешенный показатель по району 0,09 мг / л соответствует 2 классу (низкая степень подвижности) то говорит о необходимости применения фосфорных удобрений.

По анализам показывает, что по обеспеченности обменным калием пахотные почвы района имеют среднее, повышенное и высокое содержание, г. к. 19,4 % (2050 га) почв имеют среднее, 62,7 % (6641 га) повышенное, 17,4 % (1839га) высокое содержание обменного калия.

Таблица 1 - Группировка суглинистых и глинистых почв с рН менее 5,5 для эколого - токсикологической оценки по содержанию валовых форм ТМ и мышьяка, мг / кг

Элемент	Класс опасности	Группы				
		1	2	3	4	5
Ртуть	1	<1.0	1.0 - 2.1*	2.2 - 4.2	4.3 - 6.2	>6.0
Свинец	1	<32	32 - 65*	66 - 130	131 - 195	>196
Кадмий	1	<0.5	0.5 - 1.0*	1.1 - 2.0	2.1 - 3.0	>3.0
Цинк	1	<55	55 - 100*	101 - 220	221 - 330	>330
Медь	2	<33	33 - 66*	67 - 330	331 - 660	>660
Никель	2	<20	20 - 40*	41 - 200	2.1 - 400	>400
Мышьяк	1	<2.5	2.5 - 5.0*	5.1 - 10.0	10.1 - 15.0	>15

Таблица 2 - Группировка суглинистых и глинистых почв с рН более 5,5 для эколого - токсикологической оценки по содержанию валовых форм ТМ и мышьяка, мг / кг

Элемент	Класс опасности	Группы				
		1	2	3	4	5
Ртуть	1	<1.0	1.0 - 2.1	2.2 - 4.2	4.3 - 6.2	>6.2
Свинец	1	<65	65 - 130	131 - 260	261 - 390	>390
Кадмий	1	<1.0	1.0 - 2.0	2.1 - 4.0	4.1 - 6.0	>6.0
Цинк	1	<110	110 - 220	221 - 400	401 - 660	>660
Медь	2	<66	66 - 132	133 - 660	661 - 1320	>1320
Никель	2	<40	40 - 80	81 - 400	401 - 800	>800
Мышьяк	1	<5	5 - 10	11 - 20	21 - 30	>30

Почвы отнесенные к первым трем группам эколого - токсикологической оценки пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур, однако на почвах, отнесенных к третьей группе, вся продукция растениеводства должна ежегодно контролироваться на содержание тяжелых металлов.

Таблица 3 - Содержание тяжелых металлов в пахотных почвах хозяйств района

Наименование элемента	Пределы колебаний , мг / кг почвы	ПДК, мг / кг почвы
Свинец	2,30 - 5,67	65,0
Кадмий	0,11 - 0,35	1,0
Ртуть	0,021 - 0,060	2,1

Исследования показали, что содержание тяжелых металлов в почвах пахотных угодий хозяйств значительно ниже предельно допустимых концентраций. Загрязнения почв нет.

#### Список использованной литературы:

1. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. – М, 1963 г., с. 315.
2. Новиков Ю.В. «Природа и человек», Москва, Просвещение, 1991 г., с. 221.

© Т.А. Бикмурзина, 2016

УДК 658.512; 004.942

**Т.В. Божеева**

Старший преподаватель кафедры СМиЭАТ

**А.Г. Масол**

Аспирант кафедры СМиЭАТ

Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация

### ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

В современном авиационном производстве при проектировании технологического процесса (ТП) сборки необходим комплексный подход, так как авиационный сборочный узел это сложный технологический объект. Поэтому для компьютерного представления и обработки знаний и данных о предметной области, они формализуются и представляются в виде определенного образа. Постоянно изменяющаяся информация об изделии усложняет этот процесс преобразования данных для разработки актуального ТП. В данной работе рассматриваются параметры изделия, смоделированного в САД системе и представляющего собой сборочный узел.

В области проектирования ТП сборки узлов планера самолета присутствуют множество явных, плохо - формализованных и неоднозначных параметров сборочных единиц, средств технологического оснащения (СТО), а также применяемого оборудования, что ведет к избыточности данных, и как следствие, наличие неопределенности в принятии решения [1].

Перечень признаков объектов производственной системы (ПС) можно получить из разных формализованных источников таких как:

- конструктивно - электронный макет изделия (КЭМ);
- СУБД предприятия, на котором проектируется ТП сборки;
- эксперты - технологи;
- конструкторская и технологическая документация.

В свою очередь, в зависимости от поставленных целей, в проектировании ТП для каждого этапа процедуры проектирования необходимы только актуальные для данного этапа параметры из «облака» значимых признаков объектов.

Набор типовых объектов ПС при проектировании ТП с математической точки зрения можно определить как (рис.1) [2, 4, 6]:

- набор типов собираемых изделий  $A = \{A_1; A_2; \dots A_p\}$ ;
- множество базирующих поверхностей  $B = \{B_1; B_2; \dots B_p\}$ ;
- множество допустимых методов сборки  $SB = \{SB_1; SB_2; \dots SB_n\} \leq SB$ ;
- состав технологического оборудования  $CTO = \{CTO_1; CTO_2; \dots CTO_k\} \leq CTO$ ;
- набор установочно - прижимных приспособлений  $PI = \{PI_1; PI_2; \dots PI_m\}$ ;
- набор инструментов  $ИН = \{ИН_1; ИН_2; \dots ИН_i\}$ ;
- и др.

Каждый из описанных объектов содержит набор различных параметров:

- геометрические параметры;
- массовые характеристики;
- структура изделия;
- точность изготовления;
- точность сборки.

Согласно описанному выше, определяем возможные цели при проектировании ТП сборки, а именно:

- последовательность;
- методы базирования;
- базирующие элементы;
- используемое оборудование и инструмент.

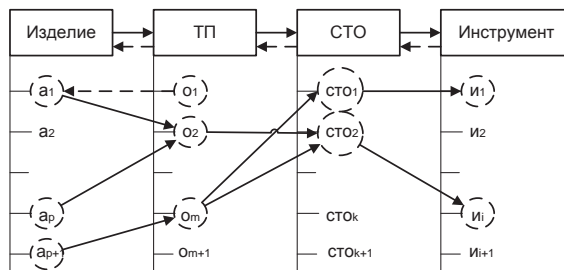
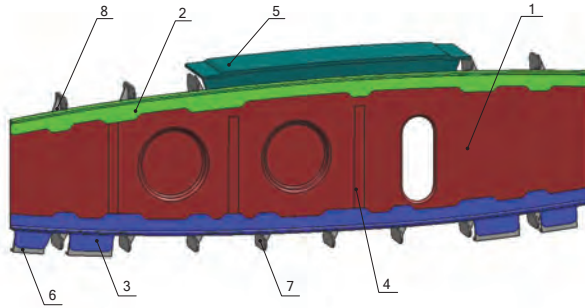


Рис. 1 Иерархия взаимодействия параметров объектов при проектировании ТП сборки

Рассмотрим объект типа «нервюра» (рис.2), она находится в центральной части крыла. По своей форме повторяет аэродинамический обвод крыла по внутренней поверхности обшивки.



1 – стенка; 2 – пояс верхний; 3 – пояс нижний; 4 – стойка;  
5 – кронштейн; 6 – уголок; 7 – кница нижняя; 8 – кница верхняя.

Рис. 2 – Нервюра

Конструктивное назначение нервюры заключается в обеспечении точности аэродинамического обвода крыла на том участке, где она расположена, а также нервюра воспринимает местные нагрузки от обшивки крыла.

Ставим цель «определить последовательность сборки». Согласно предложенному алгоритму (рис.3) необходимо распознать предложенный объект по составляющим элементам, используя заранее составленную базу данных (БД) типовых узлов. Объект ПС «нервюра» представляем в реляционном виде (табл. 1) с набором актуальных параметров для поставленной цели, что облегчает работу с данными при принятии решения [3].

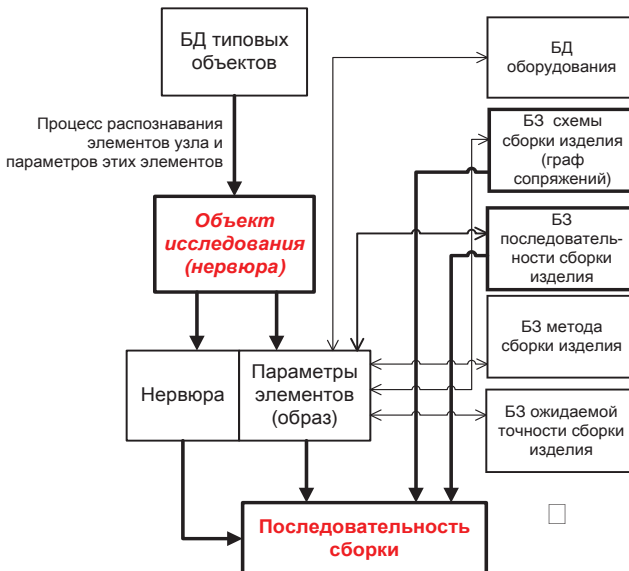


Рис.3. Процесс формирования последовательности сборки «нервюры»

Таблица 1 – Параметры элементов объекта «нервюра»

Название элемента	Геометрические размеры, мм			Массовые характеристики, мм <sup>4</sup>			Масса G, кг	Материал	...	Вид полуфабриката
	x	y	z	J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	J <sub>z</sub>				
стенка	1056	260	9	10428	176401	186809	2.004	1163 АТ		Лист
пояс верхний	1056	65	15	208	92624	92797	0.997	В95пчТ2		Профиль 420150
...										

На основе данных в ячейках таблицы и правил БЗ формируем начальную последовательность установки деталей в сборочное положение. В данном примере последовательность сборки элементов узла нервюра выглядит следующим образом (рис. 4).

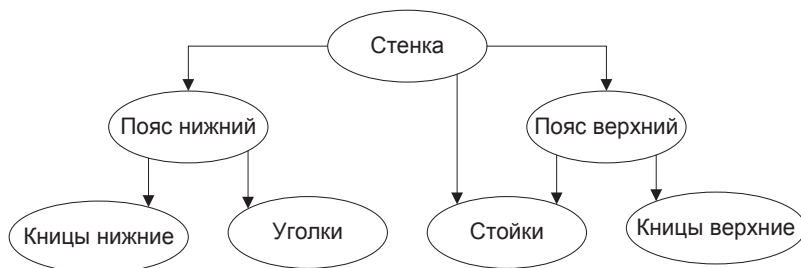


Рис. 4. Последовательность сборки нервюры

Базы знаний представляют собой знания эксперта на определенном этапе ТП сборки, заключенные в отдельные модули технологической системы проектирования сборочных процессов. Их количество неограниченно, каждый из них работает как отдельно, так и совместно друг с другом принимая рациональные и технологические решения.

Данный пример описывает методику селективирования значимых параметров объекта ПС для одного из этапов технологической системы принятия решения при проектировании ТП сборки узла планера самолета. Соответственно, объединяя такие решения на каждом этапе формируем предварительный ТП сборки всего узла и агрегата в целом, при этом избегая избыточности данных и их неоднозначности.

#### Список использованной литературы:

1. Пекарш, А.И. Современные технологии агрегатно - сборочного производства самолетов / А. И. Пекарш, Ю.М. Тарасов, Г.А. Кривов [и др.]. - М.: Аграф - пресс, 2006. - 304 с.: а - ил.
2. Говорков А.С. Параметры объектов производственной системы при проектировании технологического процесса сборки. Наука. Промышленность. Оборона Труды XI Всероссийской научно - технической конференции. 2010. С. 123 - 127.

3. Говорков А.С., Ахатов Р.Х. Представление данных об объектах производственной среды при разработке технологических процессов сборки // Решетневские чтения. 2009. Т. 2. № 13. С. 411 - 412.

4. Жилиев А.С., Говорков А.С. Формирование информационной модели изделия АТ в ПК «Система анализа ТКИ» // Фундаментальные проблемы технических наук. Сборник статей Международной научно - практической конференции. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 56 - 58.

5. Ахатов Р.Х., Говорков А.С., Жилиев А.С. Разработка и внедрение программного комплекса "Система анализа технологичности конструкции изделий" при запуске в производство изделий // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Статьи и тезисы докладов IV Международной научно - практической конференции. 2014. С. 13 - 14.

6. Массель Л.В., Жилиев А.С., Говорков А.С. Методика перехода от трехмерной модели к онтологическому представлению изделий авиационной техники // Мехатроника, Автоматизация, Управление. №2. Том 17. 2016. С.133 - 137.

7. Чьен Х.В., Лаврентьева М.В. Определение состава базирующих элементов сборочного приспособления при сборке авиационного изделия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 74 - 80.

8. Лаврентьева М.В. Распознавание электронных моделей для анализа конструктивно - технологических параметров изделия // Актуальные вопросы развития науки. Сборник статей Международной научно - практической конференции: в 6 частях. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 89 - 91.

© Т.В. Божеева, А.Г. Масол, 2016

**УДК 658.512; 004.942**

**Т.В. Божеева,**

Старший преподаватель кафедры СМиЭАТ

**М.С.Ерофеев**

Студент гр. СМ - 12 кафедры СМиЭАТ

Иркутский национальный исследовательский технический университет,

г. Иркутск, Российская Федерация

### **ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СИСТЕМА АНАЛИЗА ТКИ»**

Рассмотрена перспектива применения «Системы анализа ТКИ» для формализованного проведения технологического контроля изделий на этапе проектирования, а также на этапе запуска в производство на основе трехмерной модели изделия, отвечающей существующим технологическим требованиям.

При конструкторской и технологической подготовки производства (КТПП) при запуске изделия, в том числе новых по конструкции изделий авиационной техники (АТ) решается много вопросов по созданию экономически правильного и в то же время технологически рационального изделия [1].

При переходе от чертежной технологии запуска изделия в «бесчертежное» с учетом возможностей современных систем автоматизированного проектирования с применения PMI - 3D аннотацией (NX CAD) и инженерных расчетов (NX CAE) в ряде случаев часть технологической информации напрямую нанесена на трехмерную модель изделия (марка материала, шероховатость поверхности и др.). Таким образом, разработка и применение Системы, позволяющей в интерактивном режиме производить анализ технологичности проектируемого изделия, является актуальной задачей в современном машиностроении, в частности самолетостроении [5].

В данной работе описана структура и основные возможности разрабатываемой «Системы анализа ТКИ». Разработана программная оболочка экспертной системы производственного типа «Система анализа ТКИ». Система позволяет проводить комплексный технологический контроль изделий АТ на этапе КПП и ТПП.

Система построена по модульному принципу и содержит в себе следующие модули (рисунок 1): информационный образ изделия; технологический контроль; база данных; база знаний.

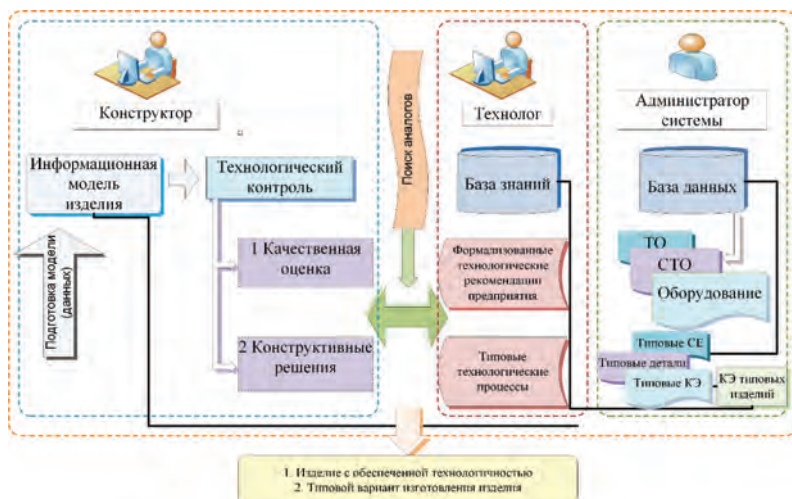


Рис. 1. Структура разрабатываемой Системы

Потенциальные пользователи разрабатываемой системы:

1) конструктор: формирование исходной модели изделия и отработка технологичности конструкции изделия по заданным показателям (формирование поля конструктивных решений);

2) технолог – эксперт: формирование правил в базе знаний программы, оценка типовых конструктивных решений (КР) (экспертная оценка, ранжирование КР);

3) администратор БД и БЗ: наполнение базы данных объектами производственной среды. Формирование новых структур правил в базе знаний программы.

Логика работы программной оболочки и информационной системы позволяют изменять и дополнять базу данных без изменения программного кода системы. Система полностью сохраняет адекватность принимаемых решений.

При формировании информационного образа изделия, конструктор должен учитывать целевое назначение изделия, вместе с тем, что проектируемая деталь должна иметь такое

сочетание конструктивных элементов, которое обеспечивало бы наиболее простое и экономичное её изготовление. С этой целью проводится технологический анализ её конструкции.

Конструкция детали должна быть рассмотрена как с точки зрения уменьшения расхода материала на её изготовление, так и с точки зрения снижения трудоемкости. В последнем случае следует также иметь в виду и стоимость штампов, необходимых для штамповки детали, учитывая при этом, что чем сложнее конфигурация рабочих частей штампа, тем сложнее и дороже в изготовлении штамп, а следовательно, и дороже штампуемая деталь.

В связи с этим перед разработкой технологического процесса изготовления, детали технолог должен изучить её модель и технические условия, выяснить назначение и роль детали в конструкции узла летательного аппарата. Если будут обнаружены те или иные недостатки в структуре модели, технолог обязан дать предложения по их устранению конструктору, имея в виду, что во всех случаях характер изменения структуры детали должен способствовать правильному и точному изготовлению детали с соблюдением необходимых установочных баз, без каких-либо перерасчетов геометрии модели.

Технологические рекомендации, содержащие в себе совокупность геометрических параметров стандартных (по ОСТ, ГОСТ, СТП и пр.) конструктивных элементов должны быть в формализованном виде сохранены в базе знаний Системы. Это позволяет в автоматизированном или частично в автоматизированном режиме производить технологических контроль неизготовленных изделий, а модели изделий, смоделированных в системе трехмерного моделирования NX 7.5 [4], на этапе их рабочего проектирования и отработки конструкции на технологичность при запуске в производство.

Алгоритм проведения технологического контроля, реализуемый в Системе показан на рисунке 2.

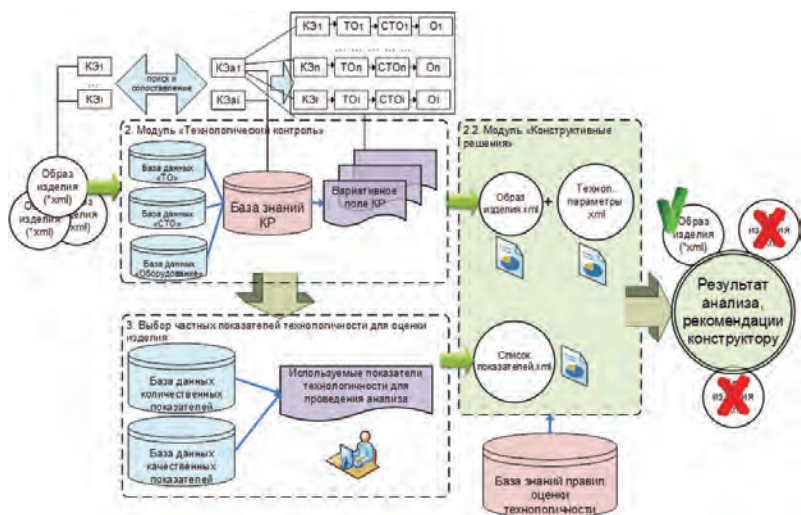


Рис. 2. Алгоритм проведения технологического контроля изделия

Технологические рекомендации (типичные технологические операции) по разработке технологического процесса изготовления изделия или отдельных КЭ детали формализованы в базе знаний Системы. Это необходимо для автоматизированного

формирования рекомендаций технологу / конструктору при проведении технологического контроля моделей изделий с учетом заданных показателей технологичности.

В рамках разработки получены следующие результаты теоретической проработки потенциального эффекта от внедрения:

- снижение влияния субъективного фактора при принятии решений в ходе технологической подготовки производства изделия, благодаря использованию выявленных формальных критериев оценки технологичности изделия;

- разработка информационной модели изделия, которая содержит минимальный необходимый объем данных, в отличие от электронной модели изделия, вследствие чего требует меньшего объема аппаратных ресурсов ПК;

- возможность использования предложенной информационной модели изделия, разработанных методов её построения, анализа и полученных с их помощью данные применимы для решения ряда задач конструкторско - технологической подготовки производства, а именно:

- а. выбора конструктивной структуры изделия;

- б. выбора состава объектов технологической системы (ТО, СТО, оборудования);

- в. проведения комплексной оценки изделий на основе заданных критериев технологичности.

Использование предложенной «Системы анализа ТКИ» для оценки изделий авиационной техники на технологичность открывает возможность подготовки грамотных конструкторов, способных учитывать технологические требования в процессе проектирования изделий на основе конкретных производственных условий.

В Системе в полном объеме реализована работа с листовыми деталями типа диафрагма, нервюры и т.п. Реализована возможность автоматизированной подготовки КЭМ изделия в системе NX 7.5 с помощью интегрированного модуля «Технологичность» для дальнейшего импорта параметров КЭМ изделия в «Систему анализа ТКИ». Разработанная система, структура БД и алгоритмы, реализуемые в ней защищены ФСИС РФ №2012615366 от 15.06.2012г и № 2013620100 от 09.01.2013г

### **Список использованной литературы**

1. Андреев В. О. Автоматизация и интеллектуализация управления процессами в системах организованной сложности / В.О. Андреев, С.Е. Тиняков. Красноярск, 2009. – 240 с.

2. Говорков А.С. Параметры объектов производственной системы при проектировании технологического процесса сборки. Наука. Промышленность. Оборона Труды XI Всероссийской научно - технической конференции. 2010. С. 123 - 127.

3. Говорков А.С., Ахатов Р.Х. Представление данных об объектах производственной среды при разработке технологических процессов сборки // Решетневские чтения. 2009. Т. 2. № 13. С. 411 - 412.

4. Жилияев А.С., Говорков А.С. Формирование информационной модели изделия АТ в ПК «Система анализа ТКИ» // Фундаментальные проблемы технических наук. Сборник статей Международной научно - практической конференции. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 56 - 58.

5. Ахатов Р.Х., Говорков А.С., Жилиев А.С. Разработка и внедрение программного комплекса "Система анализа технологичности конструкции изделий" при запуске в производство изделий // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Статьи и тезисы докладов IV Международной научно - практической конференции. 2014. С. 13 - 14.

6. Массель Л.В., Жилиев А.С., Говорков А.С. Методика перехода от трехмерной модели к онтологическому представлению изделий авиационной техники // Мехатроника, Автоматизация, Управление. №2. Том 17. 2016. С.133 - 137.

7. Чьен Х.В., Лаврентьева М.В. Определение состава базирующих элементов сборочного приспособления при сборке авиационного изделия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 74 - 80.

8. Лаврентьева М.В. Распознавание электронных моделей для анализа конструктивно - технологических параметров изделия // Актуальные вопросы развития науки. Сборник статей Международной научно - практической конференции: в 6 частях. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 89 - 91.

© Т.В. Божеева, М.С.Ерофеев, 2016

УДК 658.512; 004.942

**Т.В. Божеева**, Старший преподаватель кафедры СМиЭАТ  
**М.С.Ерофеев**, Студент гр. СМ - 12 кафедры СМиЭАТ  
Иркутский национальный исследовательский технический университет,  
г. Иркутск, Российская Федерация

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «СИСТЕМА АНАЛИЗА ТКИ»**

В статье рассматривается подход к решению задачи автоматизированного анализа изделия АТ с учетом технологических рекомендаций его проектирования и изготовления на примере деталей из листового полуфабриката, реализованный в описываемом программном комплексе.

Использование программного комплекса – системы поддержки принятия решений (СППР) в САПР особенно эффективно на ранних стадиях проектирования, когда информация об объекте проектирования носит неопределенный и неоднозначный характер, а ошибки и недостатки, допущенные при проектировании, трудноустраняемы на последующих этапах и их исправление обычно связано с существенными трудовыми затратами.

В данной работе рассмотрены только основные этапы формализации технологических рекомендаций (ТР) в БЗ Системы, являющейся для СППР необходимыми данными при анализе конструкции изделия АТ по заданным показателям технологичности при проведении качественной оценки изделия.

Системы автоматизированного проектирования, в том числе системы проектирования технологических процессов являются неотъемлемой частью систем технологической подготовки современных машиностроительных предприятий. Однако представленные сегодня на рынке программного обеспечения отечественные системы проектирования технологических процессов, как правило, представляют собой специализированные

редакторы, позволяющие формировать технологическую документацию. Уровень автоматизации проектирования в таких системах низок; практически все решения, связанные с проектированием структуры технологического процесса, принимает технолог. Одной из основных причин низкого уровня автоматизации принятия технологических решений является крайне низкий уровень формализации процесса технологического проектирования.

Одной из основных задач при разработке маршрута изготовления изделий является задача выбора оптимально необходимого количества технологических операций (ТО) в зависимости от структуры изготавливаемого изделия. В процессе выбора, как правило, технолог должен изучить групповые, типовые, единичные технологические процессы, а также знать нормативную документацию для данного типа изготавливаемых деталей. Это обстоятельство позволяет формально представить задачу выбора ТР, как задачу поиска совокупности данных, относящихся к анализируемому изделию. Причем, на начальных этапах решения задачи можно абстрагироваться от принятых в технологии машиностроения закономерностей выбора ТР, введя их на более поздних этапах в качестве ограничений [1].

В процессе проектирования отыскиваются функциональные решения, представляемые и документируемые в виде некоей структуры, которая затем может быть материализована с помощью определенных предписаний. Эти предписания, служащие для изготовления изделий, составляются таким образом, чтобы все функциональные требования, поставленные перед создаваемым изделием, были выполнены. Целью проектирования является разработка и формирование функций изделия путем переработки геометрической, технологической и организационной информации; подготовка производства обеспечивает технологическую реализацию превращения исходной заготовки в изделие.

В связи с тем, что ряд задач обеспечения ТКИ (в частности, качественная оценка) являются трудноформализуемыми, целесообразно рассмотреть возможность применения при построении автоматизированной подсистемы обеспечения ТКИ экспертных компонентов.

В данной работе рассмотрена возможность формализации типовых технологических рекомендаций предприятию - изготовителю. Структурная схема любого ТР приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. Структура типового ТР

Для формализации ТР в базе знаний системы необходимо сформировать запрос к базе знаний на создание множества. В результате система формирует подмножество для сохранения технологической рекомендации:

$$TR = \{TR_1, \dots, TR_n\}, TR_i \in T (i = 1, \dots, n),$$

$$\forall TR_i (F_j(TR_i) \equiv F_j) \wedge (F_{j+1}(TR_i) \equiv F_{j+1}) \wedge (D^t(TR_i) \equiv D^t), (j = 1, \dots, m)$$

где  $TR_1, \dots, TR_n$  – элементы выбираемого множества, являющегося подмножеством множества  $T$  всех ТР, содержащихся в базе знаний системы;

$n$  – количество элементов множества ТР, удовлетворяющие входным данным.

После окончания цикла формирования множества ТР следует определение для каждой ТР значений показателей ее технологичности. При проведении конструктором качественной оценки технологичности изделия происходит определение суммарного (интегрального) веса каждой ТР по результатам экспертного ранжирования ТР по неравнозначным критериям оценки технологичности:

$$\forall TR_i R(TR) = \sum_{j=1}^h r_{ij} \cdot b_j, (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, h),$$

где  $b_j$  – вес, определяющий важность  $j$  – го критерия оценки ( $0 < b_j < 1; j = 1, \dots, h$ );  $r_{ij}$  – вес  $i$  – й ТР по  $j$  – му критерию оценки.

При использовании механизма количественной оценки технологичности используется формула, аналогичная предыдущей, в которой  $r_{ij}$  имеет несколько другой смысл:

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{k_j}{k_j^{\text{баз}}}, & \text{если } k_j \text{ имеет размерность} \\ k_j, & \text{если } k_j \text{ безразмерно} \end{cases}$$

где  $k_j$  – значение  $j$  – го показателя технологичности КЭ;

$k_j^{\text{баз}}$  – базовое значение  $j$  – го показателя технологичности по всему изделию.

Значения  $k_j$  могут быть на данном этапе проектирования рассчитаны укрупненно, при использовании математических моделей, построенных на основании экспертных знаний в предметной области.

После выполнения расчетов значений показателей для каждой ТР из множества  $T$  происходит упорядочение данного множества по убыванию понятия «наиболее технологичная ТР» ( $T_T$ ).

Для случая качественной оценки [3]:

$$\exists TR_i \in TR: R(TR_i) = \max_{i=1} R(TR_i) \rightarrow TR_i = T_T,$$

т.е. ТР с максимальным значением интегрального веса является наиболее технологичной.

Для случая количественной оценки:

$$\exists TR_i \in TR: R(TR_i) = \min_{i=1} R(TR_i) \rightarrow TR_i = T_T.$$

Остальные элементы множества упорядочиваются по условию:

$$\forall TR_{T_i}: R(TR_{T_i}) > R(TR_{T_{i+1}}), (i = 1, \dots, n).$$

Для удобства оценки полученных результатов веса ТР можно пропорционально приводить к весу наиболее технологичной. Тогда вес наиболее технологичной ТР будет равняться 1, а веса остальных решений в интервале (0;1) – для случая качественной оценки и (1;  $\infty$ ) – для случая количественной оценки.

1. Таким образом, ТР в базе знаний можно представить следующим кортежем:

$$T = \{T_i, \dots, T_n\}.$$

При этом,  $\forall T_i \in T_k$ ,

где  $T_k$  – предметная область ТР.

$$T_i = \{ID^T, F^{КЭ}(T_i), КЭ(T_i), C(T_i), R(T_i)\},$$

где  $ID^T$  – идентифицирующий номер хранения в базе знаний ТР.

Конструктивные элементы:

$$КЭ = \{ID^{КЭ}, D, O\},$$

где  $ID^{КЭ}$  – идентифицирующий номер хранения в базе данных КЭ;

$O$  – технологическая операция изготовления КЭ:

$$O = \{ID^O, D^t, O\},$$

где  $ID^0$  – идентифицирующий номер хранения в базе данных технологической операции изготовления КЭ.

Правила выбора технологической рекомендации:

$$C = \{C_1, \dots, C_n\} \neq \emptyset,$$

при этом,  $\forall C_i \in C: C_i = \{\text{если, то, иначе}\}$ .

Таким образом, при оценке изделия в качестве исходными данными является информационная модель изделия [2], к которой и относятся непосредственно типовые технологические рекомендации:

$$S = \bigcup_{i=1}^m T_i,$$

где  $T_i$  – типовая технологическая рекомендация.

Такой подход удобен для решения задачи обнаружения нетехнологичного сочетания конструктивных элементов конструкции, поскольку в этом случае конструктор получает доступ к анализируемому изделию путем выбора соответствующего узла дерева.

Массив выходных данных представляет собой кортеж типа:

$$M_1 = \{F^{KЭ}(T_T), D(T_T), D^t(T_T)\}.$$

После упорядочения выбранного множества информация об элементах данного множества и результатов их оценки выводится в диалоговое окно конструктора. Конструктор выбирает конкретное решение, после чего происходит передача данных в среду проектирования изделия и ТП: осуществляется возможное изменение элементов согласно ТР в твердотельной модели изделия (обновляется «образ изделия»).

В модуле «анализатор формул и правил выбора ТР» заложены правила выбора, а также ранжирования ТР по рангу важности. При ранжировании каждой альтернативе объекта ставится в соответствии число натурального ряда. При этом ранг 1 получает наиболее предпочтительная альтернатива, а ранг N – наименее предпочтительная, т.е. альтернативные рекомендации должны упорядочиваться по возрастанию рангов. Решение такой задачи можно осуществить в терминах теории нечетких множеств.

Таким образом, разработанный модуль «Технологические рекомендации» позволяет технологу - эксперту формализовать в БЗ имеющиеся на предприятии РТМ, СТЦ, ОСТ, ГОСТ и другие нормативные документы, используемые при технологическом контроле изделий на этапе ТПП. Технологу предоставляется инструмент, в котором он может выбрать в диалоговом режиме область применения ТР (вид полуфабриката, тип деталей, тип КЭ). Разработанная и структурированная определенным образом БЗ в СППР позволяет проводить технологический контроль конструкции изделия в полуавтоматизированном режиме. Использование СППР при проектировании изделия на ранних стадиях позволяет конструктору проверять геометрические параметры изделия с учетом имеющихся технологических возможностей предприятия.

### Список использованной литературы:

1. ГОСТ 14.201 - 83. Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия. – М.: Издательство стандартов, 1983 (Взамен ГОСТ 14.201 - 7)
2. Говорков А.С., Жилиев А.С. Информационная модель проектируемой конструкции изделия планера самолета / А.С. Говорков, А.С. Жилиев // Научный журнал «Известия Самарского научного центра РАН» Т15. 2013. – С.335 - 338.
3. Ирзаев Г.Х. Экспертные методы управления технологичностью промышленных изделий. – Москва: Инфра - Инженерия, 2010. – 192 с.
4. Говорков А.С. Параметры объектов производственной системы при проектировании технологического процесса сборки. Наука. Промышленность. Оборона Труды XI Всероссийской научно - технической конференции. 2010. С. 123 - 127.

5. Говорков А.С., Ахатов Р.Х. Представление данных об объектах производственной среды при разработке технологических процессов сборки // Решетневские чтения. 2009. Т. 2. № 13. С. 411 - 412.

6. Жилиев А.С., Говорков А.С. Формирование информационной модели изделия АТ в ПК «Система анализа ТКИ» // Фундаментальные проблемы технических наук. Сборник статей Международной научно - практической конференции. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 56 - 58.

7. Ахатов Р.Х., Говорков А.С., Жилиев А.С. Разработка и внедрение программного комплекса "Система анализа технологичности конструкции изделий" при запуске в производство изделий // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Статьи и тезисы докладов IV Международной научно - практической конференции. 2014. С. 13 - 14.

8. Массель Л.В., Жилиев А.С., Говорков А.С. Методика перехода от трехмерной модели к онтологическому представлению изделий авиационной техники // Мехатроника, Автоматизация, Управление. №2. Том 17. 2016. С.133 - 137.

9. Чьен Х.В., Лаврентьева М.В. Определение состава базирующих элементов сборочного приспособления при сборке авиационного изделия // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2013. № 11 (82). С. 74 - 80.

10. Лаврентьева М.В. Распознавание электронных моделей для анализа конструктивно - технологических параметров изделия // Актуальные вопросы развития науки. Сборник статей Международной научно - практической конференции: в 6 частях. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 89 - 91.

© Т.В. Божеева, М.С.Ерофеев, 2016

**УДК 62.752, 621:534;833; 888.6, 629.4.015;02**

**Р.С. Большаков**, к.т.н., старший научный сотрудник  
Научно - образовательный центр современных технологий,  
системного анализа и моделирования,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
г. Иркутск, Российская Федерация

**В.Б. Кашуба**, к.т.н., доцент, первый проректор  
Братский государственный университет, г. Братск, Российская Федерация

**Н.Ж. Кинаш**, начальник отдела экспертизы и мониторинга внедрения технологий  
и инноваций в проекты Московского инженерного центра  
Московская железная дорога – филиал ОАО «РЖД», г. Москва, Российская Федерация

**И.С. Ситов**, к.т.н., доцент, проректор по учебной работе  
Братский государственный университет, г. Братск, Российская Федерация

## **ДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И РЕАКЦИИ СВЯЗЕЙ**

При интенсивной работе сложных технических объектов возникают различные формы динамических взаимодействий между составляющими их элементами. Для обеспечения надежности и безопасности эксплуатации машин параметры таких процессов должны учитываться при расчетах и контролироваться в ходе эксплуатации. Подходы в этом

направлении достаточно развиты в [1–3]. Вопросы нахождения динамических реакций менее разработаны, хотя знание динамических составляющих реакций дает возможность оценивать величины полных реакций и не допускать их нулевых или отрицательных значений, что может приводить к нарушениям контактов и появлению соударений при неудерживающих связях.

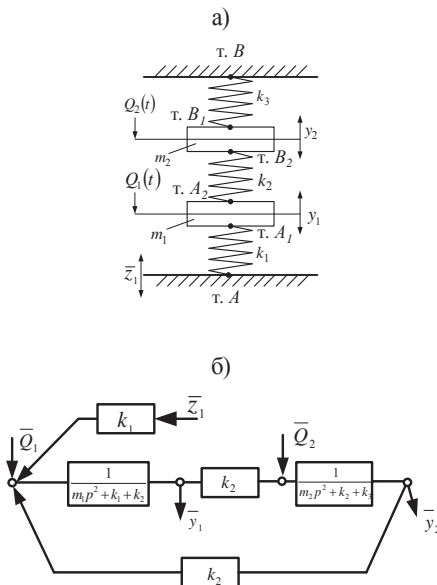
В предлагаемом докладе рассматривается метод определения динамических реакций в механических колебательных системах, основанный на представлениях об обратных связях в таких системах, а также предлагается расширить набор параметров для оценки динамического состояния этих систем за счет динамических реакций.

**I. Общие положения. Постановка задачи исследования**

Рассматривается расчетная схема технического объекта в виде механической колебательной структуры с двумя степенями свободы (рис. 1а). Система совершает малые вертикальные колебания  $y_1, y_2$  в координатах относительно неподвижного базиса. Объект вибрационной защиты  $m_2$  входит в механическую колебательную систему, состоящую из трех упругих элементов с жесткостями  $k_1, k_2, k_3$  и промежуточной массой  $m_1$ . Возмущение представлено периодической силой  $Q_2$  (гармоническое воздействие), приложенной к объекту защиты  $m_2$  (рис. 1а). В рассматриваемой задаче силы сопротивления не учитываются, их влияние может быть учтено отдельно. Математическая модель системы представляет собой систему из двух дифференциальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{y}_1 + (k_1 + k_2)y_1 - k_2 y_2 &= Q_1(t) + k_1 z_1(t), \\ m_2 \ddot{y}_2 + (k_2 + k_3)y_2 - k_2 y_1 &= Q_2(t). \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $z_1$  – вибрации основания (рис. 1).



**Рис. 1. Расчетная (а) и структурная (б) схемы виброзащитной системы**

Используя преобразования Лапласа, можно построить структурную схему эквивалентной в динамическом отношении системы автоматического управления, как показано на рис. 1б, где  $p = j\omega$  - является комплексной переменной, а

$$A_0 = (m_1 p^2 + k_1 + k_2) \cdot (m_2 p^2 + k_2 + k_3) - k_2^2 \quad (3)$$

- представляет собой характеристическое частотное уравнение.

Отметим, что на рис. 1а точки  $A, A_1, A_2, B, B_1, B_2$  выделены особо для последующего определения в них динамических реакций. На основании структурной схемы (рис. 1б) могут быть найдены передаточные функции системы при входном воздействии  $\bar{Q}_2(z_1(t) = 0, Q_1(t) = 0)$  и выходных сигналах в виде координат  $y_1$  и  $y_2$ :

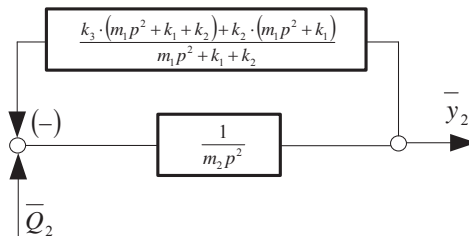
$$W_1(p) = \frac{\bar{y}_1}{\bar{Q}_2} = \frac{k_2}{A_0}, \quad (4) \quad W_2(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{Q}_2} = \frac{m_1 p^2 + k_1 + k_2}{A_0}, \quad (5)$$

где  $Q_2 = Q_0 \sin \omega t$ ,  $A_0$  - определяется из (3).

## II. Особенности построение математических моделей

Структурная схема системы (рис. 1б) может быть преобразована (рис. 2) и разрешена относительно базового звена, соответствующего объекту защиты ( $m_2$ ), имеющего, в свою очередь, передаточную функцию интегрирующего звена второго рода:

$$W_{m_2}(p) = \frac{1}{m_2 p^2}. \quad (6)$$



**Рис. 2. Преобразованная структурная схема системы на рис. 1б с выделением объекта защиты  $m_2$  и отрицательной обратной связи**

На рис. 2 показано, что преобразование начальной структурной схемы (рис. 1б) позволяет выделить прямую цепь, в состав которой входит передаточная функция (6) объекта защиты. Передаточная функция цепи обратной связи может изменять знак (+) на знак (-) при соответствующем изменении структуры обратной связи [4, 5].

Для дальнейших преобразований система уравнений (1), (2) может быть с учетом преобразований Лапласа приведена к виду:

$$m_1 p^2 \bar{y}_1 + (k_1 + k_2) \bar{y}_1 - k_2 \bar{y}_2 = 0, \quad (7)$$

$$m_2 p^2 \bar{y}_2 + (k_2 + k_3) \bar{y}_2 - k_2 \bar{y}_1 = \bar{Q}_2. \quad (8)$$

Полагая, что из (7) -

$$\bar{y}_1 = y_2 \cdot \frac{k_2}{m_1 p^2 + k_1 + k_2}, \quad (9)$$

получим (8) в виде

$$m_2 p^2 \bar{y}_2 + (k_2 + k_3) \bar{y}_2 - k_2 \cdot \bar{y}_1 \cdot \frac{k_2}{m_1 p^2 + k_1 + k_2} = \bar{Q}_2. \quad (10)$$

или

$$m_2 p^2 \bar{y}_2 + \frac{(k_2 + k_3) \cdot (m_1 p^2 + k_1) + k_2 \cdot k_3}{m_1 p^2 + k_1 + k_2} \cdot \bar{y}_2 = \bar{Q}_2. \quad (11)$$

Из (11) можно получить условие кинестатики, для элемента массой  $m_2$

$$\bar{F}_{ин} + \bar{R}_{m_2} = \bar{Q}_2, \quad (12)$$

где  $\bar{F}_{ин} = m_2 p^2 \bar{y}_2$  - изображение по Лапласу силы инерции элемента массой  $m_2$ ;

$$\bar{R}_{m_2} = \frac{(k_2 + k_3) \cdot (m_1 p^2 + k_1) + k_2 \cdot k_3}{m_1 p^2 + k_1 + k_2} \cdot \bar{y}_2. \quad (13)$$

изображение по Лапласу реакций связи со стороны системы, состоящей из элементов  $k_1, k_2, k_3$  и  $m_1$ ;  $\bar{Q}_2$  - изображение по Лапласу внешней силы  $Q_2$ .

### III. Построение математической модели для определения динамических реакций, связанных с движением по координате $\bar{y}_1$

Структурная схема на рис. 1а может быть преобразована к виду, как показано на рис. 3. В этом случае, также как и ранее, реализуется переход к схеме, в которой будет выделено массоинерционное звено  $m_1$  с передаточной функцией:

$$W_{m_1}(p) = \frac{1}{m_1 p^2}. \quad (14)$$

Схема распределения динамических сил, как это следует из структурной схемы на рис. 3, отличается от структурной схемы на рис. 2.

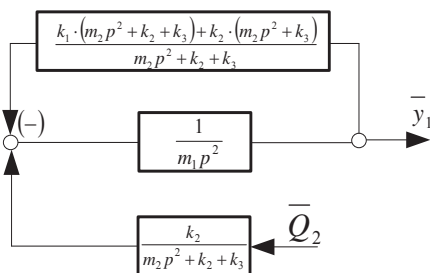


Рис. 3. Структурная схема, преобразованная относительно звена  $m_1$

Для определения реакции, отнесенной к элементу  $m_1$ , используем (7), откуда следует, что:

$$\bar{y}_2 = \frac{\bar{Q}_2 + k_2 \cdot \bar{y}_1}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \quad (15)$$

После подстановки в (7) получим:

$$m_1 p^2 \cdot \bar{y}_1 + (k_1 + k_2) \cdot \bar{y}_1 - k_2 \cdot \frac{\bar{Q}_2 + k_2 \cdot \bar{y}_1}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} = 0$$

или

$$m_1 p^2 \cdot \bar{y}_1 + \frac{(k_1 + k_2) \cdot (m_2 p^2 + k_2 + k_3) - k_2^2}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \cdot \bar{y}_1 = \frac{k_2 \cdot \bar{Q}_2}{m_2 p^2 + k_2 + k_3}, \quad (16)$$

откуда можно найти, что динамическая реакция на  $m_1$  определяется выражением:

$$\bar{R}_m = \frac{k_1 \cdot (m_2 p^2 + k_2 + k_3) + k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \cdot \bar{y}_1. \quad (17)$$

При этом сила инерции на  $m_1$  имеет вид:

$$F'_{ин} = m_1 p^2 \cdot \bar{y}_1, \quad (18)$$

а внешняя сила принимает форму выражения:

$$\bar{Q}_{1экв} = \bar{Q}_2 \cdot \frac{k_2}{m_2 p^2 + k_2 + k_3}. \quad (19)$$

То есть при определении реакции на массоинерционном элементе  $m_1$  внешняя сила  $Q_2$  передает свои динамические воздействия, но этот эффект должен рассматриваться с учетом такого обстоятельства, что на элемент с массой  $m_1$  действует не  $Q_2$ , а сила  $\bar{Q}_{1экв}$ , определенная из (19). Что касается динамической реакции на  $m_1$ , то она связана с параметрами обратной отрицательной связи в соответствии со структурной схемой на рис. 3.

Приведенная жесткость обобщенной пружины для элемента с массой  $m_1$  имеет вид:

$$k_{нр_{m_1}}(p) = \frac{k_1 \cdot (m_2 p^2 + k_2 + k_3) - k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \quad (20)$$

или

$$k_{нр_{m_1}} = k_1 + k_{23}, \quad (21)$$

где

$$k_{23} = \frac{k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)}{m_2 p^2 + k_2 + k_3}. \quad (22)$$

При  $p = 0$  (22) может быть упрощено:

$$k_{23} = \frac{k_2 \cdot k_3}{k_2 + k_3}, \quad (23)$$

что соответствует параметрам последовательно соединенных упругих элементов с жесткостями  $k_2$  и  $k_3$ . Характерными режимами для элемента  $m_1$  являются: режим динамического гашения на частоте:

$$\omega^2 = \frac{k_2 + k_3}{m_2}, \quad (24)$$

а также режим, при котором механическая система (или компакт) из  $m_2, k_2, k_3$  не влияют на движение по  $k_1$  на частоте:

$$\omega^2 = \frac{k_3}{m_2}. \quad (25)$$

#### IV. Особенности динамической реакции в механической колебательной системе

Используя полученные выражения для жесткостей элементов, в том числе приведенных, а также значения для перемещений  $m_1$  и  $m_2$ , найдем, что:

$$\bar{R}_A = k_1 \cdot \bar{y}_1 = \frac{k_1 \cdot k_2}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (26)$$

$$\bar{R}_{A_1} = \bar{R}_A = \frac{k_1 \cdot k_2}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (27) \quad \bar{R}_{m_1} = R_{A_1} + R_{A_2} = \left( k_1 + \frac{k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \right) \cdot \frac{k_2}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (28)$$

$$R_{A_2} = \frac{k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \cdot \frac{k_2}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (29)$$

$$\bar{R}_B = k_3 \cdot \bar{y}_2 = \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2)}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (30)$$

$$\bar{R}_{B_1} = \bar{R}_B = \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2)}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (31)$$

$$\begin{aligned} \bar{R}_{m_2} &= \left\{ \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2) + k_2 \cdot (m_1 p^2 + k_1)}{(m_1 p^2 + k_1 + k_2)} \right\} \cdot \frac{(m_1 p^2 + k_1 + k_2)}{A_0} \cdot \bar{Q}_2 = \\ &= \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2) + k_2 \cdot (m_1 p^2 + k_1)}{A_0} \cdot \bar{Q}_2, \quad (32) \end{aligned}$$

$$R_{B_2} = \frac{k_2 \cdot (m_1 p^2 + k_1)}{A_0} \cdot \bar{Q}_2. \quad (33)$$

Выражения (26)–(33) могут быть переведены в передаточные функции системы, в которых входное воздействие является внешней гармонической силой  $Q_2$ , а выходной сигнал представляет собой соответствующую динамическую реакцию. Так, например, передаточная функция пары  $\bar{Q}_2$  и  $\bar{R}_A$  имеет вид:

$$W_{R_A}^{(p)} = \frac{\bar{R}_A}{\bar{Q}_2} = \frac{k_1 \cdot k_2}{A_0}; \quad (34)$$

в свою очередь, по точке  $B$ :

$$W_{R_B}^{(p)} = \frac{\bar{R}_B}{\bar{Q}_2} = \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2)}{A_0}. \quad (35)$$

Сравнение (34) и (35) показывает, что реакции на опорных поверхностях системы будут разными, а амплитудно - частотные характеристики будут иметь одинаковые экстремумы при нулях характеристического уравнения  $A_0$ , но реакция в точке  $B$  будет иметь минимум на частоте  $\omega^2 = \frac{k_1 + k_2}{m_1}$ ; при этом в т.  $A$  реакция не будет иметь таких значений. Для

элемента  $m_2$  можно записать, что передаточная функция  $\bar{R}_{m_2}$  при входном воздействии  $\bar{Q}_2$  примет вид:

$$\begin{aligned} W(p)_{R_{m_2}} &= \frac{\bar{R}_{m_2}}{\bar{Q}_2} = \frac{k_3 \cdot (m_1 p^2 + k_1 + k_2) + k_2 \cdot (m_1 p^2 + k_1)}{A_0} = \\ &= \frac{m_1 p^2 \cdot (k_2 + k_3) + k_2 \cdot k_1 + k_1 \cdot k_3 + k_3 \cdot k_2}{A_0}. \quad (36) \end{aligned}$$

Из (36) следует, что на частоте

$$\omega^2 = \frac{k_1 \cdot k_2 + k_1 \cdot k_3 + k_2 \cdot k_3}{(k_2 + k_3) \cdot m_1} \quad (37)$$

динамическая реакция принимает нулевое значение. Однако, это не означает, что на элемент  $m_2$  не будут действовать силы, поскольку остается статическая компонента общей

реакции. При этом колебательные движения системы совершаются относительно положения статического равновесия. Передаточная функция динамической реакции по  $m_1$  при входном сигнале  $\bar{Q}_2$  принимает вид:

$$W_{R_{m_1}}(p) = \frac{\bar{R}_{m_1}}{Q_2} = \frac{[k_1 \cdot (m_2 p^2 + k_2 + k_3) + k_2 \cdot (m_2 p^2 + k_3)] \cdot k_2}{m_2 p^2 + k_2 + k_3} \cdot \frac{k_2}{A_0}. \quad (38)$$

Особенность динамических взаимодействий на элементе  $m_1$  такова, что на частоте:

$$\omega^2 = \frac{k_2 \cdot (k_2 + k_3) + k_2 \cdot k_3}{m_2 \cdot (k_1 + k_2)} \quad (39)$$

возникает режим «обнуления» динамической реакции, а на частоте

$$\omega^2 = \frac{k_2 + k_3}{m_2} \quad (40)$$

динамическая реакция принимает бесконечно большое значение. В данном случае становится возможным совпадение с режимом динамического гашения колебаний. В физическом смысле это означает, что на этой частоте динамическая реакция соответствует бесконечно большой жесткости обобщенной пружины; при этом элемент массой  $m_2$  становится неподвижным. Кроме упомянутого режима, в соответствии с нулями характеристического уравнения  $A_0$ , будут наблюдаться также два резонанса. Таким образом, если иметь в виду амплитудно - частотную характеристику (АЧХ), соответствующую передаточной функции (38), то АЧХ по динамическим реакциям будут отличаться от известных, что вполне объяснимо с физических позиций, поскольку динамическая реакция сама по себе является другим параметром, чем координаты  $y_1$  и  $y_2$ .

### **Заключение**

Предложен метод определения динамических реакций на основе использования структурных математических моделей механических колебательных систем. Динамическая реакция интерпретируется как обратная связь относительно звена с передаточной функцией интегрирующего звена второго порядка. Такие структурные схемы могут быть развернуты не только относительно объекта защиты, но и для других массоинерционных элементов, что предполагает возможности расширения метода на системы со многими степенями свободы. Полученные теоретические результаты показывают, что использование динамических реакций как параметра оценки динамических свойств виброзащитных систем позволяет создать не только методическую основу для расчета элементов колебательной системы, но и расширить представления о возможностях проявления ранее не рассматривавшихся физических эффектов.

### **Список использованной литературы:**

1. Елисеев С.В., Резник Ю.И., Хоменко А.П., Засядко А.А. Динамический синтез в обобщенных задачах виброзащиты и виброизоляции технических объектов. – Иркутск: ИГУ. 2008. – 523 с.
2. Елисеев С.В., Резник Ю.И., Хоменко А.П. Мехатронные подходы в динамике механических колебательных систем. Новосибирск: Наука, 2011. 384 с.
3. Елисеев С. В., Хоменко А. П. Динамическое гашение колебаний: концепция обратной связи и структурные методы математического моделирования. – Новосибирск: Наука, 2014. – 357 с.

4. Елисеев, С.В. Концепция обратной связи в динамике механических систем и динамическое гашение колебаний [Электронный ресурс] / С.В. Елисеев, А.Н. Трофимов, Р.С. Большаков, А.А. Савченко // technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно - техническое издание. №5. 2012. URL. [http:// technomag.edu.ru / doc / 378353. html](http://technomag.edu.ru/doc/378353.html) (дата обращения: 10.05.2012).

5. Елисеев, С.В. Особенности построения компактов упругих элементов в механических колебательных системах. Взаимодействия с элементами систем и формы соединения [Текст] / С.В. Елисеев, С.В. Ковыршин, Р.С. Большаков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Выпуск № 4(36). 2012. с. 61 - 70.

© Р.С. Большаков, В.Б. Кашуба, Н.Ж. Кинаш, И.С. Ситов, 2016

**УДК 004**

**Т. Васильева,**

студентка 2 курса Института гуманитарного образования  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»,

г. Магнитогорск, Российская Федерация

**Научный руководитель: Т.Н. Варфоломеева,**

канд. пед. наук, доцент кафедры

Бизнес - информатики и информационных технологий

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет  
им. Г.И. Носова»,

г. Магнитогорск, Российская Федерация

## **О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КОМБИНАТОРНЫХ АЛГОРИТМОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ**

### ***Введение***

Современный этап развития общества рассматривается как «век информации», где информация и соответствующие технологии её обработки применяются повсеместно. Это является вызовом для формирования компьютерной и информационной грамотности человека с раннего возраста. По этой причине концепции реформ преобразования общеобразовательной школы основываются на повсеместном внедрении компьютерных технологий в учебный процесс. Как следствие возникает потребность в обучении компьютерным технологиям.

### ***Основная часть***

Начальный этап обучения предмету «Информатика» носит развивающий характер и призван заложить основы: общей информационной культуры школьников, дать первоначальные представления об информации и информационных процессах в окружающем мире; навыков абстрактного мышления, умения логически мыслить; владения компьютерной грамотностью [12,5].

Развитие навыков логического мышления закладывается в начальной школе, так как именно в этом возрасте ученик способен устанавливать элементарные причинно - следственные связи и мысленно выходить за пределы ситуации, имеющейся в данный момент, иными словами происходит становление логического аппарата у учеников [7]. Это говорит о необходимости изучения предмета «Информатика» в начальной школе. Согласно федеральному государственному образовательному стандарту начального общего образования (1 - 4 классы) предметные результаты освоения информатики должны отражать умение работать с цепочками, совокупностями, представлять, анализировать и интерпретировать данные [13]. В этом стандарте представлено содержание предмета «Информатика», в частности изучение способов подсчета числа элементов множеств, комбинаторный поиск (алгоритмы получения сочетаний, размещений и перестановок элементов некоторого множества), включённый в раздел комбинаторики.

Существует достаточно обоснований тому, что комбинаторные задачи имеют огромное практическое применение при решении прикладных задач. Комбинаторные алгоритмы и методы используются для решения задач линейного программирования, для решения транспортных задач, проблем теории информации много другого.

В результате анализа литературы было выделено 4 основных комбинаторных алгоритма [8]:

1) Размещением без повторов называется упорядоченный набор из  $k$  различных элементов из некоторого множества различных  $n$  элементов. В размещении с повторениями элементы из набора  $k$  могут повторяться (с повторениями).

2) Сочетанием без повторов из  $n$  по  $k$  называется набор  $k$  элементов, выбранных из данного множества, содержащего  $n$  различных элементов. Сочетанием с повторениями называются наборы, в которых каждый элемент может участвовать несколько раз.

3) Композицией, или разложением, натурального числа называется его представление в виде упорядоченной суммы натуральных слагаемых. Входящие в композицию слагаемые называют частями, а их количество – длиной композиции.

4) Разбиением целого числа  $n$  называют представление  $n$  в виде суммы положительных целых чисел, называемых частями. При этом порядок следования частей не учитывается (в отличие от композиций), то есть разбиения, отличающиеся только порядком частей, считаются равными.

Начинать изучение комбинаторики следует с решения простых комбинаторных задач методом непосредственного перебора. Операция перебора раскрывает идею комбинирования, служит основой для формирования комбинаторных понятий и достаточной подготовкой к выводу комбинаторных формул и закономерностей.

Основными комбинаторными понятиями являются сочетания, перестановки и размещения. На подготовительном этапе изучения информатики терминологию можно опустить. Основной целью является осознание учащимися, наборы какого типа требуется составить в данной задаче (важен ли порядок и возможны ли повторения).

После того как учащиеся научатся составлять наборы из элементов заданного множества по заданному свойству, следует акцентировать внимание на задаче по подсчету количества возможных наборов. Решение таких задач следует проводить с помощью рассуждений, раскрывая при этом принцип умножения. Deskриптивной иллюстрацией правила

умножения является дерево возможных вариантов (рис. 1). Целесообразно показать его применение при решении комбинаторных задач.

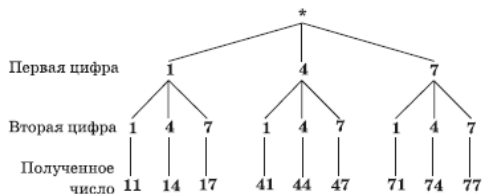


Рис. 1. Дерево решений для задачи о нахождении количества двузначных чисел с использованием цифр 1, 4 и 7

Потребность в изучении элементов комбинаторики в школьном курсе информатики обозначилась достаточно давно. В трудах многих авторов ставится проблема необходимости введения так называемой стохастической линии в основную школу, что подтверждают слова Е.А.Бунимовича «Нужно научить детей жить в вероятностной ситуации. То есть нужно научить их извлекать, анализировать и обрабатывать информацию, принимать обоснованные решения в разнообразных ситуациях со случайными исходами. Ориентация на многовариантность возможного развития реальных ситуаций и событий, на формирование личности, способной жить и работать в сложном, постоянно меняющемся мире, с неизбежностью требует развития вероятностно - статистического мышления у подрастающего поколения» [2].

### **Выводы**

Главная задача элементов комбинаторики в школьной программе заключается в том, что учащиеся получают представление о вариативности, о различных вариантах и их числе, которые могут возникнуть во многих житейских ситуациях [2**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Развитие навыков ориентации в вариативном пространстве позволяет использовать начальные математические знания для описания и объяснения окружающих явлений, процессов, предметов, а также оценки их количественных и пространственных отношений.

### **Список использованных источников**

1. Бунимович, Е.А., Булычев, В.А. Вероятность и статистика. 5 - 9 кл.: пособие для общеобразоват. учреждений. – 3 - е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2009. – 159 с.
2. Бунимович, Е.А., Тюрин, Ю.Н., Семенов, П.В., Булычев, В.А., Макаров, А.А., Мордкович, А.Г., Высоцкий, И.Р., Ященко, И.В. О теории вероятностей и статистике в школьном курсе // Математика в школе. – 2009. – №7. – С. 3 - 13.
3. Варфоломеева, Т.Н. Лабораторный практикум по структурному программированию. [Текст]: учеб. пособие / Т.Н. Варфоломеева, И.Ю. Ефимова – Москва, 2014. (2 - е издание, стереотипное)
4. Варфоломеева, Т.Н. Лабораторный практикум по структурному программированию на примере языка PASCAL [Текст]: учеб. пособие / Т.Н. Варфоломеева, С.А. Повитухин. – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – 123 с.

5. Иванова, А.В. Модели преподавания информатики в начальной школе // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2008. – №11. – С. 307 - 309.

6. Овчинникова, И.Г. Задачник - практикум по программированию [Текст]: учеб. - метод. пособие. / И.Г. Овчинникова, Т.Н. Варфоломеева. – Магнитогорск: МаГУ, 2009. – 77 с.

7. Основные проблемы, возникающие в период адаптации к условиям обучения в средней школе // Школьный портал Московской области URL: <https://schools.school.mosreg.ru/news.aspx?network=273087&news=957581> (дата обращения: 03.06.2016).

8. Рейнгольд, Э., Нивергельт, Ю., Део, Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. – М.: Мир, 1980.

9. Сахнова Т.Н., Овчинникова И.Г. Задачи по теме «Основы логики» для профильных классов [Текст] // Информатика и образование. – 2009 – № 1 – С. 69 - 75.

10. Сахнова Т.Н., Овчинникова И.Г. Задачи по теме «Основы логики» для профильных классов [Текст] // Информатика и образование. – 2009 – № 2 – С. 78 - 89.

11. Сахнова Т.Н., Овчинникова И.Г. Использование комбинаторных алгоритмов в школьном курсе информатики [Текст] // Информатика и образование. – 2009 – № 8 – С. 62 - 67.

12. Создание активной учебно - информационной среды пропедевтического курса информатики в начальной школе (из опыта работы) // Социальная сеть работников образования URL: <http://nsportal.ru/shkola/informatika-i-ikt/library/2014/05/06/sozdanie-aktivnoy-uchebno-informatsionnoy-sredy> (дата обращения: 02.06.2016).

13. Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (1 - 4 кл.) // Министерство образования и науки Российской Федерации URL: <http://минобрнауки.рф/документы/922> (дата обращения: 03.06.2016).

© Т. С. Васильева, 2016

**УДК 004.052.2**

**Д.А. Воронина**

аспирантка кафедры вычислительной техники

Университет ИТМО

г. Санкт - Петербург, Российская Федерация

## **ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ КЛАСТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДУБЛИРОВАННЫХ СЕРВЕРОВ**

Эффективность вычислительных систем во многом определяется организацией их отказоустойчивого функционирования, при обеспечении высокой доступности вычислительных ресурсов при переключении резерва и динамическом перераспределении потока запросов при накоплении отказов и реконфигурации системы [1 - 4].

В качестве объекта исследований рассмотрим систему кластерной архитектуры с консолидацией ресурсов дублированных вычислительных комплексов (ДВК) через агрегированный канал связи, обеспечивающий связь ДВК с устройствами хранения данных [5 - 7].

*Под кластером понимается группа взаимно соединенных вычислительных систем (узлов), работающих совместно, составляя для пользователя единый консолидируемый вычислительный ресурс.*

Надежность кластера будем рассматривать с позиций обеспечения его отказоустойчивости. В качестве критерия отказоустойчивости используем функцию, характеризующую вероятность того, что в системе при отказе  $L$  каналов связи будут продолжать взаимодействовать, как минимум, один вычислительный комплекс (возможно сконфигурированный при деградации из устройств разных полукомплексов ДВК) и один дисковый массив.

Предлагается рассматривать схему, построенную на основе оптоволоконных каналов FDDI, которая связывает элементы между собой. Каждый ДВК кластера подключен ко всем имеющимся каналам. Рассматриваются варианты подключения с чередованием элементов кластера и без него (рис. 1 и рис. 2).

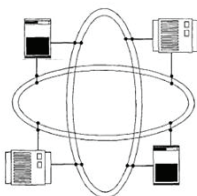


Рисунок 1 - Организация кластера с использованием двух каналов FDDI без чередования элементов

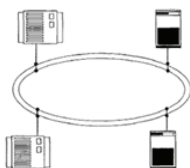


Рисунок 2 - Организация кластера с использованием одного канала FDDI с чередованием элементов

Ставится задача выбора конфигурации кластера, обеспечивающей компромисс максимизации ее отказоустойчивости, надежности и производительности при минимизации средних задержек обработки запросов, стоимости реализации системы и затрат на ее эксплуатацию [8 - 10].

Для решения поставленной задачи предусматривается:

- выработать множество вариантов проектных решений по организации кластеров;
- выработать систему частных и комплексных критериев оптимальности проектных решений;
  - определить значения частных и комплексных критериев эффективности вариантов проектных решений на основе аналитического моделирования с уточнением результатов на основе имитационного моделирования;
  - поставить и решить задачу оптимизации отказоустойчивых вычислительных систем кластерной архитектуры по частным и комплексным критериям;
  - сформировать рекомендации по выбору структуры вычислительных систем кластерной архитектуры рассматриваемого класса.

### **Список использованной литературы:**

1. Aliev T. I. The Synthesis of Service Discipline in Systems with Limits // Distributed Computer and Communication Networks 18th International Conference, DCCN 2015. - Moscow, Russia, October 19–22, 2015. Revised Selected Papers, pp / 151 - 156.
2. Богатырев В.А. Оценка надежности и оптимальное резервирование кластерных компьютерных систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 10. С. 18 - 21
3. Богатырев В.А., Богатырев С.В., Богатырев А.В. Функциональная надежность вычислительных систем с перераспределением запросов // Изв. Вузов Приборостроение - 2012. - Т. 55. - № 10. - С. 53 - 56
4. Богатырев В.А. Отказоустойчивость и сохранение эффективности функционирования многомагистральных распределенных вычислительных систем. // Информационные технологии. 1999. № 9. С. 44 - 48
5. Богатырев В.А. Комбинаторный метод оценки отказоустойчивости многомагистрального канала. // Методы менеджмента качества. 2000. № 4. С. 30 - 35
6. Богатырев В.А., Богатырев А.В., Голубев И.Ю., Богатырев С.В. Оптимизация распределения запросов между кластерами отказоустойчивой вычислительной системы. НТВ информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 3(85). С. 77 - 82.
7. Богатырев В.А., Богатырев А.В. Оптимизация резервированного распределения запросов в кластерных системах реального времени // Информационные технологии №7. Том 21. 2015 . С. 495—502
8. Богатырев В.А. Богатырев А.В. Модель резервированного обслуживания запросов реального времени в компьютерном кластере // Информационные технологии 2016 N5, Т 22, С. 348—355
9. Богатырев В.А., Богатырев С.В., Богатырев А.В. Оптимизация кластера с ограниченной доступностью кластерных групп // Научно - технический вестник ИТМО. – 2011. – № 1 (71). – С. 63–67.
10. Богатырев В.А. К распределению функциональных ресурсов в отказоустойчивых многомашиных вычислительных системах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2001. № 12. С. 1 - 5

© Д. А. Воронина, 2016

**И.В.Герасименко**, студент 4 курса технологического факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**Н.Е.Попов**, студент 2 курса строительного факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**В.В. Беликов**, студент 4 курса технологического факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

## ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА

Изобретение относится к способам опреснения морской, а также минерализованной иной воды с помощью кристаллогидратного цикла.

Известный способ обессоливания воды с помощью кристаллогидратного цикла включает образование кристаллогидратов из гидратообразующего агента и исходной воды, отделение и промывку от рассола кристаллогидратов и их последующее плавление с образованием пресной воды и жидкого агента. 10 В качестве гидратообразующего агента используют такие газы как метан, бутан, пропан, хлористый метилен, которые имеют температуру верхней инвариантной точки ниже температуры окружающей среды и являются одновременно гидратообразующим и хладагентом.

Однако для осуществления цикла необходимо дополнительное охлаждение и применение холодильного оборудования. Цикл с использованием этих газов требует больших затрат электроэнергии.

С этой целью предложено в качестве гидратообразующего агента использовать вещества с температурой верхней инвариантной точки, превышающей температуру окружающей среды, например хлор, теплоту гидратообразования отводить в окружающую среду, а для плавления использовать низкопотенциальное тепло с 40 - 50°C.

Способ осуществляют по схеме, изображенной на рис. 1.

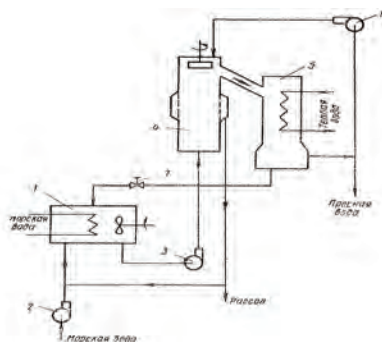


Рис. 1. – обессоливание воды с использованием низкопотенциального тепла.

1 - кристаллизатор, 2,3,6 - насос, 4 - сепаратор, 5 - плавитель, 7 - дроссельный вентиль.

Жидкий агент - хлор при давлении около 7 бар подают в кристаллизатор 1 и смешивают с соленой водой, подаваемой насосом. При перемешивании образуются кристаллогидраты

при  $t=24$  С, Теплота гидратообразования частично отводится жидким хлором, кипящим непосредственно в объеме жидкой фазы при 22 С и частично водой с температурой окружающей среды, циркулируя через змеевик. Температура этой воды для обеспечения разности температур при теплопередаче должна быть ниже, чем температура образования гидратов. Таким образом, агент образует гидраты с водой сначала в процессе кипения жидкости, а затем, находясь в газообразной фазе.

Кристаллогидратную суспензию (смесь 15 - 20 % по весу твердых кристаллов хлора н рассола) насосом 3 перекачивают в сепаратор 4, работающий при давлении 9,0 бар. Гидраты отделяют от рассола при помощи фильтрационной решетки, установленной на боковой поверхности в средней части сепаратора, а затем промывают от поверхностной солевой рассольной пленки путем противоточной фильтрации, пресной промывочной водой через движущийся вверх гидратный слой как через пористый поршень, Промытые кристаллы ножомскрепером сбрасывают в плавитель 5, в котором они за счет подвода низкопотенциального тепла сначала изобарически нагреваются до температуры плавления (около 30 С), а затем плавятся при этой температуре, образуя жидкий агент и пресную воду, разделяющиеся в отстойнике, Часть пресной воды насосом 6 подают в верхнюю часть сепаратора 4 для промывки, другая часть представляет продуктовую пресную воду. Жидкий агент из нижней части отстойника после дросселирования в дроссельном вентиле 7 возвращают в кристаллизатор У. Рассол, отделенный в сепараторе от кристаллов, разделяют на два по. тока: часть его, поступающая на рециркуляцию, смешивают с исходной соленой водой и вместе с ней возвращают в кристаллизатор; оставшуюся часть рассола после дегазации сбрасывают из установки.

#### Список использованной литературы:

1. Пат. № 1396985 Великобритания, МКИ С 07 С 85 / 08, 87 / 36, С 07 D 295 / 02, Herbert Toussaint, Martin Decker, Alfred Shulz. A process for the production of ali - phatic or cycloaliphatic secondary or tertiary amines. Оpubл. 11.07.2007.

2. А.Б. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайснер. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 2010г. - 192с., 168 - 172с.

3. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия, 2009. – 608с.

© И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов, 2016

#### УДК 665

**И.В.Герасименко**, студент 4 курса технологического факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**Н.Е.Попов**, студент 2 курса строительного факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

**В.В. Беликов**, студент 4 курса технологического факультета Южно - Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова

#### АТМОСФЕРНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ

Известен способ одноклонной атмосферной перегонки нефти с предварительным разделением нефти на две фракции низкокипящую и высококипящую однократным

испарением с последующей конденсацией низкокипящей фракции, нагревом высококипящей фракции и вводом их в ректификационную колонну. Известный способ мало эффективен при переработке нестабильной нефти, так как присутствие в нефти газов приводит к повышению давления в колонне однократного испарения и в системе конденсации, что снижает выход низкокипящей фракции. Кроме того, в известном способе при вводе конденсата в основную колонну одним потоком имеет место максимальная нагрузка по парам и жидкости в одном сечении колонны, что снижает ее производительность; наличие водяного пара в низкокипящей фракции не обеспечивает надежности работы колонны. С целью повышения производительности процесса согласно изобретению на стадии предварительного разделения подают водяной пар для увеличения отгона низ ко кипящей фракции до 25 вес. % , затем ее конденсируют при 40 - 60 С, отделяют от воды и не сконденсировавшихся газов и подают в основную ректификационную колонну в виде орошения двумя или тремя потоками в зависимости от количества боковых погонов, а не сконденсировавшиеся газы подают в отгонную часть колонны, При этом подача жидкого конденсата низкокипящей фракции несколькими потоками в основную колонну позволяет увеличить5 пропускную способность колонны за счет уменьшения паровых и жидкостных нагрузки снизить количество ректификационных тарелок в ней на 6 - 8 штук. На чертеже изображена технологическая1 в схема предлагаемого способа, Поток сырой нестабильной нефти, предварительно нагретой отходящими горячими нефтепродуктами до 250 С, подают в предварительный испаритель 1, где однократным испарением отгоняют низкокипящую фракцию, углеводородные газы и воду от нефти. Увеличение отгона низкокипящих фракций осуществляется за счет подачи в них предварительного испарителя - водяного пара. Пары низкокипящей фракции до 25 вес. % на сырье, водяной пар и углеводородные газы конденсируют в аппарате 2 при 40 - 60 С, отделяют и сепараторе 3 от конденсата водяного пара и подают в основную ректификационную колон.2 а ну 4 двумя - тремя потоками в виде орошения под тарелкой отходящих боковых погонов. Несконденсированные газы из сепаратора 3 направляют в нижнюю часть основной ректификационной колонны, а также возможно в отпорной секции боковых погонов для снижения парциального давления паров взамен полного или частичного исключения водяного пара в зависимости от процента растворенного газа в исходной нефти. Высококипящую фракцию после предварительного испарителя нагреват в печи 5 до 350 - 370°C и подают в эвапорационную часть основной ректификационной колонны.

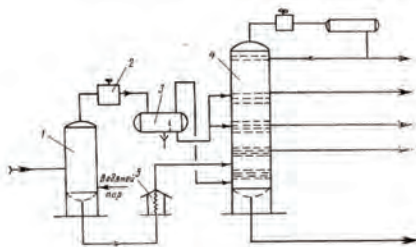


Рис. 1 Атмосферная переработка нефти

#### Список используемой литературы

1. Пат. № 1754985 Китай, МКИ С 23 С 22 / 60, Shen Zhichang. Metal surface passivant and its using method. Оpubл. 05.04.2006. Приоритет 29.09.2004.

2. Пат. № 1396985 Великобритания, МКИ С 07 С 85 / 08, 87 / 36, С 07 D 295 / 02, Herbert Toussaint, Martin Decker, Alfred Shulz. A process for the production of ali - phatic or cycloaliphatic secondary or tertiary amines. Оpubл. 11.07.2005.

3. А.Б. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайснер. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 2010г. - 192с., 178 - 182с.

© И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов, 2016

## УДК 665

**И.В.Герасименко**, студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**Н.Е.Попов**, студент 2 курса строительного факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**В.В. Беликов**, студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

### **СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПАРАФИНО ОЛЕФИНОВОЙ ФРАКЦИЙ**

Известен способ выделения ароматических углеводородов методом экстракции из смесей, состоящих преимущественно из насыщенных углеводородов. Способ дает возможность выделять ароматические углеводороды и парафино - олефиновую фракцию из бензинов, имеющих высокое содержание диолефиновых и ацетиленовых углеводородов, например, из крекинг - бензина и бензина, получаемого при полукоксовании. Выделение производят путем экстракции ароматических предварительно прогидрированного сырья смесью X - метилпирролидона с 15 - 30%, воды с применением в качестве противорастворителя углеводородной фракции с температурой кипения ниже 60 С

Находящиеся в исходном сырье ароматические углеводороды растворяются в селективном растворителе и выводятся из экстракционного приспособления вместе с растворителем. Там, где выводятся ароматические углеводороды и селективный растворитель, подается против растворителя, представляющий собой не ароматическую углеводородную фракцию с температурой кипения ниже 60 С. Одновременно с противорастворителем или вместо него может быть введена экстракционная флегма, содержащая часть полученных ароматических углеводородов.

Растворимость смеси ароматических углеводородов при применении противорастворителя О должна составлять от 20 до 70% Экстрагирование может быть проведено при комнатной температуре или повышенной.

**П р и м е р 1**, В качестве сырья для получения бензола берут отходящий в качестве побочного продукта при термическом разложении нефти в газообразные олефины бензин следующего состава: бензол 23 % , толуол 22 % , ксилол 8 % , высшие ароматы 3 % , ненасыщенные неароматические УВ 30, % . Бромное число 83 г / 100 г.

Каталитическое гидрирование проводят на палладированном контакте с 2 % палладия на носителе из глинозема с 98 % - ым водородом при давлении 50 атм. и температуре 50 С в жидкой фазе. Контактная нагрузка 1 кг бензина на 1 контакт в час. После гидрирования

бромное число снижается до 30 г 100 г, Из этого частично; и 15 % воды. В качестве противорастворителя применяют 60 ч. пентана на каждые 100 ч. исходной фракции. Получают бензол с точкой кристаллизации при 55 С и выходом 99,5 % .

Пример 2. Тот же бензин, что и в примере 1, берут для получения бензола, толуола и ксилола. Гидрирование проводят с 98 % - ым водородом под давлением 50 атм, и при температуре 70 С над никелевым контактом, содержащим 15 % никеля. Контактная нагрузка 1 кг бензина(а на 1 контакт в час. После гидрирования бромное число снижается до 41 . / 100 г, При фракционировании отделяют составные части с точкой кипения выше 150 С и дистиллят в той же опытной установке, что и в примере 1, экстрагированный с таким же растворителем, количество которого в 3,5 раза превышает количество исходного продукта. Количество примененного пентана составляет половину от количества исходной смеси. Полученный экстракт содержит еще незначительные количества многократно ненасыщенных углеводородов. С целью удаления последних экстракт подвергают обработке отбельной землей при температуре 200 С и под давлением, из обработанного таким образом экстракта посредством следующего за этим фракционирования выделяют чистый бензол с точкой кристаллизации 55 С и с почти количественным выходом, Получают толуол и ксилол 99,8 % - ной и 99,9 % - ой чистоты.

#### **Список использованной литературы:**

1. А.Б. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайснер. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 2010г. - 192с., 178 - 182с.
2. Никитина Е.А, Емельянов В.Е, Манаенков В.М. Бакалейник, А.М. Алексеева С.И. // Мир нефтепродуктов, 2012. - №1.
3. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. М.: Химия, 2010. – 608с.

© И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов, 2016

#### **УДК 665**

**И.В.Герасименко**, студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**Н.Е.Попов**, студент 2 курса строительного факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**В.В. Беликов**, студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

#### **СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СПИРТОИСПАРИТЕЛЕМ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМАЛИНА**

Известен способ автоматического регулирования спиртоиспарителем в процессе получения формалина, предусматривающий измерение температуры на выходе из спиртоиспарителя и концентрации раствора метанола в воде на его входе и регулирование уровня в спиртоиспарителе .

Недостатком данного способа управления является снижение производительности технологической линии производства формалина вследствие отсутствия взаимосвязанного

регулирования концентрации раствора метанола в воде на входе в спиртоиспаритель и температуры на выходе из спиртоиспарителя, так как для процесса испарения в спиртоиспарителе характерно, что концентрация раствора метанола в воде на входе может меняться от 60 до 99 % , при этом температура на выходе соответственно должна принимать значения от 73 до 46 С. Ведение процесса при температуре на выходе, не соответствующей концентрации раствора на входе, отрицательно сказывается и на производительности всей технологической линии процесса производства формалина по следующим причинам: если температура на выходе ниже, чем необходимая при данной концентрации раствора на входе, то концентрация метанола в парах на выходе ниже оптимальной для ведения процесса на дальнейших стадиях производства формалина, что приводит к снижению производительности всей остальной технологической линии производства формалина; если температура на выходе выше, чем необходимая при данной концентрации раствора на входе, то концентрация метанола в парах на выходе выше оптимальной для ведения процесса на дальнейших стадиях производства формалина, что приводит к недоиспользованию избыточного количества метанола на следующей стадии контактирования и, соответственно к его потерям.

Цель изобретения - разработка способа автоматического регулирования, позволяющего повысить производительность процесса производства формалина.

Поставленная цель достигается тем, что в способе автоматического управления спиртоиспарителем в процессе получения формалина, предусматривающем измерение температуры на выходе из спиртоиспарителя и концентрации раствора метанола в воде на его входе и регулирование уровня в спиртоиспарителе, регулирование температуры на выходе из спиртоиспарителя осуществляют с коррекцией по концентрации раствора метанола в воде на входе в спиртоиспаритель путем изменения расхода греющей вода.

На Рис. 1. изображена система автоматического управления спиртоиспарителем, реализующая предложенный способ.

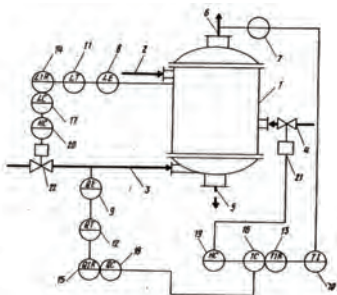


Рис. 1. система автоматического управления спиртоиспарителем

Система управления спиртоиспарителем 1, в который по трубопроводу 2 подается воздух, по трубопроводу 3 - раствор метанола в воде, по трубопроводу 4 - греющая вода, которая отводится по трубопроводу 5 и из которой выходит спиртовоздушная смесь по трубопроводу 6, состоит из датчиков 7 - 9, преобразователей 10 - 12, вторичных приборов 13 - 15, регуляторов 16 - 18, панелей дистанционного управления 19, 20 и клапанов 21, 22.

Система работает следующим образом.

Регулирование уровня в спиртоиспарителе 1, измеряемого датчиком 8, осуществляется регулятором 17, воздействующим через клапан 22 на расход раствора метанола в воде,

подаваемого по трубопроводу 3. Регулирование тем.пературы на выходе из спиртоиспарителя 1 осуществляется регулятором 16, воздействующим через клапан 21 на расход греющей воды, поступающей по трубопроводу 4. Коррекция температуры на выходе из спиртоиспарителя по концентрации раствора метанола в воде на входе в спиртоиспаритель осуществляется следующим образом. Концентрация раствора в трубопроводе 3 измеряется датчиком 9. Выходной сигнал регулятора 18 поступает на задающий вход регулятора 16, В зависимости от изменения концентрации, измеряемой датчиком 9, меняется задание регулятору 16 и соответственно поддерживается соответствующая температура на выходе из спиртоиспарителя 1.

#### **Список используемой литературы**

1. Пат. № 1754985 Китай, МКИ С 23 С 22 / 60, Shen Zhichang. Metal surface passivant and its using method. Оpubл. 05.04.2006. Приоритет 29.09.2004.
2. Пат. № 1396985 Великобритания, МКИ С 07 С 85 / 08, 87 / 36, С 07 D 295 / 02, Herbert Toussaint, Martin Decker, Alfred Shulz. Оpubл. 11.07.2005.
3. А.Б. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайснер. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 2010г. - 192с., 178 - 182с.

© И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов, 2016

#### **УДК 665**

**И.В.Герасименко**

студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**Н.Е.Попов**

студент 2 курса строительного факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

**В.В. Беликов**

студент 4 курса технологического факультета  
Южно - Российский государственный политехнический университет  
(НПИ) имени М.И. Платова

#### **ПОЛУЧЕНИЕ ПАРАФОРМАЛЬДЕГИДА И ФОРМАЛИНА**

Наиболее распространенным является способ получения параформальдегида концентрированием технического водного раствора формалина с последующей полимеризацией. Известны также способы получения параформальдегида непрерывной ректификацией водных растворов формальдегида в две последовательные стадии, а также при пониженном давлении в одно - или многосекционной колонне. Однако эти способы сложны в аппаратурном оформлении, требуют высоких удельных затрат сырья и капитальных вложений.

Наиболее близким к предлагаемому является способ получения параформальдегида и формалина двухстадийным каталитическим окислительным дегидрированием метанола с последующими быстрым охлаждением полученной реакционной смеси до 200 - 190 С и абсорбцией реакционных газов. В результате получают 60 % - ный раствор формальдегида, который содержит низкомолекулярные фракции параформальдегида. Однако параформальдегид трудно отделить от формальдегида, для чего необходима дополнительная стадия - концентрирование полученного раствора. При этом получают трудно утилизируемые слабые растворы формальдегида.

Целью изобретения является упрощение технологии процесса и увеличение степени использования исходного сырья. Поставленная цель достигается способом получения параформальдегида и формалина двухстадийным окислительным дегидрированием метанола с последующим быстрым охлаждением полученной реакционной смеси до 85 - 90 С. Далее полученную газовую реакционную смесь обрабатывают при температуре 55 - 80 С и давлении 80 - 300 мм рт.ст., образуя суспензию дополнительно выдерживают при 18 - 30 С и выделяют параформальдегид, а газовую смесь направляют на абсорбцию и получают формалин.

Смесь паров метанола (6 кг 99,9 вес, %) и воздуха (1,8 кг) при мольном соотношении кислород: метанол, равном 0,26, нагревают до 128 С и подают при остаточном давлении 80 мм рт.ст. - на первый слой серебряного катализатора. Температура реакции 590 С. Реакционные газы после первого слоя охлаждают до 130 С, смешивают с 1,5 кг "воздуха, по " даваемого дополнительно общее соотношение кислорода: метанол равно 0,48) и направляют на второй слой катализатора. Температура реакции 5на втором слое 560 С. Конверсия метанола 99 %, выход формальдегида 89 % .

Полученный реакционный газ, содержащий 1,3 кг формальдегида, 0,016 кг метанола, 0,76 кг воды, 0,17 кг СО, 0,28 кг СО<sub>2</sub>, 0,031 кг Н<sub>2</sub>, 2,25 кг N<sub>2</sub> и 0,046 кг О<sub>2</sub> быстро охлаждают до 90 С и подвергают обработке с конденсацией воды в конденсаторе при остаточном давлении 80 мм рт.ст. и температуре 55 С. При этом получают 87 % - ную суспензию формальдегида, которую для полимеризации выдерживают в течение 2ч при комнатной температуре (18 - 30 С) и получают параформальдегид с выходом 93,6 % . Влажный параформальдегид сушат в течение 20 ч при температуре 50 С и остаточном давлении 100 мм рт.ст. Получают 1 кг параформальдегида, который содержит 91,8 вес, % параформальдегида и 8,2 вес. % воды.

Газовая смесь после стадии конденсации поступает на абсорбцию, где получают 1, кг 38,7 % - ого раствора формальдегида,

Пример 2; Реакционный газ, полученный согласно примеру 1, после стадий быстрого охлаждения до 85 - 90 С подвергают обработке с конденсацией воды в концентраторе при остаточном давлении 300 мм рт.ст. и температуре 80 С.

Полученный в конденсаторе 75 % - ный раствор полимеризуют аналогично примеру 1, выдерживая его при комнатной температуре. Далее поступают аналогично примеру 1 и получают 1 кг пара. формальдегида, содержащего 9,1 вес, % воды,

Газовая смесь после стадии конденсации поступает на абсорбцию, где получают 1,1 кг 40 % - ого раствора формальдегида.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет существенно упростить технологию процесса получения параформальдегида, увеличить степень использования исходного сырья за счет получения наряду с параформальдегидом 37 в 40 % - ого раствора формалина, что приводит к практическому отсутствию отходов

### Список используемой литературы

1. Пат. № 1754985 Китай, МКИ С 23 С 22 / 60, Shen Zhichang. Metal surface passivant and its using method. Оpubл. 05.04.2006. Приоритет 29.09.2004.
2. Пат. № 1396985 Великобритания, МКИ С 07 С 85 / 08, 87 / 36, С 07 D 295 / 02, Herbert Toussaint, Martin Decker, Alfred Shulz. A process for the production of ali - phatic or cycloaliphatic secondary or tertiary amines. Оpubл. 11.07.2005.
3. А.Б. Виппер, А.В. Виленкин, Д.А. Гайснер. Зарубежные масла и присадки. – М.: Химия, 2010г. - 192с., 178 - 182с.

© И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов, 2016

УДК 621.3

М.А. Дзамыхов

СевКавГТА институт . строительства и электроэнергетики  
г. Черкесск, КЧР, Российская Федерация

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДПТ

Важное свойство ДПТ с независимым возбуждением от постоянных магнитов состоит в том, что результирующий момент сил от всех проводников якоря, называемый электромагнитным моментом двигателя  $M$ , пропорционален току якоря  $I_{\alpha}$ , потребляемому двигателем от источника питания:

$$M_{\text{дв}} = k_m I_{\alpha}$$

где  $k_m$  - коэффициент пропорциональности, называемый постоянной момента двигателя. Его размерность [Нм / А]. По законам электромагнитной индукции в проводнике, движущемся в магнитном поле, возникает электродвижущая сила. Суммарная ЭДС катушек якоря  $E$  через коллектор и щетки прикладывается к внешним выводам двигателя. В двигательном режиме работы эта ЭДС направлена против внешнего напряжения  $U_{\alpha}$ , подведенного к якорю от источника питания. Поэтому ЭДС двигателя часто называется противоЭДС. Она прямо пропорциональна угловой скорости вращения вала двигателя  $\omega_{\text{дв}}$  [рад / с]:

$$E = k_{\omega} \omega_{\text{дв}}$$

где  $k_{\omega}$  - коэффициент пропорциональности, называемый постоянной ЭДС двигателя. Его размерность [Вс / рад].

*Природа электромагнитных явлений в ДПТ такова, что если используется система единиц СИ, то значения коэффициентов  $k_{\omega}$  и  $k_m$  численно равны.*

Уравнения, описывающие электрические процессы в ДПТ

В электрической якорной цепи двигателя протекает ток  $I_{\alpha}$  под действием напряжения постоянного тока  $U_{\alpha}$  источника питания и противоЭДС двигателя.

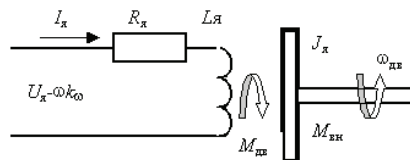


Рис. 1

Эта цепь характеризуется параметрами: активным сопротивлением  $R_{я}$  [Ом] и индуктивностью  $L_{я}$ [Гн] якорной обмотки. Вращающийся ротор, обладающий моментом инерции  $J_{я}$ [Нм с<sup>2</sup> / рад], приводится в движение одновременным действием электромагнитного момента двигателя  $M_{дв}$  и момента внешних сил  $M_{вн}$ , приложенного к валу двигателя.

Исходные дифференциальные уравнения ДПТ составляются на основании законов физики. Для электрической цепи используется второй закон Кирхгофа, согласно которому можно записать уравнение

$$U_{я} - E = R_{я}I_{я} + L_{я}\frac{dI_{я}}{dt},$$

где член  $R_{я}I_{я}$  характеризует падение напряжения на активном сопротивлении якорной цепи в соответствии с законом Ома, а член  $L_{я}(dI_{я} / dt)$  отражает наличие ЭДС самоиндукции, возникающей в обмотке при изменении тока якоря. В представленном уравнении не учитывается падение напряжения на щетках, зависящее нелинейно от тока якоря, но имеющее, как правило, относительно небольшое значение по сравнению с напряжением  $U_{я}$ .

Дифференциальное уравнение, характеризующее процессы в механической части двигателя, составляется на основании второго закона Ньютона:

$$J_{я}\frac{d\omega_{м}}{dt} = M_{м} - M_{вн},$$

где  $M_{вн}$  - момент внешних сил, действующий относительно оси вращения вала двигателя. В этом уравнении не учитывается действие сил трения, возникающих при вращении ротора, но оказывающих относительно слабое действие на ускорение вала ДПТ.

Используя вышеприведенные формулы и приводя дифференциальные уравнения к нормальной форме Коши, получим описание ДПТ в форме:

$$\begin{cases} \frac{dI_{я}}{dt} = \frac{(U_{я} - R_{я}I_{я} - k_{э}\omega_{м})}{L_{я}}, \\ \frac{d\omega_{м}}{dt} = \frac{k_{м}I_{я} - M_{вн}}{J_{я}}. \end{cases}$$

Для исследования процессов с помощью ЭВМ удобно использовать структурное представление математической модели ДПТ. Для этого преобразуем полученную систему линейных дифференциальных уравнений по Лапласу при нулевых начальных условиях. В результате получим систему алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} sI_{я}(s) = \frac{U_{я}(s) - R_{я}I_{я}(s) - k_{э}\omega_{м}(s)}{L_{я}}, \\ s\omega_{м}(s) = \frac{k_{м}I_{я}(s) - M_{вн}(s)}{J_{я}}. \end{cases}$$

в которых  $s$  - переменная Лапласа, а величины  $I_{я}(s)$ ,  $\omega_{м}(s)$ ,  $U_{я}(s)$ ,  $M_{вн}(s)$  - изображения по Лапласу переменных  $I_{я}$ ,  $\omega_{м}$ ,  $U_{я}$ ,  $M_{вн}$  соответственно. После эквивалентных преобразований эти уравнения могут быть представлены в форме:

$$\begin{cases} I_{я}(s) = \frac{U_{я}(s) - k_{э}\omega_{м}(s)}{R_{я}(T_{э}s + 1)}, \\ \omega_{м}(s) = \frac{k_{м}I_{я}(s) - M_{вн}(s)}{J_{я}s}. \end{cases}$$

где  $T_{э} = L_{я} / R_{я}$  - электромагнитная постоянная времени якорной цепи двигателя.

По уравнениям с помощью системы SIMULINK может быть сформирована структурная схема ДПТ для его математического моделирования (рис.1).

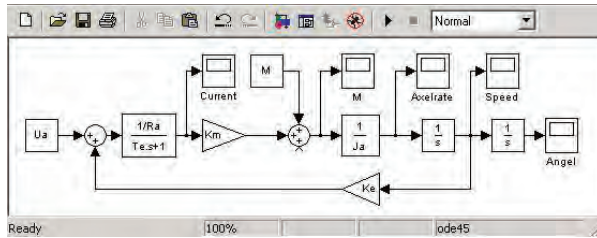


Рис. 1

Важным параметром ДПТ, определяющим его динамические свойства, является электромеханическая постоянная времени двигателя:

$$T_m = \frac{J_{\text{дв}} R_s}{k_m k_{\omega}}$$

Зависимость между электромагнитным моментом двигателя и частотой вращения ротора в установившемся режиме при постоянных  $U_n$  и  $M_{\text{вн}}$  называется механической характеристикой двигателя. Уравнение механической характеристики имеет вид:

$$\omega_{\text{вр}} = \frac{U_s}{k_{\omega}} - \frac{R_s}{k_m k_{\omega}} M_{\text{вт}}$$

При пуске двигателя, когда скорость равна нулю, развивается пусковой момент

$$M_{\text{вр пуск}} = \frac{U_s}{R_s} k_m$$

Частота вращения вала двигателя при отсутствии сопротивления называется частотой вращения холостого хода

$$\omega_{\text{вр хол}} = \frac{U_s}{k_{\omega}}$$

© М.А.Дзамыхов, 2016

## УДК 656.2

**А.В. Дмитренко,**

д.т.н, профессор каф. «Жд. станции и узлы»,

**М.А. Торопова, Н.В. Ляпушин**

студенты 5 курса

Сибирский государственный университет путей сообщения

г. Новосибирск, Российская Федерация

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕПОЛНОВЕСНЫХ ГРУЗОВЫХ Поездов на работу сортировочного парка

На экономическую деятельность железнодорожного транспорта значительное влияние оказывает характер работы сортировочных станций. При этом в целом для узловых пунктов и крупных станций по переработке вагонов обеспечение устойчивости в их работе

оказывает влияние веса и длины грузовых поездов, отправляемых со станций. Существующая в настоящее время система жестких требований к формированию только строго полновесных или полносоставных грузовых поездов и по их отправлению со станций, вызывает ряд отрицательных последствий в эксплуатационной работе важнейших узловых пунктов по переработке вагонов. Возможность в оперативном изменении веса отправляемых грузовых поездов окажет значительное влияние на обеспечение устойчивости в эксплуатационной работе важнейших станций и участков магистральных железнодорожных линий [2].

При формировании только строго полновесных или полносоставных грузовых поездов, в случае наличия ограничений в пропускной способности дорог, особенно вследствие выполнения работ по капитальному ремонту пути, создается значительная неравномерность в работе как магистральных железнодорожных линий, так и пунктов переработки вагонов [1, 3]. При недостаточной длине сортировочных путей в случае организации формирования только строго полновесных или полносоставных, а также и длиносоставных грузовых поездов, возникает повышенный простой вагонов в пунктах их переработки [6, 7, 8.]. При этом возникает также повторная переработка вагонов, появляются дополнительные маневровые передвижения. Ухудшение использования локомотивов в условиях неравномерности в движении возникает вследствие длительного времени простоя в ожидании полного накопления составов только полновесных или полносоставных грузовых поездов, особенно для маломощных назначений плана формирования. В свою очередь, неравномерность в движении, вызванная повышенным подходом поездов в отдельные периоды суток, вызывает увеличение простоя вагонов на станции и появление сбоев в движении из - за несвоевременного приема поездов сортировочными станциями [1, 3, 4, 5].

Обеспечить более равномерную работу сортировочных станций и прилегающих к ним участков магистральных линий возможно за счет отправления части неполновесных поездов ближних назначений на свободные нитки графика для прилегающих перегонов. При этом будет достигаться улучшение экономических показателей работы дорог.

Для анализа возможного характера принятия решений и оценки эффекта от принимаемых в практике действий для одной нечетной сортировочной системы станции Инская было взято имеющееся количество поездов по различным периодам суток (по трехчасовым периодам). Также была учтена и использована неравномерность в от отправлении поездов своего формирования с сортировочной станции по периодам суток.

По прибытию поездов на сортировочную станцию имеет место значительная неравномерность в движении (рис. 1).

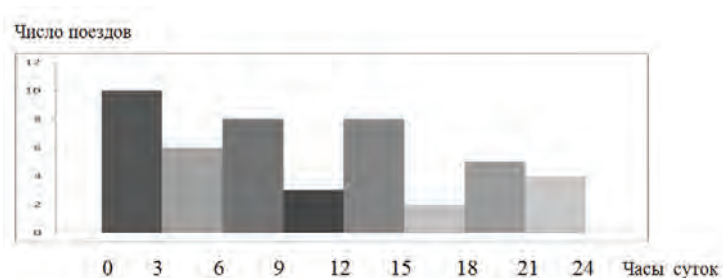


Рис. 1. Размеры движения по прибытию повышенного количества поездов на сортировочную станцию по трехчасовым периодам.

Из рис. 1 видно, что по прибытию поездов на данную сортировочную станцию, имеет место значительная неравномерность в движении составов грузовых поездов. В данном случае по трехчасовым периодам разница между минимальным и максимальным значением в количестве прибывших поездов равна 6.

По отправлению также имеет место неравномерность в числе сформированных грузовых поездов по периодам суток (рис. 2).

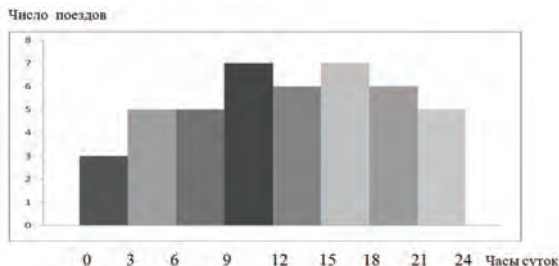


Рис. 2. Размеры движения по отправлению поездов с сортировочной станции по трехчасовым периодам.

В данном условном варианте максимальное значение по отправлению превышает минимальное его значение только в 2,3 раза. Это значительно меньше, чем для неравномерности в прибытии грузовых поездов в расформирование на сортировочную станцию по периодам суток.

Из сравнения данных на рис. 1 и 2 видно, что по отправлению с сортировочных станций неравномерность имеет меньшую величину, так как максимальное количество поездов в этом случае ограничивается как пропускной способностью перегонов прилегающих железнодорожных линий, так и вследствие недостаточного количества локомотивов, обслуживающих поезда на данных участках их обслуживания.

В целях обеспечения более равномерной работы, как для всего сортировочного парка, так и прилегающих магистральных железнодорожных линий, становится целесообразным в периоды спада в движении поездов по существующей технологии, отправлять часть грузовых поездов ниже установленной нормы в свободные промежутки от движения поездов на магистральных линиях. Эффективность данных вариантов работы следует оценивать из сравнения технико - экономических показателей эксплуатационной работы сортировочных станций для двух основных вариантов:

а) при движении только полновесных грузовых поездов в случае их отправления со станции, что имеет место в настоящее время в эксплуатационной деятельности существующих железнодорожных линий;

б) в случае отправления части грузовых поездов неполновесными на свободные нитки графика.



Рис. 3. Схема графика движения при отправлении на перегон только полновесных или полносоставных грузовых поездов:

- - полновесные грузовые поезда;
- - - - неполновесные грузовые поезда.

Из рис. 3 видно, что в случае отправления только полновесных или полносоставных грузовых поездов имеет место значительная неравномерность в их движении. В этот период также недоиспользуется мощность локомотивов, так как они длительное время простаивают в ожидании накопления составов грузовых поездов большого веса или длины.

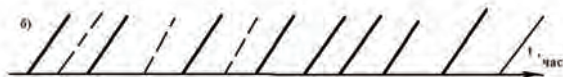


Рис. 4. Схема графика движения при отправлении на перегон неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика.

На рис. 4 показано, что формированием части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика имеется возможность отправлять со станции повышенное количество поездов, а также и вагонов. Это позволяет уменьшить парк вагонов на станции и обеспечивать большую устойчивость в движении поездов не только по сортировочной станции, но и по прилегающим участкам магистральных железнодорожных линий в целом.

### **Выводы**

1. В прибытии поездов на сортировочные станции для расформирования имеет место большая неравномерность в поступлении разборочных поездов, чем в показатели отправления поездов с пунктов их переработки.

2. Для обеспечения пропуска поездов в период неравномерности в движении необходимо создание дополнительных резервов мощности технических средств сортировочных станций, этих самых дорогостоящих элементов эксплуатационной деятельности железнодорожного транспорта.

3. Пропуск по магистральным железнодорожным линиям только полновесных или полносоставных грузовых поездов создает значительную неравномерность в движении, ухудшает порядок использования пропускной способности перегонов, снижает производительность локомотивов из-за длительного их простоя в ожидании отправления со станций.

4. Возможность в отправлении на перегон части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика позволяет улучшить использование резервов в пропускной способности перегонов, обеспечивает улучшение в использовании локомотивов за счет сокращения их непроизводительного простоя в период спада в движении.

5. Возможность в отправлении части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика позволяет обеспечивать устойчивость в работе сортировочных станциях, что создает возможность в удалении сроков осуществления капитальных затрат в их техническом оснащении.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дмитренко А. В. Оценка эффективности движения грузовых поездов по жесткому графику // Вестн. трансп. – 2011. - № 8. – с. 31 - 36.
2. Дмитренко А. В. Принципы установления оптимального веса грузовых поездов на железнодорожных линиях // Вестн. трансп. – 2011. - № 9. – с. 28 - 34.

3. Дмитренко А. В. Варианты организации пропуска поездов при капитальном ремонте технических устройств на двухпутных линиях / В.В. Яхимович, А. В. Дмитренко, Г. И. Суханов, А. Н. Рожков // Современ. Технологии. Систем. анализ. Моделирование. – 2012. - № 3. – с. 176 - 183.

4. Макарович А. М. Использование и развитие пропускной способности железных дорог / А. М. Макарович, Ю. В. Дьяков. – М.: Транспорт, 1981. – 287 с.: Библиогр. : 30 назв. С. 285.

5. Дмитренко А.В., Карасев С. В. США и Россия: оптимальный вес грузовых поездов и развитие инфраструктуры / Вестник трансп. № 12. 2015. с. 12 - 15.

6. Сивицкий Д. А. Комплекс предварительной сортировки вагонов для повышения эффективности параллельного пропуска на основной сортировочной станции. В сб.: Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научн. стат. Межд. молодежной научно - практ. конф.: в 2 - х томах. Курск. 2014. с. 182 - 187.

7. Климов А.А., Бурдяк П.С. Определение оптимальных параметров негорочных сортировочных устройств при моделировании расформирования составов одиночными изолированными толчками / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 2. с. 182 - 187.

8. Лемешко В. Г., Шаров В. А. О переходе на технологию организации движения грузовых поездов по расписанию // Ж. - д. трансп. 2010. № 11. с. 12.

© А.В. Дмитренко, М.А. Торопова, Н.В. Ляпустин, 2016

## УДК 656.9

**А. В. Дмитренко**

д.т.н, профессор каф. «Ж.д. станции и узлы»,

**Т. И. Старостина**

ст. преподаватель каф. «Ж.д. станции и узлы»

Сибирский государственный университет путей сообщения  
г. Новосибирск, Российская Федерация

## **ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА**

Внедрение в практику достижений научно - технического прогресса позволило улучшить жизненный уровень населения стран мира. Однако внедрение в практику новых технологий для дальнейшего функционирования в производственных процессах стало возможным осуществлять только за счет создания новых городов, роста численности их населения. В то же время, для организации ежедневного передвижения на большие расстояния в пределах крупных городов для их жителей появилась необходимость в создании и дальнейшем функционировании разных видов транспорта [1, с.29].

Для осуществления функционирования транспорта в крупных городах требуется наличие следующих элементов:

– технических средств и необходимой площади для размещения транспортных магистральных устройств;

- средства тяги с одновременным возможным использованием внешних источников энергии;
- специальный подвижной состав, обеспечивающий перевозки грузов и населения на большие расстояния и, прежде всего, с высокой скоростью.

На начальном этапе развития истории человечества преобладающим сухопутным видом транспорта был тягловый транспорт. Однако данный вид передвижения обладал низкими возможностями, как в скорости движения, так и в допустимой величине переноски тяжестей. Однако, использование мускульной силы животных обеспечивает ряд возрастающих потребностей населения:

- увеличение скорости передвижения, по сравнению с пешим ходом;
- осуществление перевозок большего количества грузов на значительные расстояния;
- обеспечение более комфортных условий в поездках, особенно при поездке людей в каретах.

Первым трамваем вообще и непосредственным предшественником электрического трамвая в частности была конка: городская железная дорога, вагоны которой приводились в движение тягловыми животными — чаще всего одной или двумя лошадьми (реже использовались мулы и зебры). Первые в мире городские конки появились в США 30 - х годах XIX века [2, 5].

В то же время, гужевой транспорт имеет низкие технико - экономические показатели, которые оказались эффективными только при слабом общем развитии производства и при небольшой численности населения городов, имеющих малую территорию.

Слабые возможности гужевого транспорта сдерживали дальнейшее развитие населенных пунктов.

Техническим прогресс не стоит на месте и на смену тягловому транспорту пришел железнодорожный транспорт, имеющий значительную провозную способность. Его создание позволило также обеспечивать большие объемы перевозок в расчете на единицу площади крупных городов, особенно в центральной их части.

В то же время, общая протяженность железнодорожных линий в пределах даже самых крупных городов имеет малую величину. Поэтому перевозки пассажиров данным видом транспорта могут быть осуществлены только совместно с другими видами транспорта.

Кроме того, на железнодорожном транспорте электропоезда в пределах крупных городов имеют большое расстояние между пунктами посадки и высадки пассажиров. При этом, пригородные перевозки железнодорожным транспортом оказались эффективными как для городских, так и для загородных перевозок, в пределах до 100 – 200 км [4, 5].

Изобретение и широкое внедрение в хозяйстве стран мира электроэнергии оказало значительное влияние на характер развития средств транспорта. Так, для организации перевозки пассажиров в крупных городах были изобретены и внедрены в практику трамваи, а в последующем и троллейбусы. Их использование сразу показало высокую эффективность новых видов транспорта, использующих для своего функционирования электроэнергию [2,3].

На начальный период появления трамваев были следующие условия эксплуатации для нового вида транспорта в пределах крупных городов при организации перевозки пассажиров на большой территории:

- железнодорожный транспорт вначале функционировал преимущественно для организации грузовых перевозок и был мало приспособлен для выполнения массовых пассажирских перевозок.

– было слабое мощение улиц и низкая прочность верхнего строения дорожного покрытия. Асфальт в конце 19 - го века отсутствовал, автомобилей не было. Поэтому трамвай, как новый вид транспорта для организации перевозок пассажиров в городах стал занимать видное положение, а часто являлся основным видом транспорта.

Строительство трамвайных линий и их эксплуатация в тот начальный период оказались более выгодными, по сравнению с другими видами транспорта. В то же время, трамваи прокладывались на менее загруженных улицах, расположенных параллельно центральным магистралям. При этом перевозки пассажиров трамваями осуществлялось с малыми затратами, по сравнению с гужевым транспортом.

Однако по - настоящему успешными конные железные дороги стали только после того, как в 1852 году Альфонс Луба (Alphonse Loubat) изобрёл рельсы с жёлобом для реборды колеса, которые утапливались в полотно дороги. До этого использовались рельсы, выступающие на 15 см над уровнем улицы, что очень мешало прочему уличному движению. Изобретение Альфонса Луба оказалось незаменимым на городских улицах и фактически используется до сих пор. Кроме того, перевозки пассажиров трамваями осуществлялись с более высоким комфортом, по сравнению с другими ранее существовавшими видами транспорта. В дальнейшей эксплуатации при росте площади крупных городов и резком увеличении численности их населения выявились существенные недостатки трамваев в организации перевозок пассажиров. Так, трамвайные линии имеют ограниченную протяженность в крупных городах и не могут обеспечивать массовые перевозки пассажиров со всей территории населенных пунктов. Они оказались также не в состоянии обеспечивать перевозки начальных и конечных потоков пассажиров ввиду короткой протяженности трамвайных линий. При этом были выявлены их низкая маневренность при организации перевозок пассажиров в загруженной центральной части самых крупных городов.

В последующем в хозяйстве стран мира массовые перевозки пассажиров начали осуществлять другими видами транспорта, которые позволяют пассажирам сокращать время на начальном и конечном этапах следования. Также в связи с массовым выпуском автомобилей, а в последующем и троллейбусов появилась возможность в более качественном освоении перевозок пассажиров крупных городов другими видами транспорта [1, с.235].

Первая линия метро в мире была открыта в Лондоне. Это произошло в 1863 - ем году. Длина подземной линии составляла всего три километра шестьсот метров. Изначально во главе вагонов ходили паровозы, а пассажирами были исключительно знатные господа. Очень быстро этот вид транспорта стал в городе популярным. Электротяга в метро появилась лишь в 1890 - ом году. Вагоны были абсолютно неудобными, в них даже не было окон, отсутствовала вентиляция [5].

Внедрение в практику самых крупных городов линий метро позволило значительно повысить качество перевозок пассажиров, особенно в центральной части. Возросла скорость доставки пассажиров до пунктов назначения, как за счет высокой частоты в движении транспортных единиц, так и за счет сокращения времени стоянок транспортных единиц в пути следования. Метрополитен позволил значительно улучшить качество перевозок пассажиров в центральной части самых крупных городов [5].

Почти полное асфальтирование улиц крупных городов изменило подход к эффективной сфере применения разных видов транспорта. В связи с увеличением парка автомобилей произошло также расширение проезжей части и увеличение числа полос на каждой улице для движения автомобилей. Данные изменения снизили эффективность использования в целом трамваев для обеспечения перевозок пассажиров, особенно в центральной части больших городов.

При одновременном наличии на важных магистральных улицах с большими объемами перевозок одновременное функционирование трамваев и троллейбусов значительно увеличивает суммарные капитальные затраты, связанные с увеличением размеров и мощности транспортной сети. Так, например, по ул. Дуси Ковальчук в г. Новосибирске одновременно функционируют и трамваи, и троллейбусы. При этом трамваи оказались малозагруженными, и значительно уступают другим видам городского транспорта в перевозках пассажиров. В этой связи в г. Новосибирске на большом протяжении было закрыто трамвайное движение в связи с определенными недостатками трамвайного транспорта:

- на асфальтированных улицах ремонт трамвайных путей связан с разрушением асфальта на улицах с большим движением автотранспорта. Поэтому на асфальтированных в настоящее время улицах ремонт трамвайных путей вызывает повышенные затраты материальных средств и задержки в движении других средств транспорта;
- трамваи оказались малозагруженными ввиду того, что пассажиры предпочли использовать метрополитен

Низкие показатели развития трамваев для центральных улиц привело к тому, что трамвайные линии оказались малозагруженными, особенно в центральной части самых крупных городов. Однако, городской рельсовый транспорт является актуальным в городах, где метрополитен отсутствует, или проложен только в центральной части города. Так, в г. Санкт - Петербург и г. Барнаул трамвайные пути не утоплены в асфальтовое покрытие, имеют ограждение и отделены от автомобильного движения. Благодаря чему, пассажиропоток трамвайного транспорта в этих городах существенно выше, чем в г. Новосибирске.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Дмитренко А. В. Как развивать железнодорожный транспорт на перспективу. В сб. Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. Тр. ИРГУПС. № 17. 2010. с. 229 – 240;
2. Дмитренко А. В. Влияние работы транспорта на структуру городских улиц // Вестн. трансп. – 2011. - № 7. с. 28 - 32;
3. Карасев С. В., Зарубина Т. Д. Особенности организации скоростного движения с учетом использования имеющейся железнодорожной инфраструктуры. В сб. «Политранспортные системы. Материалы 8 Международной научно - технической конференции в рамках года науки России». ЕС. Новосибирск, 2015. с. 61 - 67;
4. Панькова С.М. Строительство высокоскоростных магистралей – необходимое условие успешного развития страны / В сб. «Политранспортные системы. Материалы 8 Международной научно - технической конференции в рамках года науки России». ЕС. Новосибирск, 2015. с. 61 - 67;
5. [http:// proezdmetro.ru/](http://proezdmetro.ru/)

© А.В. Дмитренко, Т.И. Старостина, 2016

## **УСТАНОВЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ОСАЖИВАНИЯ ВАГОНОВ В СОРТИРОВОЧНОМ ПАРКЕ**

На характер эксплуатационной работы сортировочных станций - важнейших пунктов переработки вагонов, на затраты, связанные с простоем вагонов, значительное влияние оказывает порядок осаживания вагонов в сортировочном парке.

В процессе расформирования составов с горки возникают свободные промежутки между стоящими отцепами, которые ухудшают порядок использования сортировочных путей. Данные свободные промежутки, так называемые «окна», в процессе расформирования грузовых поездов появляются вследствие ряда причин.

- от нерасчетливости в торможении вагонов операторами сортировочных горок;
- от наличия встречного ветра для легких вагонов и следующих вглубь сортировочных путей;
- от недостаточной величины высоты горки для легковесных вагонов, направляющихся на боковые удаленные пути;
- в случае наличия коротких сортировочных путей;
- от жестких требований к организации формирования только строго полновесных или длинносоставных грузовых поездов

В ранее выполненных и опубликованных научных исследованиях указывается, что осаживание вагонов в сортировочном парке осуществляется после роспуска трех составов грузовых поездов [1]. Также учитывается, что дополнительное осаживание вагонов в сортировочном парке снижает перерабатывающую способность горки, так как в это время не осуществляется с них роспуска вагонов с горок.

Практика работы по расформированию составов показала, что при работе на горке только одного локомотива имеют место длительные перерывы в работе сортировочного парка. Однако в этом случае не возникает враждебности маршрутов в работе одного маневрового локомотива на сортировочной горке

В случае наличия на горке двух маневровых локомотивов создается возможность в увеличении объемов переработки вагонов. Однако при этом возникает враждебность маршрутов, что снижает возможный объем переработки вагонов, приходящийся на каждый дополнительный локомотив.

Теоретические выводы, изложенные в ранее изданной научной литературе, выполнены для работы сортировочного парка в условиях наличия определенного количества вагонов, находящихся на путях под накоплением [1, 2, 6, 7, 8]. При этом считается, что после расформирования ТРЕХ составов разборочных поездов на сортировочных путях

маневровым локомотивом производится осаживание вагонов, которое осуществляется для двух целей:

- а) для организации окончания формирования накопленных составов грузовых поездов;
- б) для осаживания вагонов в сортировочном парке, с целью устранения «окон», которые образовались в результате неточной остановки вагонов на сортировочных путях, а также для ликвидации «окон» между отцепами.

Практика также показала, что изложенный в научной литературе ранее выполненный научный вывод не учитывает ряда существенных факторов, оказывающих влияние на характер эксплуатационной работы горок и на перерабатывающую способность в целом для сортировочных станций. При этом, общая технология работы в голове сортировочного парка, особенно связанная с осаживанием вагонов в сортировочном парке, значительно отличается от характера текста, изложенного в научной литературе по теме, связанной с организацией работы пунктов переработки вагонов [3, 4, 5].

В практической деятельности оказалось, что для каждого сортировочного пути возникает два типа маневровых передвижений, связанных с формированием и расформированием поездов для осаживания вагонов в сортировочном парке:

- а) окончание формирования составов в голове сортировочного парка с каждым осаживанием вагонов и формированием поездов в соответствии с требованиями ПТЭ;
- б) промежуточное осаживание вагонов, вызванное «окнами» при наличии коротких сортировочных путей.

В свою очередь, осаживание вагонов в сортировочном парке по технологии можно будет по времени разделить на две основные группы:

- а) переезд маневрового локомотива на сортировочный путь, когда требуется ликвидация «окон» между отцепами. В этот период с сортировочной горки обычно невозможно будет производить роспуск вагонов на другие пути;
- б) непосредственное осаживание вагонов по сортировочному пути парка. В этом период возможно будет осуществлять роспуск вагонов с сортировочной горки другим локомотивом.

Кроме того, на крупных и особенно загруженных сортировочных станциях для выполнения такой технологической операции «осаживание вагонов» может быть осуществлено введение в технологию дополнительных маневровых локомотивов специально для осаживания вагонов в сортировочном парке.

Для установления рациональной технологии по каждому сортировочному пути необходимо будет разрабатывать технологию организации формирования и вытягивания готовых сформированных грузовых поездов в парк отправления.

1. Промежуточное осаживание вагонов в сортировочном парке для ликвидации окон или устранение свободных на путях промежутков между отцепами.
2. Окончание формирования составов накопленных вагонов в сортировочном парке, путем организации структуры составов грузовых поездов в соответствии с ПТЭ.

Для каждой технологической операции будет осуществляться дополнительный заезд маневрового локомотива на путь сортировочного парка.

При коротких станционных путях и наличии «окон» между отцепами невозможно полностью накопить состав грузового поезда. Для этого из - за свободных промежутков по длине пути возникает необходимость выполнения дополнительного осаживания вагонов в

сортировочном парке. Стремление к формированию только полновесных или полносоставных грузовых поездов при коротких длинах станционных путей также вызывает необходимость дополнительного осаживания вагонов в сортировочном парке (рис. 1.а).

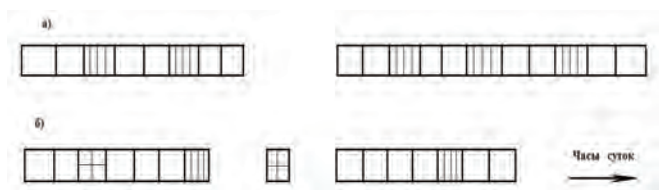
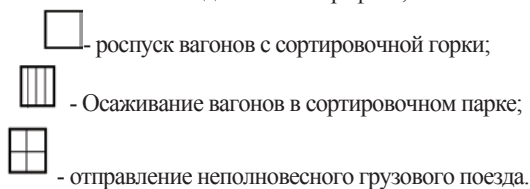


Рис. 1. Характер наличия свободных промежутков для организации функционирования процесса накопления вагонов для их осаживания на сортировочном пути:

- а – формирование только полновесных или полносоставных грузовых поездов;
- б – возможность отправления части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика;



При роспуске составов и наличии протяженного сортировочного пути в случае работы горки осаживание вагонов в сортировочном парке производится только один раз. В то же время, при нерасчетливом роспуске или наличии короткого пути обычно осуществляется 2 и даже более дополнительных осаживания вагонов в сортировочном парке.

Выполнение дополнительных маневровых передвижений по осаживанию вагонов в сортировочном парке вызывает увеличение времени занятия сортировочной горки выполнением технологических операций. Это приводит к снижению перерабатывающей способности узловых пунктов в условиях неравномерности в работе железнодорожной станции. При этом следует учитывать, что при увеличении парка вагонов, находящихся под накоплением, снижается перерабатывающая способность сортировочных горок.

На технико - экономические показатели эксплуатационной работы, производительность сортировочных горок значительное влияние оказывает возможность отправления части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика. В этом случае создается возможность совместить промежуточное осаживание вагонов с окончанием формирования в сортировочном парке (рис. 1.б).

Отправление части поездов неполновесными на свободные нитки графика окажет значительное влияние на величину затрат, связанных с простоем вагонов в целом по всей сортировочной станции. Также возможность в отпадлении отдельных грузовых поездов величиной ниже установленной нормы позволит как уменьшить затраты маневровых средств по осаживанию вагонов в сортировочном парке, так и на возможность более ускоренного отправления всех поездов, в последующем формируемых в сортировочном

парке (рис. 1.б). При этом уменьшится общее количество осаживаний вагонов в сортировочном парке, так и сократится их длительность, в первую очередь за счет уменьшения парка вагонов, простаивающего на сортировочных путях станции.

### **Выводы**

1. При оценке величины перерабатывающей способности сортировочных горок в недостаточной степени учитываются затраты маневровых средств, связанных с осаживанием вагонов в сортировочном парке.

2. Для каждого сортировочного пути при формировании отдельного состава имеют место технологические операции:

- осаживанием вагонов в сортировочном парке, а также завершение накопления;
- формирования составов грузовых поездов.

3. Отправление части неполновесных грузовых поездов на свободные нитки графика позволяет исключить одну технологическую операцию по осаживанию вагонов в сортировочном парке, что приведет к увеличению перерабатывающей способности сортировочных горок.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Грунтов П. С. и др. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. М.:Транспорт. 1994. 544 с.

2. Дмитренко А. В. Принципы установления оптимального веса грузовых поездов на железнодорожных линиях // Вестн. трансп. – 2011. - № 9. – с. 28 - 34.

3. Дмитренко А. В. Варианты организации пропуска поездов при капитальном ремонте технических устройств на двухпутных линиях / В.В. Яхимович, А. В. Дмитренко, Г. И. Суханов, А. Н. Рожков // Соврем. Технологии. Систем. анализ. Моделирование. – 2012. - № 3. – с. 176 - 183.

4. Макарович А. М. Использование и развитие пропускной способности железных дорог / А. М. Макарович, Ю. В. Дьяков. – М.: Транспорт, 1981. – 287 с. : Библиогр. : 30 назв. С. 285.

5. Дмитренко А.В., Карасев С. В. США и Россия: оптимальный вес грузовых поездов и развитие инфраструктуры / Вестник трансп. № 12. 2015. с. 12 - 15.

6. Сивицкий Д. А. Комплекс предварительной сортировки вагонов для повышения эффективности параллельного роспуска на основной сортировочной станции. В сб.: Прогрессивные технологии и процессы. Сборник научн. стат. Межд. молодежной научно - практ. конф.: в 2 - х томах. Курск. 2014. с. 182 - 187.

7. Климов А.А., Бурдяк П.С. Определение оптимальных параметров негорочных сортировочных устройств при моделировании расформирования составов одиночными изолированными толчками / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2012. № 2. с. 182 - 187.

8. Климов А.А. Станции и узлы – перспективное направление развития транспортной науки / Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2007. №16. с. 188 - 197.

© А.В. Дмитренко, И. Н. Шелепа, 2016

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ RAPHAEL ДЛЯ СОЗДАНИЯ SVG – ГРАФИКИ

### Аннотация

Рассматривается использование масштабируемой векторной графики с помощью JavaScript библиотеки Raphael, для её кроссбраузерного отображения на примере рисования цветного круга Итена.

### Ключевые слова

SVG, Масштабируемая векторная графика, JavaScript, библиотека Raphael.

Масштабируемая векторная графика (SVG - Scalable Vector Graphics) является языком разметки расширенным из XML для описания двумерных графических приложений и изображений.

SVG по своим возможностям приближается к распространённой технологии Adobe Flash, но SVG 1.1 является рекомендацией W3C с 2011 года, что позволяет работать с другими стандартами W3C, такими, как CSS, DOM и SMIL. Все современные Web-браузеры для настольных компьютеров и мобильных телефонов поддерживают основные возможности SVG графики, но часть функций остается неработоспособной. Особенно остро проблема стоит для старых версий браузеров например Internet Explorer 6.0.

JavaScript библиотека Raphael упрощает работу с векторной графикой в Интернете. С помощью данной библиотеки можно создать свою собственную специфическую диаграмму или векторное изображение, анимацию. Raphael использует рекомендации W3C, SVG и VML в качестве основы для создания кроссбраузерной графики. Библиотека Raphael позволяет каждому графическому объекту быть объектом DOM, что дает возможность прикрепить обработчики событий на языке JavaScript, а так же различное трансформирование графических элементов. Raphael в настоящее время поддерживает Firefox 3.0+, Safari 3.0+, Chrome 5.0+, Opera 9.5+ и Internet Explorer 6.0+.[1, с. 50].

С использованием библиотеки Raphael через язык программирования JavaScript реализуется рисование цветного круга Итена.(см. Рисунок 1) Для рисования двенадцати кругов расположенных по окружности используется цикл while, Работоспособность данного цикла обеспечивают следующие переменные: `r = Raphael("holder", 640, 800)`; - создает холст размером 640 на 800 пикселей, на котором будет происходить отрисовка, `angle = 0`; - угол на который будет сдвигаться круг, `count = 12`; - количество кругов, `added = 360 / count`; - значение на которое будет увеличиваться угол при каждом прохождении цикла. Так же задаем массив цветов в круге `ColorList = new Array("#8b03b6", "#4f04cc", "#2751ec", "#018a7a", "#069043", "#69bd34", "#fbfa00", "#0b408", "#176f17", "#d83b08", "#e11902", "#a71c46")`;. Цвет круга будет считываться с помощью переменной `index = 0`; значение которой увеличивается при каждом прохождении цикла. Условием цикла является значение переменной `angle`, после того как значение превысит 360 выполнение цикла закончится. Внутри цикла выполняется функция которая рисует круг и перемещает его в зависимости от значений переменных. (см. Листинг 1)

### Листинг 1.

```
while (angle < 360) {
```

```
(function (t, c) {
  r.circle(320, 475, 50).attr({stroke: c, fill: c, transform: t })
}) ("r" + angle + " 320 270", ColorList[index]);
index++; // Увеличения значения переменной на 1.
angle += added;} // Увеличение значения переменной на само себя и прибавление
значения переменной added.
```

В данной строчке ("r" + angle + " 320 270"); склеивается строка из значения угла и координат центра окружности, а библиотека Raphael автоматически преобразует её в числовые значения для функции transform="matrix( - 1,0,0, - 1,640,540)" что отрисовывает круг на нужной позиции в окружности.[2]



Рисунок 1. Цветовой круг Итэна

Библиотека Raphael автоматизирует и упрощает работу с SVG графикой, дает много возможностей для трансформации объектов и их анимацией. Позволяет использовать SVG графику кроссбраузерно.

#### Список использованной литературы:

1. Chris Wilson. RaphaelJS. Graphics and Visualization on the Web. - O'Reilly Media - 2013 - 122с . ISBN:978 - 1 - 4493 - 6531 - 8
2. Дмитрий Барановский. Документация Raphael. [http:// dmitrybaranovskiy.github.io / raphael / reference.html](http://dmitrybaranovskiy.github.io/raphael/reference.html) (дата обращения 16.05.2016).

© М.Н. Дядьева, 2016

УДК 534.014,621.802

**А.В. Елисеев**

к.т.н., с. н. с. НОЦ СТСАиМ ИрГУПС, г. Иркутск, Россия

**Н. Ж. Кинаш**, начальник отдела экспертизы

и мониторинга внедрения технологий и инноваций в проекты  
МИЦ Московской железной дороги, филиала ОАО «РЖД», г. Москва, Россия

**С.В. Елисеев**

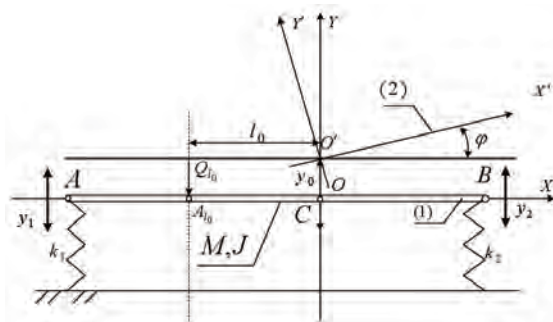
проф., д.т.н., г.н.с. – директор НОЦ СТСАиМ ИрГУПС, г. Иркутск, Россия

### ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИБРОСТЕНДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

**Введение.** Вибрационные технологические стенды широко используются в технологических процессах в различных отраслях промышленности: вибрационное

упрочнение, вибрационная сепарация, вибрационная транспортировка и т.д. Возбуждение вибрационных стенов и обеспечение стабильности параметров вибрационного поля является достаточно сложной технической проблемой. Наибольшие трудности представляет обеспечение однородной структуры вибрационного поля [1÷3]. Создание необходимого вибрационного поля обеспечивается с помощью специальных технических средств, которые ориентированы на изменение жесткости, приведенной массы и др. параметров [4,5]. В меньшей степени разработаны способы и подходы обеспечения однородности вибрационного поля с учетом специфики динамических взаимодействий между парциальными системами вибростенда, рассматриваемого в виде твердого тела на упругих опорах, при выполнении определенных условий, основанных на учете соотношений между координатами движения отдельных (знаковых) точек. В предлагаемом докладе развивается метод формирования структуры вибрационного поля основанный на использовании межпарциальных связей во взаимодействии элементов систем определенных соотношениями, формирующими необходимую структуру вибрационного поля (например, однородное вибрационное поле).

**I. Общие положения.** Расчетная схема вибрационного стенда с инерционным возбуждением колебаний представлена на рис.1.



**Рис. 1.** Расчетная схема системы. 1 - положение статического равновесия; 2 – произвольное положение;  $Q_{10}$  - сила, отражающая вибрационное возмущение приложенное к точке твердого тела;  $OXY$  - неподвижная система координат связанная с положением статического равновесия;  $O'X'Y'$  - система координат, связанная с твердым телом

Рабочий орган вибростенда (твердое тело) имеет массоинерционные параметры  $M$  и  $J$ . Центр тяжести системы расположен в т.  $C$  на расстояниях  $l_1, l_2$  от точек  $A$  и  $B$  соответственно, где точка  $A$  обозначает место установки пружины жесткости  $k_1$ , точка  $B$  – пружины с жесткостью  $k_2$ . Вибрационный возбудитель инерционного типа создает гармоническое силовое возбуждение  $Q_{10}$ , приложенное в точке  $A_{10}$  с координатой  $l_0$  относительно центра тяжести. Вибрационный возбудитель создает точечное силовое возмущение в точке  $A_{10}$ . Специфика вибростенда заключается в том, что вибрационный инерционный возбудитель приложен и создает возмущение в точке  $A_{10}$ , тогда как в точке  $B$  и её окрестности размещается рабочая площадка, где устанавливается контейнер для вибрационной обработки деталей. В качестве рабочего тела используется гранулированная рабочая среда

из стальных шариков [6]. Математическая модель вибрационного стенда представляет собой систему дифференциальных уравнений, полученную известными способами, например, с использованием уравнений Лагранжа II рода.

### II. Особенности математических моделей и динамические свойства вибростенда.

Авторами используются структурные математические модели, которые представляют собой эквивалентные в динамическом отношении структурные схемы систем автоматического управления. По отношению к исходной системе дифференциальных уравнений используется преобразование Лапласа с учетом определенных ограничений, которые изложены в монографии [7]. Структурная математическая модель исходной механической колебательной системы представлена на рисунке 2.

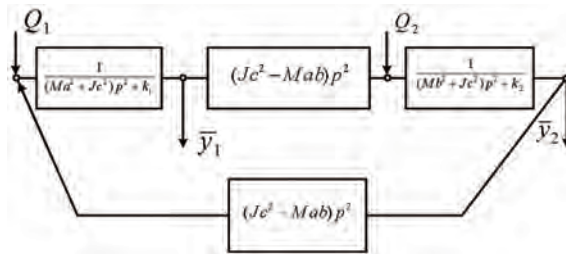


Рис. 2. Структурная схема. Система координат  $\{y_1, y_2\}$

Структурная схема может быть аналогичным образом получена в система координат  $y_0$  и  $\varphi_0$ , где  $y_0$  координата движения центра масс,  $\varphi_0$  – угловое движение относительно центра масс. Для проведения теоретических исследований вводится понятие о передаточной функции межпарциальных связей:

$$W_p(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}_1}, \quad (1)$$

где  $\bar{y}_1$  и  $\bar{y}_2$  изображения Лапласа. Для рассматриваемой механической системы передаточная функция межпарциальных связей  $W_p(p)$  представляет собой отношение:

$$W_p(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}_1} = \frac{-\alpha[(Jc^2 - Mab)p^2] - \beta[(Ma^2 + Jc^2)p^2 + k_1]}{-\alpha[(Mb^2 + Jc^2)p^2 + k_2] - \beta[(Jc^2 - Mab)p^2]}, \quad (2)$$

где  $\alpha = a + c \cdot l_0$ ,  $\beta = b - c \cdot l_0$ ,  $a = l_2 / (l_1 + l_2)$ ,  $b = l_1 / (l_1 + l_2)$ ,  $c = l / (l_1 + l_2)$  – геометрические характеристики центра тяжести и обобщенных сил.

### III. Особенности формирования режима динамического гашения.

При инерционном силовом возмущении вибростенда в системе координат  $y_1$  и  $y_2$  можно обнаружить режим динамического гашения, при котором  $y_1=0$ , а  $y_2$  – будет совершать некоторые колебательные движения. Динамическое гашение вибростенда, у которого в т. А приложено инерционное силовое воздействие, может быть осуществлено при использовании передаточной функции системы при входном сигнале  $Q_0=Q_1$  (т. А.) и выходном сигнале  $y_1$ .

$$W_{11}(p) = \frac{\bar{y}_1}{Q_1} \Big|_{Q_2=0} = \frac{(Mb^2 + Jc^2)p^2 + k_2}{A}, \quad (3)$$

где  $\bar{A}$  - характеристический многочлен системы. Динамическое гашение определяется частотой:

$$\omega_{\text{дин}}^2 = \frac{k_2}{Mb^2 + Jc^2} \cdot (4)$$

В режиме динамического гашения инерционный возбудитель, установленный в точке  $A$  будет иметь минимальную амплитуду колебания. При этом, точка  $B$  будет колебаться с амплитудой, которая определяется из передаточной функции

$$W_{21}(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{Q}_1} \Big|_{Q_2=0} = \frac{(Jc^2 - Mab)p^2}{\bar{A}} \cdot (5)$$

Использование в выражении (5) значения частоты динамического гашения  $p^2 = -\omega_{\text{дин}}^2$ , приводит к получению амплитуду колебания рабочего стола в точке  $B$ . Необходимо отметить, что распределение амплитуды колебания по длине рабочего стола будет происходить по линейному закону с учетом того, что в режиме динамического гашения т.  $A$  будет неподвижна ( $y_1=0$ ), амплитуда колебания в т.  $B$  ( $y_2$ ) будет достигать определенного значения. Величина амплитуды рабочей части вибростенда может регулироваться выбором параметров вибростенда.

**IV. Условия формирования однородного вибрационного поля.** При необходимости построения вибрационного однородного поля можно принять:

$$W_p(p) = \frac{\bar{y}_2}{\bar{y}_1} = 1, (6)$$

что соответствует отсутствию угловых колебаний. Частота, при которой происходит такая форма колебаний, определяется из условия:

$$\bar{y}_2 = \bar{y}_1 \cdot (7)$$

Так как  $p_2 = -\omega^2$ , то частота колебаний  $\omega$  при однородном вибрационном поле определяется из выражения  $\bar{y}_2(\omega) = \bar{y}_1(\omega)$  и составляет:

$$\omega^2 = \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right) \frac{k_2}{M} \cdot (8)$$

Амплитуда колебания вибростенда в целом будет определяться параметрами системы. Более детально оценка динамических свойств и особенностей вибрационного поля рассматривается в работе [4]. Для расширения возможностей работы и настройки вибростенда разработаны приёмы, основанные на введении дополнительных связей. Такие связи реализуются специальными устройствами для преобразования движения [8].

**Заключение.** Вибрационные технологические стенды, расчетные схемы которых представляют собой твердое тело на упругих опорах, совершающие плоское движение, могут обеспечивать возможности построения вибрационного поля необходимой структуры, в частности, могут быть получены распределения амплитуды колебания по линейному закону с минимизацией амплитуды колебания в точке приложения инерционного силового возмущения. Такой режим может быть реализован и при необходимости снизить динамические нагрузки на вибровозбудитель, чем обеспечить надежность и долговечность работы. Выбирая соотношения между величинами  $M$  и  $J$ , а так же коэффициенты  $c$ ,  $a$ ,  $b$  и точкой приложения вибрационного возбудителя можно варьировать законы изменения параметров вибрационного поля. Предложенные формулы для определения частот и соотношения между параметрами, включая знак выражения

$Jc^2 - Mab$ , позволяют обеспечивать режимы однородного вибрационного поля и динамического гашения.

#### Список использованной литературы:

[1] Елисеев, А.В. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей: монография [Текст] / А.В. Елисеев, В.В. Сельвинский, С.В. Елисеев // Новосибирск : Наука, 2015. – 332 с.

[2] Пановко Г.Я. Динамика вибрационных технологических процессов. РХД. М. - Ижевск. 2006, 158 с.

[3] Копылов, Ю.Р. Динамика процессов виброударного упрочнения: монография / Ю.Р. Копылов.– Воронеж : ИПЦ «Научная книга», 2011.–568 с

[4] Елисеев, А.В. Некоторые подходы к обоснованию схемы инерционного возбуждения в технологических вибрационных машинах [Текст] / Мамаев Л.А., Ситов И.С., Елисеев А.В. // Системы. Методы. Технологии. БрГУ. Братск.– №4(28).– 2015. С.16 - 24

[5] Елисеев, А.В. Динамика вибрационных взаимодействий элементов технологических систем с учетом неударяющих связей : автореф. ... канд. тех. наук. — Курск, 2015. — 19 с.

[6] Елисеев, А.В. Особенности траекторных движений элементов рабочей среды в технологиях виброупрочнения [Текст] / А.В. Елисеев, Ю.Р. Копылов, С.В. Елисеев // Интегрированные, виброволновые технологии в машиностроении, металлообработке: сборник трудов по материалам международного научного симпозиума технологов - машиностроителей (Ростов - на - Дону, 30 сентября - 3 октября 2015 г.). - Ростов н / Д: ДГТУ, 2015. - 597с.

[7] Елисеев, С.В. Мехатронные подходы в динамике механических колебательных систем [Текст] : монография / С. В. Елисеев, Ю. Н. Резник, А. П. Хоменко. - Новосибирск : Наука, 2011. - 383 с.

[8] Белокобыльский, С.В. Прикладные задачи структурной теории виброзащитных систем [Текст]: монография / С.В. Белокобыльский, С.В. Елисеев, В.Б. Кашуба – СПб: Политехника, 2013. - 363 с.

© А.В. Елисеев, Н.Ж. Кинаш, С.В. Елисеев, 2016

**УДК 692.66**

**М.А. Жвакина**, канд.техн.наук,

доцент кафедры Промышленной безопасности С(А)ФУ им. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

**О.А. Жвакина**, канд.техн.наук,

доцент кафедры Промышленной безопасности С(А)ФУ им. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация

#### НАДЗОР ЗА ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЛИФТОВ

До 2013 г. в соответствии с ФЗ 116 «О промышленной безопасности» лифты были включены в реестр опасных производственных объектов. Присутствие в реестре означало повышенное внимание к таким объектам: проверки технического состояния, проведение экспертизы промышленной безопасности, необходимость следить за своевременным проведением аттестации у работников и так далее.

В связи с принятием Федерального закона от 4 марта 2013 года № 22 - ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», и с учетом принятого технического регламента с 15 марта 2013 года лифты (наряду с подъемными платформами для инвалидов и эскалаторами, кроме эскалаторов в метрополитенах) исключены из категории опасных производственных объектов. Это сделало невозможным применение к ним норм законодательства о промышленной безопасности опасных производственных объектов и, в частности, ранее действовавших «Правил устройства и безопасной эксплуатации лифтов», Технического регламента "О безопасности лифтов".

На сегодняшний день основным нормативным документом регламентирующим деятельность на объектах лифтового хозяйства является Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 011 / 2011 «Безопасность лифтов», который вступил в силу 15 февраля 2013 года.

Принятие данного регламента породило в отрасли немало проблем, влияющих на уровень безопасности. Так, Технический регламент устанавливает лишь базовые требования к безопасности лифтов, порядку их эксплуатации (использование лифта по назначению, проведение технического обслуживания, ремонта, осмотра лифта в соответствии с руководством по эксплуатации) и подтверждению соответствия. Регламент не содержит требований к лицензированию и аккредитации организаций, обслуживающих лифты. При проверке владельцев лифтов рассматриваются лишь документы, подтверждающие квалификацию обслуживающего персонала. Кроме того, нерешенным является вопрос возможности привлечения к ответственности за нарушение требований технических регламентов лиц, осуществляющих эксплуатацию соответствующих объектов.

В соответствии с изменениями в законодательстве, функции по учету, регистрации и проектированию лифтового оборудования с Ростехнадзора были сняты. На основании Положения о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору и Постановления Правительства РФ от 13.05.2013 №407 «Об уполномоченных органах РФ по обеспечению государственного контроля за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза» Ростехнадзор осуществляет контроль за исполнением организациями обязательных требований технического регламента Таможенного союза «Безопасность лифтов» ТР ТС 011 / 2011. При этом Ростехнадзор осуществляет надзор за соблюдением требований безопасности лифтов и устройств безопасности лифтов исключительно на стадии их эксплуатации и с учетом ограничений по основаниям и периодичности проведения проверок, установленных законодательством.

Ростехнадзором проводятся плановые и внеплановые проверки за соблюдением требований Технического регламента. Плановые проверки в соответствии с действующим законодательством проводятся не чаще одного раза в 3 года. Внеплановая выездная проверка юридических лиц, индивидуальных предпринимателей может быть проведена после согласования (извещения) с органом прокуратуры по месту осуществления деятельности таких юридических лиц, индивидуальных предпринимателей [1].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 августа 2014 г. № 848 на Ростехнадзор возложены функции и по проведению расследований аварий на лифтах.

Так же одной из важных проблем на данный момент является то, что в Техническом регламенте ТС не предусмотрена обязанность владельцев лифтов обеспечивать их учет в

органах государственного контроля (надзора). В связи с этим в стране отсутствует единая система сбора, учета и анализа информации об установленных лифтах. Соответственно, перестал проводиться учет организаций, эксплуатирующих лифты. Имеющиеся у Ростехнадзора сведения, полученные ранее в рамках действовавшего Технического регламента «О безопасности лифтов» являются устаревшими. Сколько эксплуатируется всего лифтов в стране не знает никто. Поэтому необходимо проработать законодательные способы определения в государстве порядка учета лифтов в органах государственного контроля (надзора).

Следует понимать, что исключение лифтов из числа опасных производственных объектов, подлежащих регистрации в государственном реестре, не делает его безопасным и не уменьшает количество происшествий на лифтах. Согласно статистическим данным только за первый квартал 2016 года на лифтах уже погибли 4 человека и 6 получили ранения [2]. Поэтому на сегодняшний день актуальным остается вопрос учета лифтов как опасных объектов. Трагедии, которые произошли в последнее время, говорят о том, что нужно возвращать госконтроль в эту отрасль.

#### **Список использованной литературы:**

1. [http:// www.gosnadzor.ru / news / 64 / 952 /](http://www.gosnadzor.ru/news/64/952/)
2. [http:// liftstat.ru / ms / index.php](http://liftstat.ru/ms/index.php).

© М.А. Жвакина, О.А. Жвакина, 2016

**УДК 004.5**

**С.О. Калачев**

студент 3 курса механико - математического факультета  
СГУ имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Российская Федерация

### **О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОЦЕНКИ ИНКЛЮЗИВНОСТИ ВЕБ - РЕСУРСОВ**

В последнее время в правовом поле всё чаще звучит термин «инклюзив» по отношению к социальным и иным явлениям: инклюзивное образование, инклюзивные технологии и пр. [1,2]. Однако вопрос реализации инклюзивности остаётся не до конца ясным. По сути отсутствуют документы, опираясь на которые можно реализовать требования. Да и сами требования зачастую формируются в терминах «должна быть обеспечена доступность для лиц ...», без каких - либо пояснений семантики понятия «доступность». Достаточно полный перечень источников сформулирован в работах [3,4].

Не смотря на ввод подробных стандартов [5], определяющих классификацию, вопрос оценки доступности веб - ресурса лицам с ограниченными физическими возможностями пока нельзя считать закрытым. Сложность составляет построение метрики, т.е. некоего алгоритма, сопоставляющего веб - ресурсу некоторое число - показатель инклюзивности. Наличие такого показателя в последствии позволит сравнивать различные между собой веб - ресурсы.

В первую очередь следует отметить сложность автоматизированной проверки. Показатель контрастности накладываемых элементов (прежде всего контрастность «текст / фон»), на первый взгляд, должен легко вычисляться автоматически [6]. Однако при автоматизированном анализе нужно исключать из анализируемой совокупности элементы дизайна. Например, накладываемые друг на друга две декоративные области могут не удовлетворять требованиям достаточной контрастности. Ещё сложнее дело обстоит с анализом иллюстративного материала. К примеру, текст или график (на изображении), на некотором фоне может быть принципиален для восприятия материала, но при этом недоступен для анализа доступности, т.к. является частью изображения. Сходная ситуация с показателем размера шрифта, интерлиньяжа и ширины текстовых блоков (в символах).

Кроме того, в силу развития технологий, некоторые пункты требований стандарта оказываются излишне жесткими. Стандарт [5, п.5.1.1] требует наличия альтернативных представлений капчи для иных «видов восприятия». Из контекста следует, что подразумевается прежде всего наличие звукового проигрыша. Однако есть множество вариантов альтернативной капчи. К примеру, капча по принципу «горшочек мёда» [7] в принципе не подразумевает звуковой проигрыш.

В процессе проектирования автоматизированного средства анализа на предмет соответствия стандарту [5] возникают и другие проблемы, кроме указанных, менее серьёзные, но требующие внимательного рассмотрения, поскольку могут оказать существенное влияние на итоговую оценку веб - ресурса.

Логично сделать вывод, что требуется не автоматическое средство анализа инклюзивности веб - ресурса, а некая методика оценки, сходная, к примеру, с [8], опирающаяся на автоматизированные средства анализа лишь в части процедуры оценки и формальном выводе итогового показателя. При этом по части категорий оценки выставляемый балл должен быть тщательно обоснован экспертом.

### **Список использованной литературы:**

1. Мироненко И.А. О потенциале и барьерах применения современных информационных технологий в развитии образования для лиц с ограниченными возможностями // XVII ЦАРСКОСЕЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ Материалы международной научной конференции. Под общей редакцией В. Н. Скворцова. 2013. С. 185 - 190.
2. Рыкова И.А. Инклюзивное образование как технология включения лиц с ограниченными возможностями в общество // Молодёжная научная весна – 2015 материалы XLII Научно - практической конференции молодых исследователей Забайкальского государственного университета: в 2 частях. Под редакцией: Т. Б. Бердниковой, А. В. Шапиевой. 2015. С. 277 - 280.
3. Бессонов Л.В. Формирование требований к официальному сайту вуза на примере официального сайта СГУ / Наука и образование в XXI веке Сборник научных трудов по материалам Международной научно - практической конференции 30 января 2015 г.: в 5 частях. Москва, 2015. С.105 - 108.
4. Бессонов Л.В., Сецинская Е.В., Кухарев В.В. Анализ требований к дизайну сайта вуза для лиц с ограниченными физическими возможностями // Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2015. №11 - 4. С. 85 - 87.

5. ГОСТ Р 52872 - 2012. «Интернет - ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению» (действует с 01 января 2014 г.). URL:[http:// protect.gost.ru / document.aspx?control=7&baseC=6&page=0&month=1&year=- 1&search=52872 - 2012&id=184053](http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&baseC=6&page=0&month=1&year=-1&search=52872-2012&id=184053)

6. Color Contrast Checker // WebAIM URL: [http:// webaim.org / resources / contrastchecker /](http://webaim.org/resources/contrastchecker/) (дата обращения: 20.05.2016).

7. MacPherson L. Please don't use Captcha. – 2014.

8. Бессонов Л.В., Иванов Л.Н., Самохина М.А., Москвичев А.А. Способ оценки фото -, кино - и видеоматериалов, содержащих нежелательное изображение (варианты) / патент на изобретение RUS 2510905 28.12.2011

© С.О. Калачев, 2016

## УДК 34

**Карева В. О.**, группа ПБ - 1 - 11

Научный руководитель: к.т.н., доцент Власова О. Сергеевна  
Волгоградский государственный архитектурно - строительный университет

### **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ, ТРУДНОСТИ ТУШЕНИЯ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ЗДАНИЯХ КУЛЬТУРНО - МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ**

Аннотация: рассмотрены особенности развития пожаров и анализ основных последствий в зданиях культурно - массовых пребывания.

Ключевые слова: пожар , эвакуация.

Высокую опасность представляют объекты с массовым пребыванием людей, к числу которых относятся культурно - зрелищные заведения. В данных зданиях пожары сопровождаются огромным количеством жертв.

Особенно опасны пожары в местах массового пребывания людей: театрах, клубах, больницах, гостиницах, общежитиях, учебных заведениях и т.п.

Анализ статистических данных о пожарах в зрелищных учреждениях показал, что примерно 70 % всех пожаров возникает в сценической части, что способствует быстрому распространению огня.

Один из самых крупных по числу жертв пожар произошел в мае 1845 года в театре города Кантона (Китай). В огне погибли 1670 человек.

В результате крупнейшего пожара в отеле корейского города Сеула 25 декабря 1971 года погибло 162 человека.

Что касается гостиниц (общежитий), то история отечественной пожарной охраны последних лет также хранит весьма впечатляющие примеры грандиозных пожаров на этих объектах.

Самый страшный пожар, по числу жертв и по масштабам последствий, случился в феврале 1977 года в московской гостинице "Россия", которую за строгую, отвечающую

эпохе планировку и шикарную отделку номеров на Западе окрестили "Русским Хилтоном". Скорбная статистика такова: в Северном корпусе гостиничного комплекса из тысячи номеров повышенной комфортности, выгорели более ста, вместе с дорогостоящим закупленным за рубежом оборудованием (бытовой техникой). Но главный и печальный итог пожара - погибли люди - 42 человека, в том числе 5 - из обслуживающего персонала. Ожоги различной степени тяжести, переломы и тяжелые формы интоксикации, потребовавшие экстренной медицинской помощи (госпитализации), были обнаружены у 52 человек, в числе которых 13 оказались пожарными.

Можно было избежать такого количества жертв, если бы работа по спасению и эвакуации людей была организована, то есть система оповещения была в рабочем состоянии, а администрация подготовлена к ЧС.

Пожару в гостинице "Россия" была присвоена самая высокая категория сложности - пятая, весьма внушительными выглядели силы и средства, принимавшие участие в борьбе с огненной стихией: 1500 специалистов пожарного дела и 162 единицы специальной техники. Спустя ровно 14 лет трагедия повторилась в Санкт - Петербурге в гостинице "Ленинград", погибли 18 человек, в том числе 9 пожарных.

13 марта 1995 года третий крупный пожар в гостинице "Сибирь" г. Иркутска унес жизни 12 человек, число спасенных пожарными людей составило 45 человек, при "самозвакуации" получили травмы различной степени тяжести более 20 человек.

Помимо больших человеческих жертв перечисленные пожары в гостиницах повлекли за собой огромный материальный ущерб и справедливо отнесены к числу подлинных катастроф, национальных бедствий.

Ушедший 20 век запомнился россиянам и чудовищным пожаром в административном здании Управления внутренних дел г. Самары, случившимся в феврале 1999 года. Во время пожара пострадало более 200 человек, погибли 67 человек, 20 человек пропали без вести, десятки сотрудников и граждан с травмами и тяжелыми ожогами были госпитализированы. Потери воистину катастрофические. В связи с трагическими событиями в г. Самаре день 17 февраля 1999 года был объявлен в Российской Федерации днем национального траура.

В конце ноября 2003 года произошел самый крупный в Москве за последние 10 лет - пожар в общежитии Российского университета дружбы народов (РУДН). Подробности катастрофы: практически дотла сгорел так называемый карантинный блок, куда обычно поселяют вновь приезжающих на учебу в Россию иностранных студентов. В огне пожара погибли 30 человек, еще шесть скончались позднее в больнице, всего пострадал 171 человек. По данным МЧС РФ в тушении пожара, охватившем площадь до 1000 квадратных метров, участвовало около 50 пожарных расчетов, 27 дежуривших машин скорой помощи доставляли пострадавших в различные медицинские учреждения столицы.

Тушение в культурно - зрелищных учреждениях, в период их работы, связано с проведением сложных работ по эвакуации и спасанию людей. При пожарах на этих объектах возможны:

- наличие большого количества людей в зрительном зале и сценическом комплексе, паника;
- быстрое распространение огня по сцене, переход его в зрительный зал и на чердак, а также распространение пожара по вентиляционным системам, пустотам, конструкциям амфитеатров, трибун, ярусом и их обрушение;
- обрушение подвесных перекрытий над зрительным залом;
- быстрое заполнение продуктами горения сценической коробки и через проемы всех помещений.

При тушении пожара в культурно - зрелищных учреждениях РТП (руководитель тушения пожара) обязан:

- принять меры к предотвращению паники;
- в минимально короткое время организовать и провести эвакуацию зрителей из зрительного зала, в первую очередь с галерей, балконов и бельэтажа;
- при проведении разведки установить наличие зрителей и персонала в здании, состоянии противопожарного занавеса и дымовых люков.

В условиях пожара возможна деформация металлических конструкций и обрушение подвесного перекрытия. Огонь может распространяться в пустотах под полом. Это приводит к интенсивному задымлению зрительного зала и к быстрому распространению огня по вентиляционным каналам.

Если по прибытии на пожар эвакуация зрителей проходит спокойно, то РТП принимает меры к полному их удалению из зрительного зала и других помещений, привлекая для этой цели обслуживающий персонал.

Основные силы и средства подразделений в этих случаях используют для спасания людей из задымленных помещений и тушения пожара.

Если на пожаре нет опасности зрителям, и к моменту прибытия пожарных подразделений эвакуация их не начиналась, то основные силы и средства направляют для быстрой ликвидации пожаров и принимают меры предосторожности, чтобы не допустить возникновения паники. Если для зрителей, артистов и обслуживающего персонала создалась реальная угроза от огня и дыма и пути эвакуации отрезаны, то РТП вводит все основные силы и средства для защиты путей эвакуации и проведения спасательных работ.

В первую очередь эвакуируют людей из галерей, бельэтажа и других мест, где возможно быстрое проникновение продуктов сгорания и резкое повышение температуры.

Если среди зрителей появились признаки паники, то РТП все усилия подразделений направляет для организации четкой их эвакуации. При этом личный состав пожарных подразделений расставляют по путям эвакуации для организации спокойного выхода людей. Наиболее опытных работников пожарной охраны направляют для пресечения паники.

Для этой цели используют электромегафоны и другие средства звуковой связи, а также подают стволы на тушение видимых зрителям очагов горения. Одновременно с этим РТП вместе с группами пожарных осматривает задымленные помещения, балконы, ярусы и другие места, где могут находиться люди, потерявшие сознание.

При пожарах в зрелищных учреждениях боевое развертывание во всех случаях не должно нарушать нормальной работы по эвакуации и спасению людей. По прибытии на пожар пожарные автомобили устанавливают на ближайшие водосточники со стороны сцены и прокладывают магистральные линии к служебным входам. Боевое развертывание проводят через служебные входы, не занятые эвакуацией людей. Одновременно с подачей стволов от пожарных машин часть личного состава выделяют для работы со стволами от внутренних пожарных кранов. При боевом развертывании используют сухотрубы, наружные пожарные лестницы, автолестницы.

Основные и запасные пути эвакуации могут быть использованы для введения сил и средств на тушение при отсутствии людей в зрительном зале или после окончания их эвакуации.

Безусловно, на практике все выглядит иначе, чем в теории. По - моему, люди гибнут не только из - за незнания как тушить или неумения, но из - за того, что все развивается настолько стремительно, что человек попросту теряется.

Поэтому в заключении, я хотела бы привести самые элементарные действия населения при пожарах, которые легко запомнить и осуществить в самых экстремальных ситуациях. При пожарах сначала необходимо позвонить по телефону "01", немедленно вывести из помещения детей и престарелых и только затем тушить огонь своими силами. Надо помнить, что важно не количество использованной воды, а правильное ее применение. При пожаре, если отсутствует огнетушитель, подручными средствами могут быть: плотная ткань (лучше мокрая) и вода. Загоревшиеся шторы нужно сорвать и попытаться загипать, залить водой. Нельзя открывать окна, так как огонь с поступлением кислорода вспыхивает сильнее. По этой же причине надо очень осторожно открывать комнату, в которой начался пожар.

Когда есть возможность затушить пламя, лучше двигаться против огня, стараясь ограничить его распространение и толкая огонь к выходу или туда, где нет горючих материалов. Наиболее эффективное тушение пламени осуществляется с высоты на уровне огня. Необходимо страховаться веревкой, когда надо идти вдоль коридоров, на крыши, в подвалы и другие опасные места, так как в сильном дыму трудно отыскать дорогу обратно.

Нельзя позволять бежать человеку, на котором загорелась одежда. Его нужно повалить на землю, закутать в покрывало и обильно полить водой. При тушении одежды огнетушители не используются, так как может произойти химический ожог. Необходимо всеми способами защищаться от дыма, являющегося основной причиной гибели людей. Уменьшает задымленность струя распыленной воды, которая охлаждает дым и одновременно осаждает его твердые частицы. В первую очередь это нужно делать там, где могут быть дети. Если есть возможность, легкие надо защищать противогазом или респиратором. По задымленным коридорам передвигаться можно, пригнувшись или ползком, так как внизу меньше дыма. Отправляясь на поиски людей, надо обязательно обвязаться веревкой: кто - то должен страховать спасателя.

© Карева В. О., 2016

## УДК 621.129

**В.Б. Кашуба**, к.т.н., доцент, первый проректор  
Братский государственный университет, г. Братск, Российская Федерация

**Р.С. Большаков**, к.т.н., старший научный сотрудник  
Научно - образовательный центр современных технологий,  
системного анализа и моделирования,  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
г. Иркутск, Российская Федерация

**Н.Ж. Кинаш**, начальник отдела экспертизы и мониторинга внедрения технологий  
и инноваций в проекты Московского инженерного центра  
Московская железная дорога – филиал ОАО «РЖД», г. Москва, Российская Федерация

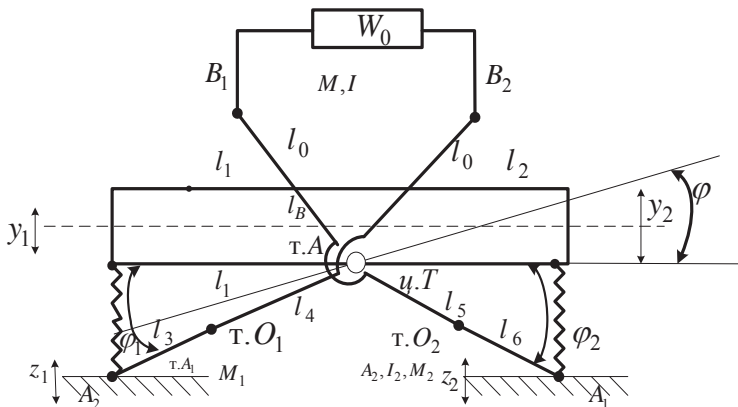
## ОСОБЕННОСТИ РЫЧАЖНЫХ СВЯЗЕЙ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОДВЕСОК

Динамике транспортных подвесок посвящено достаточно большое число исследований [1÷3]. Определены условия эффективной защиты от вибрационных воздействий при соответствующем выборе значений параметров типовых элементов. Вместе с тем, ряд

вопросов еще не получил детализированного рассмотрения, в частности, мало изученными остались вопросы учета в динамике систем рычажных связей между элементами.

В докладе рассматриваются возможности учета особенностей рычажных связей в динамических процессах транспортных подвесок, которые реализуются специально вводимыми механизмами [4].

**I. Общие положения.** Предлагаемая подвеска (точнее, ее модель) состоит (рис. 1) из объекта защиты массой  $M$  с моментом инерции  $I$ . Центр тяжести твердого тела расположен в т.  $A$ ; в системе подвески задействованы два рычага с массами  $M_1$  и  $M_2$ ; их моменты инерции относительно т.  $A$  обозначаются соответственно через  $I_1$  и  $I_2$ . К такой схеме может быть приведена тележка локомотива с двумя тяговыми двигателями [5]; центры тяжести рычагов  $A_1, B_1, A_2, B_2$  обозначены через  $O_1$  и  $O_2$  соответственно.



**Рис. 1.** Расчетная схема тележки с двигателями с опорно - осевой подвеской

Положение центров тяжести определяется соответствующими длинами отрезков  $l_1 \div l_6$ . Между т.т.  $B_1$  и  $B_2$  рычагов действует элемент с передаточной функцией  $W_0$ . В простейшем случае это может быть пружина жесткостью  $k_0$ , хотя  $W_0$  может иметь и более сложную структуру. Координаты  $y_1$  и  $y_2$  взяты в неподвижной системе координат. Предполагается также, что в т.т.  $A_1$  и  $A_2$  допускаются горизонтальные скольжения, что обеспечивает возможность вертикального движения центра тяжести объекта защиты (т.  $A$ ). Для дальнейших расчетов примем, что

$$y = ay_1 + by_2, \varphi = (y_1 - y_2)c, a = \frac{l_2}{l_1 + l_2}; b = \frac{l_1}{l_1 + l_2}, c = \frac{1}{l_1 + l_2}.$$

Для определения кинетической энергии системы на рис. 1 можно использовать теорему Кенига [6]. Учитывая особенности конструктивного построения транспортной подвески, наличие сочленений трех твердых тел, можно представить кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий трех составных частей в движении относительно неподвижной системы координат, тогда

$$T = T_1 + T_2 + T_3. \quad (1)$$

В выражении (1)  $T_1$  соответствует кинетической энергии тела массой  $M_1$ , имеющего относительно центра тяжести (т. А) момент инерции  $I_1$ :

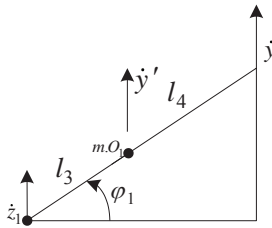
$$T_1 = \frac{1}{2} M_1 \dot{y}^2 + \frac{1}{2} I_1 \varphi^2, \quad (2)$$

где  $y$  – координата центра тяжести твердого тела (т.А),  $\varphi$  – угол поворота относительно центра тяжести. Кинетическая энергия подвижных блоков  $M_1 I_1$  и  $M_2 I_2$  определяется с учетом сложного характера их движения.

Найдем скорость т.  $A_1$  в неподвижной системе координат, используя схему распределения скоростей, показанную на рис. 2. Отметим, что более точным является представление контакта подвижного блока с вибрирующей поверхностью с учетом возможности горизонтального смещения. Однако, на предварительной стадии рассмотрения будем полагать этот фактор, также как силы демпфирования колебаний, маловлияющим. Тогда

$$\dot{y}' = \frac{\dot{y} l_4 + \dot{z}_1 l_3}{l_4 + l_3} = a_1 \dot{y} + b_1 \dot{z}_1, \quad (3)$$

$$\text{где } a_1 = \frac{l_4}{l_3 + l_4}, \quad b_1 = \frac{l_3}{l_3 + l_4}.$$



**Рис. 2. Схема распределения скоростей в подвижном блоке**

Соответственно для второго блока получим

$$\dot{y}'' = a_2 \dot{y} + b_2 \dot{z}_2, \quad (4)$$

$$\text{здесь } a_2 = \frac{l_5}{l_5 + l_6}; \quad b_2 = \frac{l_6}{l_5 + l_6}.$$

Подвижные блоки участвуют также во вращательном движении относительно т. А. Параметры этого вращения определяются как  $y_1 - z_1$  и  $y_2 - z_2$ , что позволяет найти угловые скорости

$$\omega_1 = \frac{d\varphi_1}{dt} = \frac{\dot{y}_1 - \dot{z}_1}{l_3 + l_4} = c_1 (\dot{y} - \dot{z}_1), \quad (5)$$

$$\omega_2 = \frac{d\varphi_2}{dt} = \frac{\dot{y}_2 - \dot{z}_2}{l_5 + l_6} = c_2 (\dot{y} - \dot{z}_2), \quad (6)$$

где  $c_1 = \frac{1}{l_3 + l_4}$ ,  $c_2 = \frac{1}{l_5 + l_6}$ ; при дальнейших расчетах принято, что  $l_3 + l_4 = l_5 + l_6 = L_1$ ,  $l_1 + l_2 = L$ . Более детализированный учет параметров предполагает, что  $\varphi_1 = \varphi_{10} + \Delta\varphi_1$ , а

$\omega_1 = \frac{d(\Delta\varphi_1)}{dt}$ , соответственно –  $\omega_2 = \frac{d(\Delta\varphi_2)}{dt}$ . При этом  $\Delta\varphi_1$  и  $\Delta\varphi_2$  рассматриваются как малые приращения углов поворота, полагая  $\varphi_1 \approx \varphi_{10}$  и  $\varphi_2 \approx \varphi_{20}$ .

Кинетическая энергия системы с учетом (2÷6) может быть определена выражением

$$T = \frac{1}{2} M \dot{y}^2 + I \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} M_1 (\dot{y}')^2 + \frac{1}{2} I_1 \dot{\varphi}_1^2 + \frac{1}{2} M_2 (\dot{y}'')^2 + \frac{1}{2} I_2 \dot{\varphi}_2^2. \quad (7)$$

Потенциальная энергия системы определяется с учетом деформации упругих элементов соответственно составляет

$$\Pi = \frac{1}{2} k_1 (y_1 - z_1)^2 + \frac{1}{2} k_2 (y_2 - z_2)^2 + \frac{1}{2} k_3 c_3^2 (\varphi_1 - \varphi_2)^2, \quad (8)$$

$(a_3 < 1)$

где  $c_3 = a_3 l_0$ ; а  $a_3$  – коэффициент, учитывающий геометрические особенности расположения рычагов  $A_1 B_1$  и  $A_2 B_2$ , принимаются, в первом приближении такими, что

$$\varphi_1 = (y_1 - z_1) / (l_3 + l_4); \varphi_2 = (y_2 - z_2) / (l_5 + l_6). \quad (9)$$

Вспользуемся для вывода дифференциальных уравнений движения формализмом Лагранжа и запишем ряд необходимых соотношений в системе координат  $\varphi$ ,  $y$ , полагая, что

$$T = \frac{1}{2} M \dot{y}^2 + \frac{1}{2} I \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} M_1 (a_1 \dot{y} + b_1 \dot{z}_1)^2 + \frac{1}{2} M_2 (a_2 \dot{y} + b_2 \dot{z}_2)^2 + \frac{1}{2} I_1 c_1^2 (\dot{y} - \dot{z}_1)^2 + \frac{1}{2} I_2 c_2^2 (\dot{y} - \dot{z}_2)^2. \quad (10)$$

**II. Построение математической модели.** Используя (8)÷(10), получим систему дифференциальных уравнений движения в координатах  $y, \varphi$ .

$$\ddot{y} (M + M_1 a_1^2 + M_2 a_2^2 + I_1 c_1^2 + I_2 c_2^2) + y [k_1 + k_2 + k_3 (c_1 - c_2)^2] + \varphi [k_1 l_1 - k_2 l_2 - k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) (c_1 l_1 - c_2 l_2)] = \ddot{z}_1 (I_1 c_1^2 - M_1 a_1 b_1) + \ddot{z}_2 (I_2 c_2^2 - M_2 a_2 b_2) + \quad (12)$$

$$+ z_1 [k_1 - k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) c_1 z_1 + z_2] + k_2 + k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) c_2 z_2;$$

$$\ddot{\varphi} I + \varphi [k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 c_3^2 (c_1 l_1 - c_2 l_2)^2] + y [-k_1 l_1 + k_2 l_2 - k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) (c_1 l_1 - c_2 l_2)] = \quad (13)$$

$$= z_1 [-k_1 l_1 - c_1 k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) (c_1 l_1 - c_2 l_2)] + z_2 [k_2 l_2 + c_2 k_3 c_3^2 (c_1 l_1 - c_2 l_2)]$$

Коэффициенты уравнений (12), (13) приведены в таблице 1.

**Таблица. 1. Коэффициенты системы дифференциальных уравнений (12)÷(13) в координатах  $y, \varphi$**

$a_{11}$	$a_{12}$
$(M + M_1 a_1^2 + M_2 a_2^2 + I_1 c_1^2 + I_2 c_2^2) p^2 + k_1 + k_2 + k_3 c_3^2 (c_1 - c_2)^2$	$k_1 l_1 - k_2 l_2 - k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) (c_1 l_1 - c_2 l_2)$
$a_{21}$	$a_{22}$
$k_1 l_1 - k_2 l_2 - k_3 c_3^2 (c_1 - c_2) (c_1 l_1 - c_2 l_2)$	$I p^2 + k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2 + k_3 c_3^2 (c_1 l_1 - c_2 l_2)^2$
$Q_1$	$Q_2$
$\ddot{z}_1 (I_1 c_1^2 - M_1 a_1 b_1) + z_1 [k_1 - k_3 c_3^2 c_1 (c_1 - c_2)] + \ddot{z}_2 [I_2 c_2^2 - M_2 a_2 b_2] + z_2 [k_2 + k_3 c_3^2 c_2 (c_1 - c_2)]$	$z_1 [-k_1 l_1 - c_1 k_3 c_3^2 (c_1 l_1 - c_2 l_2)] + z_2 [k_2 l_2 + c_2 k_3 c_3^2 (c_1 l_1 - c_2 l_2)]$

Примечание:  $Q_1, Q_2$  – обобщенные силы по координатам  $y$  и  $\varphi$  соответственно

Структурная схема системы приведена на рис. 3. Её характерной особенностью является то, что связи между парциальными системами носят упругий характер. В отличие от традиционных представлений [6] условия «зануления» перекрестных связей определяются не только рычажными связями, которые определяются разнесением точек крепления пружин  $k_1$  и  $k_2$ , но и параметрами рычажных механизмов  $c_1$  и  $c_2$ .

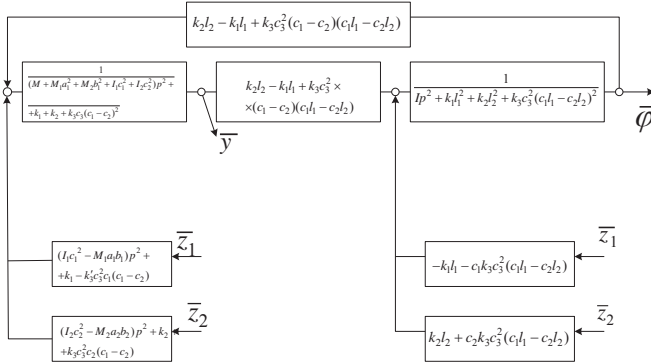


Рис. 3. Структурная схема системы в координатах  $y, \varphi$

Условия развязки колебаний могут быть записаны в виде

$$k_1l_1 - k_2l_2 - k_3(c_1 - c_2)(c_1l_1 - c_2l_2)k_3c_3^2 = 0. \quad (14)$$

По правилам Крамера [7] найдем, что

$$y = \frac{Q_1a_{22} - Q_2a_{12}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2}, \quad (15)$$

$$\varphi = \frac{Q_2a_{11} - Q_1a_{21}}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2}. \quad (16'')$$

Используя таблицу 1 и структурную схему (рис. 3), получим передаточную функцию (при  $z_1 = z_2 = z$ ):

$$W_1(p) = \frac{\bar{y}}{\bar{z}} = \frac{[p^2(Ia^2 + I_2c^2 - M_1a_1b_1 - M_2a_2b_2) + k_1 + k_2 + k_3c_3^2(c_1 - c_2) - \dots - k_3c_3^2(c_1 - c_2)] [Ip^2 + k_1l_1^2 + k_2l_2^2 + k_3c_3^2(c_1l_1 - c_2l_2)^2] - [-k_1l_1 - k_3c_3^2(c_1l_1 - c_2l_2)c_1 + \dots + k_2l_2 + c_2k_3c_3^2(c_1l_1 - c_2l_2)] [k_1l_1 - k_2l_2 - k_3c_3^2(c_1 - c_2)(c_1l_1 - c_2l_2)]}{a_{11}a_{22} - a_{12}^2} \quad (17)$$

Если использовать систему координат  $y_1, y_2$ , то

$$T = \frac{1}{2}M(\dot{y}_1a + \dot{y}_2b)^2 + \frac{1}{2}Ic^2(\dot{y}_1 - \dot{y}_2)^2 + \frac{1}{2}M_1[a_1(y_1a + y_2b) + b_1z_1]^2 + \frac{1}{2}M_2[a_2(y_1a_1 + y_2b) + b_2z_2]^2 + \frac{1}{2}I_1c_1^2[(\dot{y}_1a + \dot{y}_2b - \dot{z}_1)]^2 + \frac{1}{2}I_2c_2^2(\dot{y}_1a + \dot{y}_2b - \dot{z}_2)^2. \quad (18)$$

Примем, что потенциальная энергия системы может быть записана в виде

$$\Pi = \frac{1}{2}k_3c_3^2\{[y_1(c_1 - c_2) - c(c_1l_1 - c_2l_2)] + y_2[b(c_1 - c_2) + c(c_1l_1 - c_2l_2) + (c_2z_2 - c_1z_1)]\} \quad (19)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} k_3 c_3^2 [(y_1 r_1 + y_2 r_2) + (c_2 z_2 - c_1 z_1)] y_1^2 r_1^2 + \quad (20)$$

$$+ 2r_1 r_2 y_1 y_2 + r_2^2 y_2^2 + 2(y_1 r_1 + y_2 r_2)(c_2 z_2 - c_1 z_1).$$

Запишем дифференциальные уравнения движения в системе координат  $y_1$  и  $y_2$  с учетом (18)÷(20)

$$\ddot{y}_1 \{Ma^2 + Ic^2 + M_1(aa_1)^2 + M_2(a_2a)^2 + I_1c_1^2a^2 + I_2c_2^2a^2\} + \ddot{y}_2 (Mab - Ic^2 + M_1a_1^2ab + M_2a_2^2ab + I_1c_1^2ab + I_2c_2^2ab) + y_1(k_1 + k_3c_3^2r_1^2) + y_2(k_3c_3^2r_1r_2) = z_1(k_1 + k_3c_3^2r_1c_1 + \quad (21)$$

$$+ \ddot{z}_1(-M_1aa_1b_1 + I_1c_1^2a) - k_3c_3^2r_2c_2z_2 + (-\ddot{z}_2M_2a_2ab_2 + \ddot{z}_2I_2c_2^2a).$$

$$\ddot{y}_2 [Mb^2 + Ic^2 + M_1(a_1b)^2 + M_2(a_2b)^2 + I_1c_1^2b^2 + I_2c_2^2b^2] + \ddot{y}_1 (Mab - Ic^2 + M_1a_1^2ab + M_2a_2^2ab + I_1c_1^2ab + I_2c_2^2ab) + y_2(k_2 + k_3c_3^2r_2^2) + y_1(k_3c_3^2r_1r_2) = -Ma_1b_1\ddot{z}_1 + I_1c_1^2\ddot{z}_1 + \quad (22)$$

$$+ k_3c_3^2r_2c_1z_1 + \ddot{z}_2(-M_2a_2b_2b + I_2c_2^2b) + z_2(k_2 - k_3c_3^2r_2c_2).$$

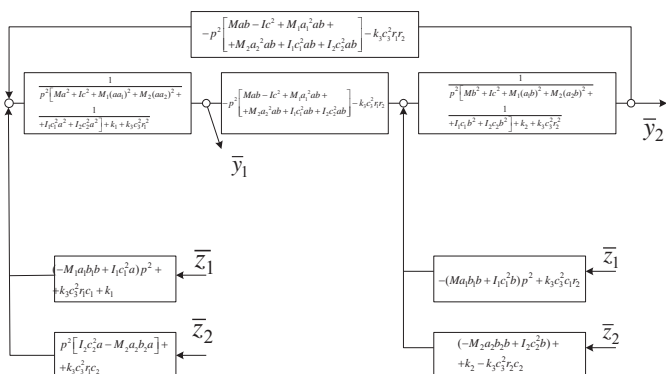
Здесь  $r_1 = a(c_1 - c_2) - c(c_1l_1 - c_2l_2)$ ,  $r_2 = b(c_1 - c_2) + c(c_1l_1 - c_2l_2)$ .

Коэффициенты уравнений (21) ÷ (22) приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Коэффициенты системы дифференциальных уравнений (22), (23) в координатах  $y_1, y_2$**

$a_{11}$	$a_{12}$
$p^2 \left[ Ma^2 + Ic^2 + M_1(aa_1)^2 + M_2(a_2a)^2 + I_1c_1^2a^2 + I_2c_2^2a^2 \right] + y_1(k_1 + k_3c_3^2r_1^2)$	$p^2 \left[ Mab - Ic^2 + M_1a_1^2ab + M_2a_2^2ab + I_1c_1^2ab + I_2c_2^2ab \right] + y_2(k_3c_3^2r_1r_2)$
$a_{21}$	$a_{22}$
$p^2 \left[ Mab - Ic^2 + M_1a_1^2ab + M_2a_2^2ab + I_1c_1^2ab + I_2c_2^2ab \right] + k_3c_3^2r_1r_2$	$p^2 \left[ Mb^2 + Ic^2 + M_1(a_1b)^2 + M_2(a_2b)^2 + I_1c_1^2b^2 + I_2c_2^2b^2 \right] + k_2k_3c_3^2r_2^2$
$Q'_1$	$Q'_2$
$\ddot{z}_1 \left[ (-M_1aa_1b_1 + I_1c_1^2a)p^2 + k_1 + k_3c_3^2r_1c_1 \right] + \ddot{z}_2 \left[ (-M_2a_2b_2b + I_2c_2^2a)p^2 - k_3c_3^2r_2c_2 \right]$	$\ddot{z}_1 \left[ (-M_1a_1b_1b + I_1c_1^2b)p^2 + k_3c_3^2r_2c_1 \right] + \ddot{z}_2 \left[ (-M_2a_2b_2b + I_2c_2^2b)p^2 + k_2 - k_3c_3^2r_2c_2 \right]$

Примечание:  $Q'_1, Q'_2$  – обобщенные силы по координатам  $y_1$  и  $y_2$  соответственно.



**Рис. 4. Структурная схема системы в координатах  $y_1, y_2$**

**III. Особенности динамических свойств.** Из анализа структурной схемы системы в координатах  $y_1$  и  $y_2$  (рис.4) следует, что в системе возможно «зануление» связей между парциальными системами  $y_1$  и  $y_2$  на частоте

$$\omega^2 = \frac{k_3 c_3^2 \cdot r_1 r_2}{Mab - Ic^2 + M_1 a_1^2 ab + M_2 a_2^2 ab + I_1 c_1^2 ab + I_2 c_2^2 ab} = \frac{k_3 c_3^2 r_1 r_2}{ab(M + M_1 a^2 + M_2 a^2 + I_1 c_1^2 + I_2 c_2^2) - Ic^2}. \quad (23)$$

Что касается общего вида передаточной функции (23), то при  $z_1 = z_2$  получим

$$W_1(p) = \frac{\bar{y}_1}{z} = \frac{d_1 p^4 + d_2 p^2 + d_3}{n_1 p^4 + n_2 p^2 + n_3}, \quad (24)$$

где коэффициенты  $d_1 \div d_3, n_1 \div n_3$  – определяются параметрами системы (21), (22).

Передаточная функция  $W_2(p) = \frac{\bar{y}_2}{z_2}$  имеет такой же вид, однако, коэффициенты

числителя будут другими. Для оценки устойчивости системы необходимо исследовать характеристическое уравнение (знаменатель (24)). В соответствии с критериями Рауса - Гурвица, все члены уравнения должны быть положительными. Для получения частот собственных колебаний необходимо решить характеристическое уравнение, которое в данном случае сводится к биквадратному частотному уравнению. В общем случае корни биквадратного уравнения будут действительными положительными числами, откуда могут быть найдены соответствующие частоты собственных колебаний. Отметим, что в данном случае числитель и знаменатель передаточной функции имеют один порядок, что предполагает следующие особенности системы:

при  $p \rightarrow 0$

$$W_1(p) = \frac{d_3}{n_3}; \quad W_2(p) = \frac{d'_3}{n'_3}, \quad (25)$$

где  $d'_3$  и  $n'_3$  – коэффициенты, определяемые так же как  $n_3$  и  $d_3$ .

В свою очередь, при  $p \rightarrow \infty$

$$W_1(p) = \frac{d_1}{n_1}; \quad W_2(p) = \frac{d'_1}{n'_1}. \quad (26)$$

Поскольку частотное уравнение числителя передаточной функции имеет 4 - ый порядок, то можно ожидать в системе координат  $y_1$  и  $y_2$  появления двух динамических режимов по каждой координате. При определенных условиях можно полагать выполнение соотношения

$$\bar{y}_1 = \bar{y}_2, \quad (28)$$

что приводит к специфичному виду движения объекта защиты при отсутствии угловых колебаний ( $\varphi = 0$ ).

В системе координат  $y$  и  $\varphi$  при движении по координате  $y$  существует два режима динамического гашения, а при движении по  $\varphi$  - только один. При совпадении частот режимов динамического гашения по  $y$  и  $\varphi$ , что обеспечивается соответствующим выбором параметров при  $z_1 = z_2 = z$ , возможна ситуация, когда объект защиты становится неподвижным.

Таким образом, введение рычажных связей в схему транспортной подвески может существенно расширить спектр динамических свойств подвески и в случае построения

системы управления параметрами системы обеспечить режимы частичного или полного гашения воздействий со стороны основания на определенных частотах, что определяется выражением (16), (23)–(26).

**Заключение.** Рычажные связи и рычажные механизмы в подвесках транспортных средств используются не только в конструктивно - технических аспектах, если иметь в виде пространственное размещение элементов, но и реализации специфических режимов динамических воздействий. В частности рычажные связи формируют возможности создания дополнительных режимов динамического гашения, а также создают условия для поиска рациональных соотношений, определяющих новые динамические свойства.

#### **Список использованной литературы:**

1. Хоменко А.П. Динамика и управление в задачах виброзащиты и виброизоляции подвижных объектов / А.П. Хоменко. – Иркутск: ИГУ. 2000. – 293 с.
2. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля / Р.В. Ротенберг – М.: машиностроение, 1972. – 372 с.
3. Елисеев С.В. Динамика механических систем с дополнительными связями / С.В. Елисеев, Л.Н. Волков, В.П. Кухаренко. – Новосибирск.: Наука. Сиб. отд - е, 1990. – 312 с.
4. Белокобыльский С.В., Елисеев С.В., Кашуба В.Б. Прикладные задачи структурной теории виброзащитных систем. - СПб: Политехника. 2013. – 374 с.
5. Ермошенко Ю.В. Управление вибрационным состоянием в задачах виброзащиты и виброизоляции // Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. – Иркутск: ИрГУПС, 2002. – 185 с.
6. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т2. Динамика. – М.: Наука, 1980. – 640с.
7. Дружинский И.А. Механические цепи / И.А. Дружинский – М.: Машиностроение. 1977. – 240 с.

© В.Б. Кашуба, Р.С. Большаков, Н.Ж. Кинаш 2016

**УДК 72.04.03**

**В.Н.Купрюшина**

Студент гр. 341251 / 02

Институт горного дела и строительства

Кафедра ГСиА

Тульский Государственный Университет

Г.Тула, Российская Федерация

#### **ФРАКТАЛЫ В АРХИТЕКТУРЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

На данный момент времени нет границ ломанным кривым, неровным треугольникам, и не поддающимся четким формам сложным фигурам. И все это благодаря фракталам, которые окружают нас абсолютно везде. Многие архитекторы современности, вдохновленные сложной геометрией фракталов, воплощают сложные математические образы в простые, понятные глазу и логике, тем самым делая мир ярче. И в данной статье

описаны некоторые из применяемых приемов, которыми представлены шедевры фрактального современного зодчества.

Начиная с древних времен, когда античные колонны произвели переворот в процессе развития градостроительства и малых архитектурных форм, архитектура терпит значительные изменения. После эпохи Возрождения, стили преобразовались в барокко, классицизм, эклектику, затем началась эпоха Современности, сплетающаяся в модернизм, конструктивизм. С середины двадцатого века, как известно, появились постмодернизм, хай - тек, ломаный деконструктивизм, а совсем недавно начал набирать обороты такой стиль, как динамическая архитектура.

Архитектура во всем своем проявлении есть некоторого рода мимезис – отражение природы, ее принципов строения форм, конструкций, поверхностей, сочетания цветов, структуры и движения в пространстве и т.д.

В архитектуре применяется множество математически обоснованных приемов с элементами фрактала. И «Треугольник Серпинского» тому пример. Ярким представителем таких сооружений является известная достопримечательность и символ Парижа – Эйфелева башня на Марсовом поле конструктора Гюстава Эйфеля. Она самое высокое здание в Париже, ее высота 324метра (в высоту примерно с 81 этаж). Башня была построена в память столетия юбилея Французской революции в 1889 году и имеет удивительную историю. Ее элементы геометрического самоподобия характерны фрактальным рисункам. Еще одним образец фрактальной архитектуры приходится Храм Василия Блаженного на Красной площади Китай - города в Москве. Расположение куполов многоглавых церквей имеют фрактальную структуру типа «салфетки» Серпинского с кругами в плане с осевой симметрией. За счет спиралевидной формы дизайна, металлических узоров оград и решеток этот храм по - истине является произведением декоративно - прикладного искусства. Также нельзя не сказать о замке Кафель - Дель - Монте в Италии. Проект его постройки был разработан самим императором Священной Римской империи Фридрихом II. В плане замок представлен правильным восьмиугольником, к вершинам которого пристроены восемь величавых башен из тех же геометрических элементов. Силуэт следующего архитектурного совершенства - Миланского собора выполнен со множеством вертикальных повторяющихся математических метаморфоз. Самоподобие форм применяется в архитектуре зданий Исторического музея в Москве, индийских храмов в Кхаджурахо, а также пирамидально оформленных фасадах, колоколен, мостов Лондона (Тауэр), шедеврах готических зданий Германии. Фрактальные алгоритмы, интуитивно повторяющие выразительные пропорции матушки природы, создают законченность художественным композициям великих архитекторов с давних времен. Использование фрактальных правил построения градостроительной практике влияют на представление городской среды. В искусственной среде мегаполисов фракталы смотрятся лаконично и сдержанно. Примерами таких архитектурных комплексов являются постройки в Кейптауне, центре Токио и Тель - Авиве, Сиднее (Оперный театр), Нью - Йорке (центр Манхэттена).

В целом, анализ существующих методов проектного прогнозирования архитектурно - пространственной среды города, на основании принципов фрактальных структур, позволит существенно развить концепции новых технологий и возможностей.

### Список использованной литературы:

- 1.Статья «Фракталы в архитектурной среде». Электронный ресурс: [http://fraktalsworld.blogspot.ru/p/blog-page\\_15.html](http://fraktalsworld.blogspot.ru/p/blog-page_15.html)
2. Статья «Развитие фрактальной теории в архитектуре. 2010. М.П.Кравченко». Электронный ресурс: [http://www.taby27.ru/studentam\\_aspirantam\\_aspirant\\_filosofiya\\_nauki\\_architekture\\_dizajnu\\_dpi/fraktal\\_arch.html](http://www.taby27.ru/studentam_aspirantam_aspirant_filosofiya_nauki_architekture_dizajnu_dpi/fraktal_arch.html)
- 3.Статья «Применение теории фракталов в архитектуре».Электронный ресурс: <http://gisap.eu/ru/node/23>

© В.Н. Купрюшина, 2016

УДК 72.04.03

**В.Н.Купрюшина**

Студент гр. 341251 / 02

Институт горного дела и строительства

Кафедра ГСиА

Тульский Государственный Университет

Г.Тула, Российская Федерация

### ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОСТИ В ИСТОРИИ ИСКУССТВА

Можно смело сказать, что фрактальное искусство зародилось давно. Сам термин был озвучен лишь в 1975 году Бенуа Мандельбротом. В одной из книг Бенуа [2] написано: «Фрактальное «новое геометрическое искусство» демонстрирует поразительное сходство с картинами старых мастеров или творениями «изящной» архитектуры». Он полагал, что многие «фрактальные структуры были известны человеку с незапамятных времен, но описывались они только посредством искусства. Облака не являются сферами, горы не являются конусами, береговые линии не окружности, а кора не является гладкой, и путь молнии происходит не по прямой линии» [2]. В природе реки, ручьи, океанские волны, кораллы, морские звезды, морские коньки и раковины, молния, горные хребты, поры почвы, линии разлома земной коры, деревья с листьями, облака, паутина, морозные узоры на замерзшем стекле, формы снежинок, кактусы и многие другие растения их формирование подчинено закону броуновского движения со сложной хитросплетенной структурой фрактала. Они не только окружают нас, но и они внутри нас. Ведь многие органы человека обладают фрактальными свойствами, к примеру, лёгкие человека, кровеносная система, цепочки ДНК, нейроны мозга. Они имеют ответвления, как у ветвей и мощных стволов деревьев. Основу для его выводов заложил своим творчеством художник Кацусика Хокусай (1760 - 1849гг). В его коллекции рисунков с легкостью угадывается причудливая фрактальная структура: картины из серии «Сто видов горы Фудзияма», «Большая волна» (The Great Wave или иначе The Breaking Wave off Kanagawa). Мандельброт называл это идеальным «чутьем на фракталь». Один из основоположников Кубизма испанский живописец, скульптор, график и декоратор Хуан Грис в живописи придерживался модернистского направления, зародившегося в начале 20 века. Основная

черта Кубизма тех годов состояла в использовании геометризованных условных форм и стремлением как бы «раздробить» реальные объекты на стереометрические примитивы («Мужчина в кафе», 1914г). Лидером абстрактного экспрессионизма 1950 - х годов был американский художник Пол Джексон Поллак. Художники данного течения рисовали быстро и масштабно, с эмоциями присущими экспрессии. Графика минимализма направления имп - арта (своеобразного представления изображений невозможных фигур) голландского художника Маурица К.Эшера тому подтверждение. Руками Эшера было создано 448 литографий («Relativity», 1953г; восходящие и нисходящие бесконечные циклы с людьми на лестницах «Ascending and Descending», 1960г; «Waterfall», 1961г; и др.), гравюр на дереве и более 2000 рисунков и эскизов. В его произведениях искусства преобладают математические сюжеты, с использованием невозможных объектов таких, как куб Неккера, треугольник Пенроуз. Одним из первых он стал изображать в своих мозаичных картинах фракталы, пользуясь техникой «метаморфоз» (еще с 20 - х годов). Если обратить внимание на руки, рисующие друг друга, то угадывается простейшая рекурсия и самоподобие (литография «Drawing Hands», 1948г). Нередко он превращал живые предметы в неживые и наоборот («Metamorphosis II excerpt 4,5», 1939 - 40гг). На этого художника произвел большое впечатление мавританский стиль («Butterflies», 1950г; «Tetrahedral planetoids», 1954г; «Smaller & Smaller Colour», 1956г; «Snakes», 1960г). В своих работах он фактически разбивает плоскости на мозаики, треугольники, квадраты, шестиугольники, проецирует трехмерные фигуры на плоскость, играет со светом и тенью, создавая оптические иллюзии, контрасты, парадоксы. В 1954 г. в рамках Всемирного Математического конгресса были выставлены его работы. Фрактальные мотивы также воплощались в творчестве французского художника и ведущего представителя оп - арта Виктора Вазарели («Folklore», 1963г). В работы внедрялись повторы, спирали, решетчатые линии, создающие эффект нескольких пространств. Изображая котов и кошек, Луис Уильям Уэйн также внес свой вклад в историю фракталов в искусстве. Благодаря наделенным человеческими качествами котам или, иначе говоря, «антропоморфным», он стал известен. Интересный факт, в возрасте 23лет Уэйн женился на гувернантке своих сестер, у которой вскоре обнаружили рак. Он скрашивал тяжелые дни болезни жены тем, что обучал ее любимого кота разным трюкам, одновременно наблюдая за ним и делая наброски. Коты и их кошачий стиль стали основной чертой его творчества. Герберт Уэлс отзывался о нем так: «Он превратил себя в кота. И избрал кошачий стиль, кошачье общество, кошачий мир. Все английские коты должны стыдиться, если не будут хотя бы немного походить на котов Луиса Уэйна» [1].

Вспору добавить, что фрактальные теории, приходящиеся XX веку, исследоваться начали только с появлением компьютеров и компьютерного моделирования в XXI. В итоге родилось такое понятие как «фрактальная графика», которая сейчас считается современным искусством. Очень многие фотографии и художники демонстрируют ее в своих творениях.

#### **Список использованной литературы:**

1.Статья «Фрактальность в истории искусства». Электронный ресурс: [http:// fractal - shop.ru / center - featured / 218 - фракталы - в - истории - искусства](http://fractal-shop.ru/center-featured/218-фракталы-в-истории-искусства)

**УДК 72.04.03**

**В.Н.Купрюшина**

Студент гр. 341251 / 02

Институт горного дела и строительства Кафедра ГСиА  
Тулский Государственный Университет, Г.Тула, Российская Федерация

## **НАУЧНО - ФАНТАСТИЧЕСКИЙ ИНТЕРЬЕР STEAMPUNK**

Люди все больше устают от холодных, механических помещений, а ведь так хотелось бы окунуться в роскошь арт - деко и атмосферу гениальных загадочных изобретений прошлых столетий.

В любом современном интерьере при проектировании архитектурных объектов отталкиваются от индивидуальной идеи автора проекта. На становление истинно английского стиля в интерьере повлияли стили Викторианской XIX век и Григорианской эпох всего XVIII века. Он позаимствовал и некоторые отдельные элементы из колониальных стран таких, как Египет, Индия, Китай, Мавритания, Япония. Характерными чертами стиля «георгианского» времени была рядовая застройка; фасады домов сложены из плоских красных (в Великобритании) или разноцветных кирпичей (в США и в Канаде) и оштукатуренного белого орнамента, как правило, сделанного из арок и пилястров; входные двери окрашенные в различные цвета и в своей верхней части с открывающимися окошками; низ зданий обязательно был завершен цоколем. Стипунк (паропанк) – обширное направление культуры научно - фантастической мысли (с элементами «фэнтези»), поразившее мир, отвержением современной действительности и созданием своей альтернативной картины мира. Оно основано на освоении механики, физики, технологии паровых машин, различных двигателей, старых приборов радио - и эхолокации и другими изобретениями начала научно - технического прогресса. Но самое важное в нем это то, что оно стремится стилизовать все в основном под эпоху викторианской романтики Англии и раннего капитализма с характерным серым городским пейзажем и «рабочим будням» контрастных социальных расслоений населения. Определение этого направления появилось в середине 80 - х годов США. Вся культура стимпанка пропитана англосаксонским духом периода технической революции. Отцами - создателями этого стиля можно назвать писателей - фантастов Жюль Верн, Герберт Уэлс. И изначально он родился как жанр научной фантастики, и вырос из духа прошлого и позапрошлого веков. Книги, фильмы, художники, модельеры, дизайнеры, скульпторы популяризовали это направление культуры. Эта субкультура имеет несколько ярко выраженных особенностей: темные тона, преобладание смога и сепии в интерьере для зловещего ощущения, металлические конструкции с массивными фабричными (заводскими) трубами, дирижаблями, батискафами, воздушными шарами, паровыми машинами причудливого вида, оружие на пару, роботы, работающие без применения электроники, люди, одетые в викторианском стиле. Вся стилистика этого направления пронизана юмором, энергичной иронией, авантюризмом. Концепция «свобода творчества» позволила преобразовать старые дома тех эпох новыми свежими идеями, а также наоборот, новые объекты архитектурной

постройки, используя прием «искусственно состаренного» декора. Например, основой английского стиля принято считать деревянную мебель темных цветов из дорогостоящего красного дерева, мореного дуба или ореха. Но если допустить слияние его со стимпанковскими «штучками», то получится обновленный оригинальный шедевр со своим причудливым характером. Его также можно определить как ретрофутуризм (представление о грядущем будущем в ретростиле) за его «блуждания» между прошлым и будущим. Стимпанк у себя дома можно создать следующим образом: Цветовая палитра стимпанка отличается элегантной сдержанностью и магнетической простотой. Гамма включает коричневые тона, оттенки сепии итерракота, металлические (латунь, бронза, медь, сталь) и черный графита. Сочетание дымчатых вкраплений с приглушенными тонами голубого, «маунбеттена», зеленого и красного цветов позволяют сделать атмосферу не столь мрачной. Смягчит интерьер в меру теплое рассеянное освещение. Уместно будет даже применение газоразрядных ламп. Высокие светлые потолки с асимметричными линиями придадут глубины. Для «брутальности» на потолке можно применить заклепки, винтики с металлическими полосами. Деревянные элементы будут хорошо на удивление сочетаться с тканями из парусины. Идеальное решение для пола - пол из древесины дуба, покрытый лаком, но также и ламинат, паркет. Т.к. стимпанк не терпит синтетических материалов, то стены помещений можно оставить в своем первоначальном виде – бетонными, кирпичными, поклеить обоями в стиле английского гранжа, декорировать «под винтаж» древесину и камень. Дополнительную простоту могут создать межкомнатные металлические двери (как вход в каюту капитана загадочной подлодки). В выборе мебели обязательно нужно следовать критерию массивности темных цветов. Предпочтительнее кожаная, из грубых тканей (парчи). Конечно, при стилизации любыми современными устройствами (электронными гаджетами, компьютерами и прочей техникой последних десятилетий XIX века) под викторианскую культуру все будет выглядеть аутентично. Интерьер в стиле стимпанк – это открытый протест против приевшихся традиционных решений, навязываемых обществу.

#### **Список использованной литературы:**

1. Статья «Интерьер в стиле стимпанк. Фантастика в вашем доме». Электронный ресурс: <http://www.rmnt.ru/story/interior/961906.htm>
2. Статья «Стимпанк – стиль альтернативной реальности». Электронный ресурс: <http://stylemyhouse.ru/stimpank-stil-alternativnoj-realnosti/>

© В.Н. Купрюшина, 2016

**УДК 662.2**

**В.Н.Купрюшина**

Студент гр. 341251 / 02

Институт горного дела и строительства Кафедра ГСиА  
Тулский Государственный Университет, Г.Тула, Российская Федерация

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИ ЖИДКОГО РАКЕТНО - КОСМИЧЕСКОГО ТОПЛИВА**

В последние десять лет все более масштабно и открыто поднимаются вопросы экологии и социальной защиты населения от множества отягощающих факторов, столь незаменимой

для нашей безопасности - ракетно - космической деятельности. Каковы масштабы и главные проблемы этой деятельности я рассмотрю в своей статье.

Интенсивная ракетно - космическая отрасль на территории России за последний период породила огромное количество проблем и, поэтому стала привлекать к себе пристальное внимание. К этим проблемам следует отнести загрязнение окружающей среды отдельными частями ракето - носителей, а также токсичными компонентами самого ракетного топлива (гептил и его производные и др.). Однако самая большая из всех проблем – это заболеваемость населения, проживающего и работающего на территориях, прилегающих к районам падения ракет, их производства и переработки в менее токсичные соединения. В них зафиксированы нарушения билирубинового обмена, анемии беременных, развитие иммунодефицитов и рождение «желтых» детей и др. Гептил – это часто используемое топливо на основе несимметричного химического диметилгидразина (НДМГ) – высокотоксичного мгновеннодействующего вещества относящегося к первому классу опасности. НДМГ внесен в список особо опасных химически активных соединений Всемирной организацией здравоохранения. На организм человека оказывает общетоксическое и кожнораздражающее действие. Обычным путем через органы дыхания, кожный покров, желудочно - кишечный тракт поступает в организм и распространяется равномерно, поражая печень, центральную нервную, сердечно - сосудистую и кровеносную системы, развивая хронический бронхит и склероз легких. Для него характерны: летучесть, способность к накоплению в организме, частичная растворимость в воде в любом соотношении, легкая окисляемость с последующим превращением в более опасные соединения. К таким, как нитрозодиметиламин – жидкость желтого цвета, частично растворимая в воде и во многих других органических растворителях и, как оказалось, он в десять раз токсичнее самого гептила. Ракетными двигателями в качестве окислителя используется вещество первого класса опасности азотный тетраоксид (АТ) – летучая жидкость красного или желтого цвета с весьма резким запахом. Реагирует с множеством органических растворителей бурно и мгновенно, растворяясь в воде. Ракетно - космической отрасли заняты огромные территории России и Казахстана. Космодромы для мест запусков военных, разведывательно - геодезических и метеорологических ракет имеют такие страны мира, как США, Франция, Япония, Китай, Индия, Италия, Израиль, Бразилия и др. Гептил используется повсеместно в двигательных установках пилотируемых орбитальных кораблей и автоматических спутников, орбитальных и межпланетных станциях. Большинство русских ракет, такие, как «Протон - К», «Протон - КМ», «Циклон - 2» (11К69), «Циклон - 3» (11К68), «Космос - 3М» (11К65М) , «Штиль - 2», «Рокот», «Стрела», «Днепр», «Прибой», используют в качестве топлива его соединения. Другие зарубежные государства также используют это топливо: это американские ракеты семейства «Титан» — «Titan - IVA» «Titan - IVB»; французские семейства «Ариан» — «Ariane - 42P» «Ariane - 421» «Ariane - 44P» «Ariane - 4» «Ariane44L» «Ariane - 44LP»; японские семейства «N»; китайские «Большой Поход». При падении бака остатки топлива с легкостью рассеиваются в воздухе, мгновенно образуя ядовитое облако смога. Таким вот не хитрым образом, происходит загрязнение всеми компонентами ракетного топлива природы вдоль трасс полета. С течением некоторого периода времени гептилосодержащие вещества попадают в Мировой океан, что для глобальной экологии вовсе не безопасно. С каждым новым запуском загрязняются новые территории. Ученые всего мира трудятся над

вопросом о замене гептила на другое углеводородное менее отравляющее углеводородное горючее. В США исследователи из Эймовского центра NASA и Стэнфордского университета давно уже проводят испытания нового экологически чистого твердого топлива (на основе парафина и др.) [2]. А в России был разработан способ уничтожения остатков жидких компонентов отработанных ступеней жидкостных ракет [2]. Российские биологи вывели метод детоксикации с помощью высших растений – эйхорнии. Это позволит бороться с загрязнением среды гептилом. Процесс очистки включает следующие стадии: окисление и расщепление ядовитых токсикантов, и наконец, поглощение вредных веществ и использование их как удобрения для местной флоры [2]. Таким образом, можно утверждать, что использование, переработка, хранение гептила в ракетно - космической технике — это важная мировая проблема.

#### **Список использованной литературы:**

1.Статья «Под Почепом хотят перерабатывать ракетное топливо». Электронный ресурс: [http:// go32.ru / news / society / 26291 - pod - pochepom - hotyat - pererabatyvat - raketnoe - toplivo.html](http://go32.ru/news/society/26291-pod-pochepom-hotyat-pererabatyvat-raketnoe-toplivo.html)

2.Статья «Медико - социальные и экопроблемы использования ракет на жидком топливе (гептиле)». Электронный ресурс: [http:// www.al - tai.ru / ecolog / mediko - socialnye - i - ekologicheskie - problemy - ispolzovaniya - raket - na - zhidkom - toplive - geptile](http://www.al-tai.ru/ecolog/mediko-socialnye-i-ekologicheskie-problemy-ispolzovaniya-raket-na-zhidkom-toplive-geptile)

© В.Н. Купрюшина, 2016

**УДК 629.4.083**

**С.Л. Марулин**

магистрант УрГУПС

г. Екатеринбург, Российская Федерация

### **ИЗМЕРИТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ПАР ЛОКОМОТИВОВ**

В настоящее время для контроля за степенью износа бандажей колесных пар электровозов и тепловозов в сервисных локомотивных депо Российской Федерации применяются механические измерительные средства, такие как шаблоны, скобы и т. д. [1, 2].

Создание прибора необходимо для обеспечения оперативного [3, 4], высокоточного контроля элементов профиля поверхности катания колесных пар [5, 6], подверженных износу в процессе эксплуатации [7, 8]. В соответствии с этими требованиями, был разработан измеритель, предназначенный для контроля проката [9, 10], толщины [11, 12] и параметра крутизны гребня [13, 14] колесных пар локомотивов. Измерение этих параметров может производиться непосредственно на подвижном составе [15, 16], без выкатки колесных пар [17, 18], что обеспечивает оперативность контроля и экономическую эффективность [19, 20]. Для резистивных датчиков [21, 22], цифровые относительные единицы [23, 24], получаемые процессором от АЦП [25, 26], преобразуются в

миллиметровые значения данных [27, 28]. После чего производятся вычисления нужных параметров колеса [29, 30]. Измерение параметров профиля гребня выполняется с учетом номинального значения высоты гребня (30 мм) [31, 32]. Величина проката определяется как разница между измеренной высотой гребня и ее номиналом [33, 34]. Толщина гребня определяется прямым измерением на уровне 20 мм от вершины гребня [35, 36]. Величина параметра крутизны вычисляется как разница между толщиной гребня на уровне 13 мм от круга катания [37, 38] и толщиной на уровне 2 мм от вершины гребня [39, 40].

Функциональная схема измерителя представлена на рисунке. Вычислитель выполнен на базе микропроцессора фирмы Intel 80C51, с помощью которого осуществляется измерение, обработка и индикация параметров непосредственно на месте проведения замеров [41, 42]. Все измеренные параметры хранятся в памяти измерителя в течение 12 - часовой рабочей смены и их можно оперативно просмотреть на блоке индикации [43, 44]. Объем оперативной памяти микропроцессорного блока – 2 Гб [45, 46]. В измерителе используются резистивные датчики, соединенные с одним измерительным штоком [47 48].

Интерфейс с компьютером через последовательный порт в стандарте RS - 232 осуществляется через оптическую развязку и стандартный кабель. Блок питания представляет собой аккумуляторную батарею, включение которой производится при полном подсоединении к прибору [49, 50].

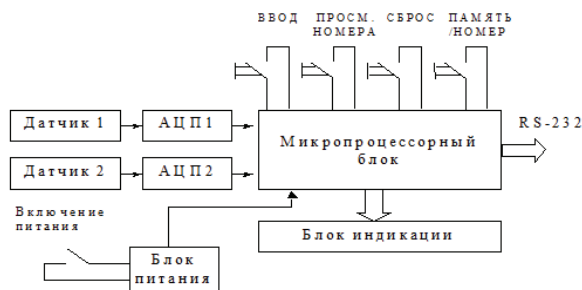


Рисунок. Функциональная схема измерителя

В качестве функциональной клавиатуры использованы микрокнопки типа ПКН - 159 - 3 [51, 52]. Измеритель параметров колесных пар представляет собой переносное малогабаритное устройство, имеющее модульную конструкцию, весом не более 1,5 кг, в состав которого входят вычислитель и измерительные датчики. Источником питания для прибора является аккумуляторная батарея, расположенная в съемной ручке устройства [53, 54]. Конструкция измерителя (устройства) позволяет использовать его в условиях загрязненной окружающей среды и широком диапазоне температур [55, 56].

Напряжение питания прибора 5 В и время непрерывной работы не менее 12 часов [57, 58]. В комплект устройства входят: комплексный измеритель геометрических параметров колёсных пар со встроенными датчиками измерения, две аккумуляторные батареи и зарядное устройство [59, 60]. Включение питания происходит автоматически при подсоединении аккумуляторной батареи. Поэтому при окончании работы или при длительных перерывах в работе необходимо передать измеренные параметры на

компьютер и отключить аккумуляторную батарею [61, 62]. При отключении питания все данные уничтожаются.

### **Список использованной литературы:**

1. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Исследование нагруженности бандажа электровоза с учетом реализации предельных тяговых усилий // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 2 - 2 (63). – С. 134–141.
2. Буйносов А.П., Умылин И.В. Теоретическое обоснование и основные принципы построения компьютерной модели экипажной части промышленного электровоза // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 1 - 2 (60). – С. 132–138.
3. Наговицын В.С., Буйносов А.П. Алгоритм поиска критических узлов железнодорожного подвижного состава // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 3. – С. 17–21.
4. Буйносов А.П., Умылин И.В. Разработка компьютерной модели экипажной части промышленного электровоза для расчета ресурса бандажей колесных пар // В сборнике: Интеллектуальный и научный потенциал XXI века. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2016. – С. 6–13.
5. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Анализ износа бандажей колесных пар грузовых электровозов 2ЭС10 и ВЛ11 // В сборнике: Закономерности и тенденции развития науки в современном обществе. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 9–14.
6. Буйносов А.П. Методика определения ресурса бандажей колесных пар электровозов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. – № 2. – С. 37–39.
7. Буйносов А.П. Износ бандажей и рельсов: причины и возможности сокращения // Железнодорожный транспорт. – 1994. – № 10. – С. 39–43.
8. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Влияние смазки на тяговые свойства локомотивов // В сборнике: Роль науки в развитии общества. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 5–10.
9. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Совершенствование конструкции гасителя колебаний для железнодорожного подвижного состава // В сборнике: Наука, образование и инновации. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 8–14.
10. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Исследование изменения напряженного состояния железнодорожного колеса в процессе эксплуатации // В сборнике: Приоритетные научные исследования и разработки. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2016. – С. 20–26.
11. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Влияние глубины маркировки бандажей на надежность колесных пар электровозов 2ЭС10 // Научно - технический вестник Поволжья. – 2013. – № 6. – С. 170–173.
12. Наговицын В.С., Буйносов А.П. Разработка алгоритма поиска критических узлов железнодорожного подвижного состава // Научно - технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 153–156.

13. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Блок для экспериментальных исследований вибрации узлов электропоезда в эксплуатации // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 5. – С. 147–149.
14. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Аппаратная реализация прибора для измерения геометрических параметров бандажей колесных пар // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 211–220.
15. Буйносов А.П. Выбор оптимального остаточного проката бандажей колесных пар электровозов ВЛ11 // Транспорт Урала. – 2010. – № 2. – С. 45–47.
16. Буйносов А.П., Денисов Д.С. О некоторых причинах образования дефектов бандажей колесных пар электровозов 2ЭС10 «Гранит» // Научно - технический вестник Поволжья. – 2013. – № 4. – С. 113–115.
17. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Сравнительный анализ износа колесных пар электровозов 2ЭС10 с различной маркой бандажей // Научно - технический вестник Поволжья. – 2014. – № 6. – С. 84–86.
18. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Разработка диагностического комплекса при техническом обслуживании электровозов на ПТОЛ // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 2. – С. 79–81.
19. Буйносов А.П., Воробьев А.А. Анализ влияния разности диаметров колесных пар по кругу катания на экономическую реализацию их ресурса // Транспорт Урала. – 2010. – № 2. – С. 48–52.
20. Буйносов А.П. Модель эксплуатационного износа сложных систем железнодорожного транспорта // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 21–25.
21. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Сравнительный анализ износа бандажей колесных пар электровозов 2ЭС10 и ВЛ11 // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 1. – С. 47–49.
22. Буйносов А.П., Денисов Д.С. Повышение долговечности бандажей колесных пар электровозов автоматизированными методами // В сборнике: Наука и современность. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 61–66.
23. Буйносов А.П., Денисов Д.С. О разработке прибора неразрушающего метода контроля бандажей колесных пар локомотивов // Научно - технический вестник Поволжья. – 2014. – № 4. – С. 69–72.
24. Буйносов А.П., Умылин И.В. Выбор конфигурации профиля бандажей колесных пар промышленных тепловозов // Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2015. – № 6 - 2. – С. 78–83.
25. Буйносов А.П., Умылин И.В. Измерение диаметра бандажа по кругу катания колесной пары магистрального локомотива // В сборнике: Традиционная и инновационная наука: История, современное состояние, перспективы. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 27–33.
26. Буйносов А.П. Выбор остаточного проката бандажей при обточке колесных пар электровозов ВЛ11 // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – Т. 6. – № 2. – С. 221–228.
27. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Методика прогнозирования ресурса бандажей колесных пар локомотивов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – № 5 (295). – С. 136–144.

28. Буйносов А.П., Умылин И.В. Методика определения причин отказов узлов подвижного состава с помощью закона Парето // В сборнике: Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2016. – С. 27–32.
29. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Новый гребнесмазыватель твердого типа // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 10. – С. 54–55.
30. Балдин В.Л., Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение ресурса бандажей колесных пар электровозов ВЛ11 за счет выбора оптимального остаточного проката // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2011. – № 2. – С. 63–66.
31. Буйносов А.П., Умылин И.В. Анализ процесса эксплуатационного износа гребней бандажей колесных пар подвижного состава // В сборнике: Научные открытия в эпоху глобализации. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2016. – С. 28–34.
32. Буйносов А.П., Умылин И.В. Повышение надежности посадки деталей с натягом сформированных колесных пар локомотивов // В сборнике: Инновационное развитие: ключевые проблемы и решения. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 15–19.
33. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение износостойкости колесных пар электроподвижного состава за счет обработки гребней триботехническим составом // Транспорт Урала. – 2011. – № 3. – С. 59–64.
34. Марулин С.Л. Улучшение конструкции пути и подвижного состава для уменьшения силового взаимодействия // В сборнике: Современная наука: Теоретический и практический взгляд. Сборник статей Международной научно - практической конференции: в 4 - х частях. – 2016. – С. 72–78.
35. Буйносов А.П., Умылин И.В. Повышение ресурса бандажей колесных пар моторных вагонов электропоездов // В сборнике: Инновации, технологии, наука. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 44–48.
36. Буйносов А.П., Умылин И.В. Анализ эксплуатационного износа гребней бандажей колесных пар локомотивов // В сборнике: Новые задачи технических наук и пути их решения. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – 2015. – С. 39–44.
37. Буйносов А.П., Умылин И.В. Новый блок управления системы гребнесмазывания железнодорожного подвижного состава // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 6. – С. 99–101.
38. Буйносов А.П., Умылин И.В. Оптимизация процесса обточка бандажей колесных пар локомотивов // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 3. – С. 101–104.
39. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повреждение электрическим током роликовых подшипников грузовых электровозов // Новая наука: Современное состояние и пути развития. – 2015. – № 6 - 2. – С. 149–154.
40. Буйносов А.П. Основные причины интенсивного износа бандажей колесных пар подвижного состава и методы их устранения. – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 224 с.
41. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса колесных пар тягового подвижного состава: Монография. – М.: Изд - во «УМЦ образования на жд. тр - те», 2010 – 224 с.

42. Горский А.В., Буйносов А.П., Боярских Г.С., Лавров В.А. Бандажи и рельсы (опыт Свердловской дороги) // Локомотив. – 1992. – № 4. – С. 25–33.
43. Буйносов А.П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар тягового подвижного состава: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Уральский государственный университет путей сообщения. Екатеринбург, 2011. – 344 с.
44. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Анализ причин отказов узлов электровозов на основе закона Парето и диаграммы Исикавы // Вестник транспорта Поволжья. – 2013. – № 3 (39). – С. 35–39.
45. Буйносов А.П., Шепелева И.О. Моделирование упрочнения стали бандажей при термообработке колесных пар электровозов // Научно - технический вестник Поволжья. – 2015. – № 2. – С. 86–89.
46. Буйносов А.П., Шепелева И.О. Модель теплового процесса упрочнения стали бандажей колесных пар электровозов при нагреве равномерно распределенными источниками // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2014. – № 4. – С. 150–157.
47. Буйносов А.П. Восстановление конфигурации изношенных гребней бандажей промышленных электровозов с помощью наплавки без выкатки колесных пар // Транспорт: наука, техника, управление. – 2013. – № 4. – С. 32–37.
48. Буйносов А.П., Шепелева И.О. Увеличение ресурса колесных пар электровозов за счет плазменного упрочнения гребней бандажей // Научно - технический вестник Поволжья. – 2013. – № 6. – С. 182–185.
49. Буйносов А.П. Снизить интенсивность износа гребней // Локомотив. – 1995. – № 6. – С. 31–32.
50. Марулин С.Л. Основные эксплуатационные требования, предъявляемые к тяговому подвижному составу // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 5 - 2 (79). – С. 128–134.
51. Буйносов А.П. Восстановление в депо профиля бандажей промышленных электровозов с помощью наплавки без выкатки колесных пар // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2013. – Т. 6. – № 5. – С. 543–554.
52. Буйносов А.П. Разработка и аппаратная реализация прибора для измерения геометрических параметров бандажей колесных пар // Транспорт Урала. – 2010. – № 3. – С. 64–68.
53. Буйносов А.П. Взаимодействие колеса и рельса // Путь и путевое хозяйство. – 1999. – № 5. – С. 22–28.
54. Буйносов А.П. Применение гребне и рельсосмазывателей для уменьшения износа колес локомотивов // Железнодорожный транспорт. – 2001. – № 4. – С. 14–18.
55. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Применение триботехнического состава для уменьшения интенсивности износа гребней колесных пар электроподвижного состава и рельсов // Технология машиностроения. – 2014. – № 4. – С. 47–52.
56. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Выбор профиля поверхности катания бандажей колесных пар электровозов ВЛ11 // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2012. – № 2. – С. 46–60.

57. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Уменьшения износа гребней колесных пар электроподвижного состава // Вестник Всероссийского научно - исследовательского и проектно - конструкторского института электровозостроения. – 2011. – № 2. – С. 114–125.

58. Буйносов А.П. Еще раз об износе колеса и рельса // Путь и путевое хозяйство. – 2010. – № 9. – С. 23–28.

59. Буйносов А.П. Оценка эффективности снижения износа бандажей колесных пар электровозов, обточенных по различным профилям // Транспорт: наука, техника, управление. – 2010. – № 12. – С. 40–42.

60. Буйносов А.П. Методика контроля шероховатости посадочных поверхностей, обеспечивающая надежность соединения «бандаж - обод» колесных пар тягового подвижного состава // Вестник транспорта Поволжья. – 2010. – № 2. – С. 5–14.

61. Марулин С.Л. Проведение испытаний несущих конструкций тягового подвижного состава для продления сроков его эксплуатации // В сборнике: Управление инновациями в современной науке. Сборник статей Международной научно - практической конференции. – Уфа, 2016. – С. 57–63.

62. Буйносов А.П., Пышный И.М. Продление ресурса бандажей колесных пар Технология машиностроения. – 2012. – № 6. – С. 44–46.

© Марулин С.Л., 2016

**УДК 697.1 : 536.2**

**Е. В. Одокиенко**

старший преподаватель кафедры

«Теплогасоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение»

**В.Г.Кузнецова**

студентка 4 курса

Тольяттинский государственный университет

г. Тольятти, Российская Федерация

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ**

В связи с возросшей с 2007 года потребностью в дошкольном образовании, а, следовательно, и в местах в детских садах, местные власти были вынуждены принять меры. Так как строительство новых детских садов требует много средств, времени, площади, то реконструкция существующих зданий стала единственным рациональным решением. При этом необходимо учесть требования нормативных документов по тепловой защите к строящимся и реконструируемым зданиям: поэлементное и комплексное. Поэлементное требование подразумевает под собой обязательное утепление наружных стен, а комплексное с 1.01.2016 запрещает вводить в эксплуатацию здания класса энергоэффективности ниже "В" – высокий. Так как в Тольятти насчитывается 87 детских садиков, большая часть которых построена в 60 - ые годы, то у подавляющего большинства

зданий наружные стены не утеплены, то есть утепление фасада становится обязательным. Вообще целесообразность данного мероприятия в России, а, следовательно, целесообразность ужесточения поэтапного требования – вопрос спорный и неоднократно подвергался сомнению [2]. Но, тем не менее, игнорировать это требование проектировщик не может. Более того, ФЗ №261 требует к 2016 году снизить величину энергопотребления на 30 % , что можно достичь различными путями [3]. Рассмотрен один из способов – увеличение требуемого сопротивления теплопередаче на примере одного из реконструируемых зданий детского сада г.о.Тольятти. Для качественного утепления фасада прежде всего необходимо подобрать хороший теплоизоляционный материал. Были рассмотрены три наиболее распространенных на сегодняшнем рынке материала: минеральная вата Rockwool, пенополистирол, минеральные плиты ПСБ. Вата на основе базальтового волокна Rockwool имеет хорошие отзывы покупателей, на данный момент это один из лучших утеплителей. Пенополистирол также обладает хорошими теплозащитными свойствами, но срок эксплуатации, заявленный производителем (до 120 лет), является сомнительным, эти данные не подтверждены ни научной литературой, ни эксплуатационниками. Однако зафиксированы случаи пагубного взаимодействия утеплителя с другими материалами. Например, использование пенополистирола с гидроизоляционным ковром приводило к образованию трещин в утеплителе за 2 года [4]. По результатам расчета окупаемости утепления фасада тремя материалами по методике [5] и анализу изменения теплотехнических качеств утеплителя со временем для проекта была принята минеральная вата ROCKWOOL (Таблица 1).

Таблица 1 – Оценка окупаемости утепления фасада

Параметр	Заявленный срок эксплуатации	При заявленном коэффициенте теплопроводности ( $\lambda$ , Вт / (м <sup>2</sup> ·°C))	
		Срок окупаемости (лет)	Чистая прибыль (руб)
Rockwool	50	34	1592
Пенополистирол (ПСБ)	30	32,3	---
Мин.плиты	50	34,4	1564

Было проведено технико - экономическое сравнение двух вариантов утепления фасада ватой ROCKWOOL: с сопротивлением теплопередаче, взятым из свода правил, и увеличенным на 30 % (Таблица 2).

Таблица 2 – Технико - экономическое сравнение вариантов утепления

Обоснование	СП 50.13330.2012	ФЗ №261
Расчетная удельная характеристика расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию, Вт / (м <sup>3</sup> ·°C)	0,567	0,541
Класс энергоэффективности	C <sup>+</sup>	C

Стоимость монтажных работ, руб	2974301	4039528
Окупаемость, лет	24	34

Как видно из расчета, переплата около миллиона рублей за монтаж приводит к незначительному повышению энергоэффективности здания и существенно увеличивает срок окупаемости. То есть увеличение сопротивления теплопередаче на 30 % необоснованно в данном случае. По экспертной оценке энергетического потенциала [5] утепление фасада приводит к снижению энергозатрат лишь на 1 % . Поэтому необходимо при реконструкции также предусмотреть и другие мероприятия по повышению энергоэффективности: проектирование автоматизированного индивидуального теплового пункта, что позволит снизить энергозатраты не менее чем на 10 % ; замена деревянных окон на герметичные пластиковые. Установка стеклопакетов без реконструкции системы естественной приточно - вытяжной вентиляции, запроектированной практически повсеместно в советских проектах школ и детских садах, приводит к превышению допустимых норм параметров микроклимата [6]. Этот вывод подкреплен исследованиями, проведенными автором в одном из образовательных учреждений (Рисунок 1, 2) [7].

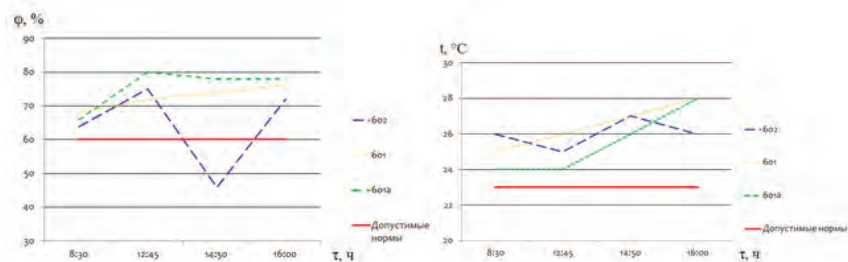


Рисунок 1 – Результаты измерения относительной влажности и температуры внутреннего воздуха

Остро встает вопрос качества воздуха. Если в жилых и административных зданиях проблему решают сквозным проветриванием, выбрасывая на улицу тепловую энергию, то в детских садах это недопустимо, так как может привести к серьезным простудным заболеваниям детей. Поэтому рациональным решением проблемы становится применение децентрализованных рекуператоров, позволяющих «обновить» внутренний воздух и утилизировать тепло отработанного воздуха. При этом степень рекуперации отдельных моделей достигает 75 % , а по экспертной оценке энергозатраты снизятся не менее чем на 10 % .

Таким образом, при реконструкции дошкольных образовательных учреждений следует применять комплекс мер для снижения энергопотребления. В настоящее время, как правило, проблема энергосбережения решается за счет выдвигания на первое место экономии топлива при эксплуатации здания за счет значительного повышения уровня теплозащиты окон и стен. В результате мы имеем дискомфортные условия в помещении и резкое увеличение энергетических затрат на строительство и ремонт здания. Но такое повышение должно осуществляться в разумных пределах, обоснованно, с тщательным

выбором утеплителя и экономического обоснования принятой его толщины и после того, как исчерпан энергосберегающий потенциал других возможных мероприятий: автоматизация теплового пункта и реконструкция системы вентиляции. Только в этом случае можно преодолеть несогласованность между функционированием различных инженерных систем здания и обеспечить в здании требуемые параметры микроклимата.

#### **Список использованной литературы:**

1. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23 - 02 - 2003 [Электронный ресурс]. – Введ. 2013 - 07 - 01. Режим доступа: [http:// docs.cntd.ru / document / 1200095525](http://docs.cntd.ru/document/1200095525).
2. Гагарин, В.Г. Методы экономического анализа повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций зданий / В.Г. Гагарин. // Журн. АВОК. – 2009. – №1.
3. Практическое пособие по повышению энергетической эффективности многоквартирных домов при капитальном ремонте. В 6 - ти томах. Под ред. Г.П. Васильева. Том 4. Приволжский Федеральный округ. Региональное приложение В – М. : 2015. – 247 с.
4. Баталин, Б.С. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения / Б.С. Баталин // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – 2010. – №9. – С. 604 - 619.
5. СТО 17532043 - 001 - 2005. Нормы теплотехнического проектирования ограждающих конструкций и оценки энергоэффективности зданий. [Электронный ресурс]. – Введ. 2006 - 01 - 01. Режим доступа: [http:// files.stroyinf.ru / Data1 / 46 / 46773 /](http://files.stroyinf.ru/Data1/46/46773/).
6. Одокиенко, Е.В. Проблема качества микроклимата жилых помещений / Е.В.Одокиенко, Н.В.Маслова // Природоресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С.78 - 80.
7. Кузнецова, В.Г. Микроклимат и энергосбережение в общественных зданиях / В.Г. Кузнецова // Новая наука: теоретический и практический взгляд. – Стерлитамак: РИЦ АМИ, 2015. – С.178 - 179.

© Е.В.Одокиенко, В.Г.Кузнецова, 2016

**УДК 621.892.9**

**Н.Ю. Паршукова**

старший преподаватель кафедры технической механики  
Снежинский физико - технический институт НИЯУ МИФИ

**Ю.Ю. Лушина**

студент 3 курса кафедры технической механики  
Снежинский физико - технический институт НИЯУ МИФИ

**Ю.А. Нежевенко**

студент 4 курса кафедры технологии машиностроения  
Снежинский физико - технический институт НИЯУ МИФИ  
г.Снежинск Челябинской области, Российская Федерация

### **ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В УСЛОВИЯХ ПОЛУЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОМЕТИЛСИЛИКАНАТОВ**

**Аннотация.** Рассмотрена возможность использования алюмометилсиликоната натрия в качестве дисперсной плёнки при полужидкостном трении в условиях средних скоростей

при работе подшипника скольжения. Данная плёнка равномерно распределяется по всей внутренней поверхности вкладыша подшипника, что позволяет при повышении нагрузок избежать ее разрыва. Проведенные расчеты показывают, что эксплуатацию подшипника возможно осуществлять при температуре до  $600^{\circ}\text{C}$ , высоких нагрузках и средних скоростях вращения.

### Введение

Работа трения является основным показателем работоспособности подшипника. Трение определяет износ и нагрев подшипника, а так же его КПД. В зависимости от режимов работы подшипника возможны два режима трения: жидкостное и полужидкостное [1, с.310].

При жидкостном трении трущиеся поверхности разделены слоем жидкого смазочного материала, находящегося под определенным давлением, т.е. рабочие поверхности вала и вкладыша разделены слоем масла, толщина  $h$  которого больше суммы высот  $Rz$  шероховатостей поверхностей вала и подшипника [1,с.310]. На рис.1 представлена схема жидкостного трения.

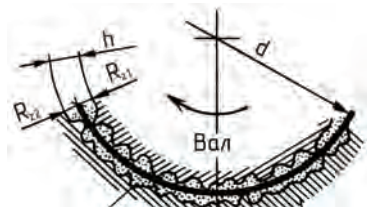


Рисунок 1 – Схема жидкостного трения

$d$  - диаметр вала;  $h$  - толщина масляной плёнки;  $Rz_1$  - шероховатость поверхности вала;  $Rz_2$  - шероховатость поверхности подшипника.

В труднодоступных местах конструкции возникает сложность с организацией подвода смазки к месту взаимодействия деталей, которая чаще всего решается за счёт формирования тонкой дисперсной плёнки в зоне раздела поверхностей деталей. Такой способ получил название полужидкостного трения.

При полужидкостном трении условие  $h \geq Rz_1 + Rz_2$  не соблюдается, в подшипнике будет смешанное трение — одновременно жидкостное и граничное. Граничным называют трение, при котором трущиеся поверхности покрыты тончайшей пленкой масла, образовавшейся в результате действия молекулярных сил и химических реакций активных молекул масла и материала вкладыша.

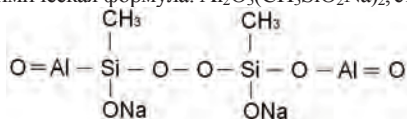
Однако образующаяся дисперсная плёнка неравномерна по толщине, и при увеличении нагрузок и скоростей участки, имеющие малую толщину, разрываются. При этом детали начинают напрямую контактировать друг с другом, то есть в местах соприкосновения возникает износ. Предлагаемые в промышленности смазочные материалы не всегда обеспечивают равномерное распределение дисперсной плёнки по всей соприкасающейся поверхности деталей в широком диапазоне нагрузок. В данной работе сделана попытка решения этой проблемы с использованием в качестве дисперсной плёнки алюмометилсиликоната натрия.

## Расчеты и эксперименты

При проведении расчётов рассматривались условия работы подшипника скольжения, насаженного на вал. Диаметр подшипника  $d=60$  мм, длина вкладыша  $l=60$  мм, скорость вращения вала  $v \geq 2$  м / с, частота вращения  $n$  изменялась от 760 до 3000 об / мин, нагрузка  $F$  – от 50 до 1000 Н. Материал вала – сталь марки 40Х ГОСТ 4543 - 71, материал подшипника (вкладыша) – бронза марки БрАЖ9 - 4 ГОСТ 493 - 79.

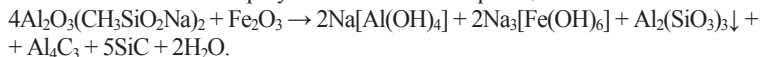
В качестве смазочного материала при полужидкостном трении применяется алюмометилосиликонат натрия (АМСР - 3).

Алюмометилосиликонат натрия АМСР - 3 ТУ 6 - 02 - 700 - это соединение, образующееся при взаимодействии метилсиликоната натрия с металлическим алюминием. Данное вещество представляет собой бесцветную или желтоватую жидкость, смешивающуюся с водой в любых соотношениях. Плотность  $\rho$  при температуре 20°C от 1,14 г / см<sup>3</sup> до 1,25 г / см<sup>3</sup>, динамическая вязкость  $\mu = 27,8$  сП, массовая доля нелетучих веществ  $\omega$  от 23 до 27 % . Химическая формула:  $Al_2O_3(CH_3SiO_2Na)_2$ , структурная формула имеет вид:



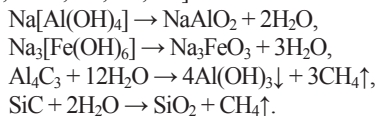
Алюмометилсиликонаты натрия используются [2,5] для обработки пористых строительных материалов, в металлургии. Поверхность, обработанная алюмометилсиликонатом натрия, не впитывает влагу и сохраняет газо - и воздухопроницаемость.

В данной работе сделана попытка использовать АМСР - 3 в качестве смазочного материала. При проведении исследований в подшипник скольжения вводилось небольшое количество алюмометилосиликаната натрия, вращение осуществлялось в течение 10 минут и при температуре от 20 до 60°C, скорости  $v \geq 2$  м / с и частотах вращения 760 об / мин, 1350 об / мин и 3000 об / мин. В результате химической реакции:



образуются тетрагидроксоалюминат натрия и гексагидроксоферрат натрия, выполняющие роль защитной дисперсной пленки, толщина которой составляет от 0,2 до 0,5 мм.

При повышении температуры выше 600°C дополнительно могут происходить реакции [4, с.311,325,353,266]:



Из приведенных химических реакций видно, что образующиеся при высоких температурах вещества летучи и химически активны по отношению к материалу вала и вкладыша, поэтому эксплуатацию подшипника необходимо осуществлять при температуре контактирующих поверхностей менее 600 С°.

Для оценки работоспособности подшипника определялся коэффициент трения по формуле [3, с.390]:

$$f = 3,36 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\mu n}{\psi p} + 0,55 \psi,$$

где  $\mu$  – динамическая вязкость, сП;

$p$  – давление в подшипнике, Н / см<sup>2</sup>;  
 $n$  – частота вращения вала;  
 $\psi$  – относительный зазор,  $\psi = 0,0005$ .

Давление в подшипнике подсчитывалось при нагрузках  $F$  50 Н, 500 Н и 1000 Н по следующей формуле [3, с.384]:

$$p = \frac{F}{dl},$$

где  $F$  – нагрузка, действующая на подшипник;

$d$  – диаметр подшипника;

$l$  – длина вкладыша.

Изменение коэффициента трения от частоты вращения и нагрузки приведено в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость коэффициента трения от нагрузки в подшипнике и частоты вращения вала

Частота вращения $n$ , об / мин	Нагрузка в подшипнике $F$ , Н	Коэффициент трения, $f$
3000	50	0,403
	500	0,041
	1000	0,02
1350	50	0,182
	500	0,018
	1000	0,009
760	50	0,102
	500	0,01
	1000	0,005

Коэффициент трения уменьшается при увеличении нагрузки и увеличивается при увеличении частоты вращения. Для приведенных частот и нагрузок минимальный коэффициент трения составляет 0,005 и достигается при частоте вращения  $n = 760$  об / мин и нагрузке 1000 Н.

Также проводился расчет по критерию работоспособности при полужидкостном трении (произведение давления на скорость) [1, с.321]:

$$pv \leq [pv],$$

где  $p$  – давление в подшипнике, МПа;

$v$  – скорость вращения вала, м / с.

Результаты расчётов представлены в табл. 2. Видно, что расчетные значения  $pv$  значительно меньше допустимого при всех нагрузках.

Таблица 2 – Зависимость произведения  $pv$  от нагрузки

Материал вкладыша подшипника	Нагрузка $F$ , Н	Скорость $v$ , м / с	Давление $p$ , МПа	Произведение давления на скорость	Допустимое значение $[pv]$
БрАЖ9 - 4	50	2	0,0139	0,0278	12
	500	2	0,1389	0,2778	12
	1000	2	0,2778	0,5556	12

## **Вывод**

Рассмотрена возможность применения аломометилсиликоната натрия в качестве смазочного материала, образующего прочную нелетучую дисперсную плёнку толщиной 0,2 - 0,5 мм, работающую в условиях полужидкостного трения.

Результаты расчетов коэффициента трения и критерия работоспособности при различных нагрузках и частотах вращения вала показали повышение работоспособности подшипника в условиях полужидкостного трения с дисперсной пленкой из аломометилсиликоната натрия. Оптимальные режим работы подшипника - в условиях повышенных нагрузок и средних скоростей. При этом следует соблюдать условие сохранения температуры контактирующих поверхностей менее 600°С. При увеличении температуры выше этого предела происходит нежелательное образование окисных пленок.

## **Список использованной литературы:**

1. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: «Высшая школа», 1976.
2. Паршукова Н.Ю. Использование добавок для улучшения свойств керамических форм в литье по выплавляемым моделям // Известия ВУЗов, Черная металлургия. - 2013. - №2. – с.69 - 70.
3. Решетов Д.Н. Детали машин. - М.: Машиностроение, 1989.
4. Хомченко Г. П. Пособие по химии для поступающих в вузы. - М.: ООО «Издательство Новая Волна», 2002.
5. [http:// www.sofex - silicone.ru / catalog / view \\_ goods / 28](http://www.sofex-silicone.ru/catalog/view_goods/28)

© Н.Ю. Паршукова, Ю.Ю. Лушина, Ю.А. Нежевенко 2016

**УДК621.21**

**Пушнин О.А., Пушнина О.В.**

магистрант кафедры

«Судостроение и энергетические комплексы морской техники»

Астраханский государственный технический университет,

г. Астрахань, Российская Федерация

## **АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВЫХ КОТЛОВ**

Газотрубные котлы входят в состав судовых энергетических установок, являясь одним из наиболее ответственных элементов жизнеобеспечения судов. Котельные установки с газотрубными котлами нашли широкое применение на всех типах судов благодаря ряду положительных свойств, в числе которых простота конструкции и технологичность, удобство компоновки, высокая степень автоматизации, низкие эксплуатационные затраты и др. [1]

Надежность и ресурс судовых котельных установок во многом определяются рабочими характеристиками узлов соединения теплообменных труб и трубных досок [2].

Как показывает практика эксплуатации судов отечественного и зарубежного флота, основные проблемы, возникающие при работе газотрубных котлов, вызваны потерей герметичности этих элементов, что обусловлено рядом причин:

- ухудшение условий отвода теплоты из зоны крепления ввиду образования накипных и иных отложений;
- коррозионные разрушения узлов крепления труб;
- ухудшение теплоотдачи ввиду нарушения проектных параметров течения теплоносителей;
- наличие неравномерности течения газов по фронту трубной доски котла и др.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных исследованию и нейтрализации указанных отрицательных факторов, до настоящего времени исчерпывающего решения не найдено. Это подтверждается многочисленными фактами отказов и аварий, связанных с эксплуатацией газотрубных котлов. Важность решения задачи повышения надежности судовых газотрубных котлов особенно актуальна в связи с тем, что аварии котельных установок отражаются на надежности работы судовой энергетической установки и судна в целом.

Решение актуальной задачи по повышению надежности и ресурса элементов крепления труб в трубной доске позволит значительно увеличить надежность котлов данного типа и повысить безопасность эксплуатации судов речного и морского флота.

#### Высокотемпературные дефекты

Среди повреждений от воздействия высоких температур на элементы котлов можно в отдельную категорию выделить повреждения, возникающие от длительного и кратковременного перегрева. Стоит отметить, что подобные неблагоприятные воздействия нужно рассматривать не как совершенно отдельный вид, а как один из факторов, приводящих к развитию других неблагоприятных факторов, приводящих к повреждению элементов котлов.

Длительным перегревом считают такие условия, при которых температура металла превышает проектные пределы в течение многих суток, недель, месяцев. Этот вид перегрева становится причиной большего числа аварий, чем любые другие механизмы. Поскольку при повышенных температурах сталь теряет большую часть своей прочности, по мере повышения температуры вероятность появления разрывов возрастает. [3]

Следует отметить, что при температуре свыше 430 °С происходит резкое снижение прочности. [2]

Максимально допустимая температура (теплостойкость) зависит от металлургических свойств материалов. Длительный перегрев зависит от температуры, длительности воздействия данной температуры и свойств материалов. [3]

При увеличении количества легирующих элементов в металле, особенно Cr, Ni, Mo, для сплавов допускается воздействие более высоких температур. Поэтому применение легированных жаростойких сталей является одним из перспективных условий проектирования поверхностей теплообмена для жаротрубных котлов с точки зрения повышения их стойкости к воздействию высоких температур. [3]

Одним из признаков длительного перегрева может быть толстый хрупкий темный слой оксидов как на внутренней, так и на внешней поверхности. Если температура металла

превышает определенное значение, характерное для данного сплава, термическое окисление становится чрезмерным.

Поэтому одной из главных задач при математическом моделировании термического состояния узла крепления труб в трубной доске было определение температур в них с точки зрения возможности образования отложений, препятствующих нормальному теплообмену. Характер повреждений при перегреве металла зависит от величины и длительности повышения температуры и может иметь следующие проявления:

- изменение структуры и прочности металла;
- выпучины плоских поверхностей;
- локальные увеличения диаметра труб, связей;
- провисание или прогиб труб, связей;
- сужение и проседание жаровых труб;
- разрывы и продольные трещины при незначительном утонении стенки в местах повреждений. [3]

Случаи «чистого» перегрева встречаются достаточно редко, только в случаях нарушения правил технической эксплуатации.

#### Усталость материала

При высоких температурах в металле интенсифицируются процессы ползучести и изменения структуры (обезуглероживание, графитизация и т.п.), которые могут явиться причиной разрушения элементов котла. В таких случаях обычно говорят о перегреве (или пережоге) металла. Причинами недопустимых повышений температуры металла являются: наличие отложений накипи или масла, неравномерность наружного загрязнения отложениями золы и сажи, нарушения циркуляции в котле и упуски воды, обусловленные конструктивными недостатками и нарушениями инструкций по эксплуатации.

Процессы усталостных и термоусталостных повреждений элементов котлов, которые характерны преимущественно для газотрубных и огнетрубно - водотрубных котлов очень опасны и плохо контролируемы. Практика эксплуатации судовых котлов свидетельствует, что число аварий котлов на 1000 единиц составляет 2 - 6 аварий в год, из них 60 - 70 % происходит с огнетрубными, или огнетрубно - водотрубными котлами.

Главными конструкционными недостатками огнетрубных и огнетрубно - водотрубных котлов – высокая жесткость их конструкций, что в сочетании с воздействиями высоких температур создают высокие напряжения внутренних элементов из - за температурного расширения. При этих условиях сколько - нибудь интенсивный обогрев трубной доски вызывает появление в ней дополнительных термических напряжений за счет разницы наружной и внутренней температуры металла. Эти дополнительные напряжения приводят к часто наблюдаемым расстройкам трубных присоединений .

Коррозионное разрушение материалов различают по распределению по всей поверхности контакта на равномерное и язвенное (локальное). Равномерная коррозия обусловлена химическим окислением, язвенная вызывается как химической, так и электрохимической активностью. Механизму электрохимической коррозии посвящено много работ .

Электрохимическую коррозию в судовых котлах можно разделить на несколько различных видов: кислородная, стояночная, подшламовая, межкристаллитная, щелевая, сернистая (низкотемпературная) и др. [4]

Как известно, щелочная хрупкость может наблюдаться при повышенных концентрациях щелочи в воде в местах высоких напряжений, где при упаривании воды резко возрастает концентрация щелочи и других агрессивных соединений. Таким неблагоприятным местом в котле является узел соединения трубной доски и дымогарных труб.

Анализ полученных распределений остаточных напряжений показал, что самым опасным участком вальцованного соединения "труба – трубная доска" в кожухотрубных теплообменниках является конечный участок переходной зоны. При накоплении отложений на передней трубной доске и трубках, а также при наличии повышенной концентрации щелочи в воде и при ее упаривании под слоем накипи резко возрастает концентрация щелочи, что вместе с высокими механическими напряжениями приводит к развиту межкристаллитной коррозии. [3]

Как правило, многие механизмы коррозии протекают одновременно. На практике обычно в разрушении металла принимают участие несколько процессов химической и электрохимической коррозии, которые могут протекать как последовательно, так и параллельно.

Если отдельные локальные зоны коррозии совпадают с областями колебаний высоких механических нагрузок или термических напряжений, то разрушение элементов наступает в 2 - 3 раза чаще, чем при каждом из отдельных видов разрушений. Коррозионная усталость может проявиться в любом месте, где действуют высокие циклические напряжения достаточной величины. Коррозионно - усталостные разрушения обычно действуют в котлах, работающих при пиковых нагрузках, с перерывами или другими циклическими нагрузками.

Коррозионная усталость представляет собой вид повреждений, которые могут происходить без концентрирования коррозионноспособных веществ, но, часто трещины появляются на поверхности, поврежденной коррозией.

С продолжением циклических нагружений клинообразная трещина в стенке разрастается и может пройти на всю толщину стенки трубы.

Коррозия при глубине трещины в 2...3 мм часто переходит в щелевую, что ускоряет разрушение основного металла.

Накопление дефектов, возникающих на первом и втором этапе, называют повреждаемостью металла, которая во многом зависит от свойств материалов и температурных условий его работы. Соответственно, чем выше температура, тем выше скорость накопления повреждаемостей от различных колебаний нагрузок, в том числе циклических температурных напряжений.

#### Процессы накипеобразования

Судовые котельные установки являются теплообменными аппаратами, на поверхности которых в процессе эксплуатации образуются накипные отложения. Эти отложения снижают надежность и экономичность.

Снижение эффективности работы обусловлено не только ухудшением теплообмена между греющей средой и питательной водой установок, но и образованием на трубках шлама, свищей из-за подшламовой коррозии.

Отложение накипи на теплопередающих поверхностях является одним из основных препятствий на пути дальнейшего повышения экономичности протекающих процессов.

Накипеобразование было и остается одной из причин необходимости межсезонного ремонта и чистки теплообменного оборудования. В различных источниках приводятся данные о том, что слой накипи толщиной 1 мм приводит к ухудшению теплообменных процессов на 20 - 25 %.

В области температур нагрева и солесодержания морской воды, характерных для судовых опреснителей, накипь почти целиком представлена карбонатом кальция. Однако, публикации, посвященные изучению механизма отложений этой разновидности накипи, весьма скудны. Объясняется это, по - видимому, сложностью поведения карбонатной системы в океанской воде и недостаточной изученностью физико - химических основ тех процессов, которыми обусловлено осаждение карбонатной накипи на поверхностях нагрева.

Необходимо также сказать о химическом составе морской воды, которая отличается высоким солесодержанием и большой жесткостью. Ионный состав воды морей и океанов постоянный, хотя общее солесодержание изменяется в широких пределах. Например, общее солесодержание Балтийского моря соответствует 7 - 10 г / кг, Каспийского моря - 5 - 15 г / кг, Черного моря - 18 - 30 г / кг, Средиземного моря - 38 - 39 г / кг, а Тихого и Атлантического океанов в пределах 5 г / кг. При этом общая жесткость океанской воды доходит до 140 мгэкв / л. Ионный состав океанской воды приведен в таблице 1.

Табл.1 Ионный состав океанской воды

Катионы	мг / л	Анионы	мг / л
Na <sup>+</sup>	10768	Cl <sup>-</sup>	19360
Mg <sup>2+</sup>	1297	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2702
Ca <sup>2+</sup>	408	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	142
K <sup>+</sup>	387	-	-
Всего	12860	Всего	22204

Химический состав морской воды можно представить в виде солей, которые могут образовываться в результате рекомбинации различных ионов: NaCl, Cl, CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>, СаSO<sub>4</sub>, CaCO<sub>3</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, MgCO<sub>3</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>.

Из них 85 - 90 % составляют хлориды, а 0,3 % - карбонаты.

Говоря о накипеобразовании необходимо конкретизировать понятия и уточнить, что под термином «накипь» подразумевается слой кристаллических отложений, образующийся в результате кристаллизации пересыщенного раствора та твердой поверхности.

Кристаллизация CaCO<sub>3</sub> при большой степени пересыщения и повышенных температурах может происходить и в объеме раствора на взвешенных частицах, образуя легкоподвижный шлам. Но ввиду сравнительно высокой скорости движения потока воды этот шлам на поверхностях теплообмена не осаждается и может скапливаться лишь в застойных зонах.

Установлено, что при малых кратностях упаривания для температур до 349К основной компонентой накипи является карбонат кальция в форме кальцита, в диапазоне температур от 353К до 400К - гидроксид магнезия. Сульфат кальция (наиболее распространенная его модификация полугидрат) встречается лишь при высоких кратностях упаривания. Что касается видов щелочной накипи в судовых адиабатных опреснителях, то здесь

температура перехода карбонатной накипи в магнезиальную выше - по разным данным она равна 366К - 378К. Исследования и анализы накипи показали, доля  $\text{CaCO}_3$  составляет около 80 - 85 % . На долю  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{MgCO}_3$  приходится не более 8 % , причем доля  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в общем составе накипи не превышает 4 % . Таким образом, при интересующих нас температурах менее 100 °С карбонат кальция может быть признан главной компонентой накипи.

Методы борьбы с накипью и коррозионными процессами, вызываемыми отложениями на греющих поверхностях испарителей различных химически активных веществ, сводятся к предупреждению отложений и удалению уже сложившейся накипи. К мероприятиям по снижению интенсивности и предупреждению накипеобразующих отложений относятся:

#### 1. Применение антинакипинов.

Мероприятие сводится к созданию условий, при которых накипеобразующие компоненты выделяются в виде шлама. Это обеспечивается искусственным поддержанием в питательной воде испарителя повышенной концентрации сода или фосфата натрия за счет применения различных присадок. Но, к сожалению, поставка присадок на суда практически отсутствует, поэтому этот способ практически не применяется.

#### 2. Подкисление (карбонизация) воды.

Одним из немногих методов, пригодных для судовых опреснителей, является так называемое подкисление (карбонизация) - это насыщение нагреваемой цельной воды углекислотой, посредством дымовых газов. Однако, в судовых котельных установках насыщение дымовыми газами проблематично, ввиду их канцерогенности и загрязнения внутренних поверхностей. Вышеупомянутых недостатков лишена другая разновидность метода насыщения – рециркуляция  $\text{CO}_2$ . Не нуждаясь ни в затратах реагентов, ни в создании специальных конструкций и не требуя затрат труда обслуживающего персонала, рециркуляция  $\text{CO}_2$  пригодна как для создания новых, так и для модернизации существующих .

#### 3. Гидрофобное покрытие теплообменной поверхности.

При нанесении гидрофобной пленки (например, бакелитового лака) на теплообменную поверхность толщиной около 0,1 мм замедляется процесс накипеобразования вследствие отсутствия сил сцепления накипи с поверхностью, гидрофобное покрытие так же способствует самоочищению теплообменной поверхности от накипи вследствие проникновения в поры и трещины накипи и ее вскипания. Вскипание раскалывает накипь и отрывает ее от теплопередающей поверхности.

#### 4. Магнитная обработка морской воды.

Метод заключается в том, что морскую воду перед поступлением в испарителе пропускают через аппарат, в котором с помощью магнитов создается магнитное поле. Влияние магнитных устройств на накипеобразование в теплообменниках объясняется тем, что магнитное поле усиливает процессы образования твердой фазы из пересыщенного раствора.

Магнитный аппарат задерживает в своем зазоре ферромагнитные примеси воды. По истечении некоторого промежутка времени в зазоре магнитного аппарата образуется равновесный пористый слой с развитой поверхностью.

Если поступающая в магнитный аппарат водная среда нестабильна, пересыщена по солевой или газовой примеси, то эта примесь будет выделяться из раствора на ферромагнитных частицах в зазоре магнитного аппарата. В практике водообработки в роли таких примесей могут выступать карбонат кальция, гидроксид магния, сульфат кальция, уголекислота, азот, кислород.

Выделение из раствора пересыщающей примеси на поверхности фильтрующего слоя, удерживаемого магнитным полем, приводит к накоплению этой примеси в зазоре аппарата в ином фазовом состоянии (твердом, газообразном). Возникающие и растущие кристаллы или газовые пузыри по достижении определенного размера смываются потоком воды и покидают магнитный аппарат. При этом устанавливается динамическое равновесие в процессах выделения и уноса из магнитного аппарата пересыщающей примеси воды в новом фазовом состоянии (твердом, газообразном). За счет перечисленных процессов в водном потоке, выходящем из магнитного аппарата, уменьшится степень пересыщения по растворенной примеси и увеличится концентрация этой примеси в новом твердом, газообразном состоянии. Кроме того, при магнитной обработке изменятся характеристики ферромагнитных примесей (степень дисперсности, поверхностные свойства) вследствие магнитной коагуляции и кристаллизации на частицах растворенных в воде солей.

#### 5. Ультразвуковое воздействие на морскую воду.

Ультразвуковая обработка, позволяющая, так же как и магнитная, создать во всем объеме раствора неоднородности (флуктуации) плотности, уменьшает образование зародышей; кроме того, с увеличением интенсивности ультразвука растет его диспергирующее воздействие и кристаллы, находящиеся в микропорах примесей, в результате кавитационного воздействия поступают в свободный объем раствора и становятся новыми центрами кристаллизации.

Довольно широко на практике применяют так называемое самоочищение - частичное отделение накипи с поверхностей нагрева вследствие разности тепловых расширений материала нагревательных элементов и слоя накипи, а так же вследствие жесткости и хрупкости значительных по толщине слоев накипи, отделяющихся при деформациях нагревательных элементов. Такой способ можно назвать термомеханическим, он так же известен под названием «холодный душ».

Значительно более полное очищение, до 50 % поверхности, достигается в том числе, когда вода подается внутрь нагретых змеевиков. Такой метод очистки называют «холодным продуванием».

### СПИСОК БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артемов Г.А., Волошин В.П. Системы судовых энергетических установок. Учебное пособие. 2 - е изд., перераб. и доп. — Л.: Судостроение, 1990. — 376 с.
2. Баранов П.А. Предупреждение аварий паровых котлов. - М.: Энергоатом - издат, 1991. - 272 с.
3. Мейкляр М.В. Как работает металл парового котла. М. - Л., Госэнергоиз - дат, 1961.
4. [http:// seaman - sea.ru / kotli / 189 - 2009 - 05 - 17 - 20 - 30 - 13.html](http://seaman-sea.ru/kotli/189-2009-05-17-20-30-13.html) Коррозия в котлах.

© Пушнин О.А., Пушнина О.В., 2016

## АНАЛИЗ ФАЗОВОГО СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА, КАК ПРИМЕРА НЕОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА

*Введение.* В основе строительной индустрии лежат композиционные материалы различного типа и состава. При этом в нашей стране регулярно происходит разрушение разнообразных строительных объектов, в том числе исторических памятников, жилых домов, промышленных объектов [2].

Композиционные материалы имеют широкий спектр потребления, основным потребителем является строительство. Производство эффективных строительных материалов изделий, отвечающих современным требованиям по экологичности, основным физико - механическим характеристикам, доступности и стоимости, - важная, и не решенная в полном объеме задача строительства и промышленности строительных материалов.

Композиционные материалы – это сложные многослойные системы, состоящие из матрицы и упрочнителя, связь между данными компонентами осуществляется за счет связующего вещества [1–3, 5].

Изменяя природу матрицы, упрочнителя или их соотношения можно варьировать свойства композитов в широком пределе. Поэтому свойства вяжущих компонентов играют большую роль.

*Экспериментальная часть.* В рамках экспериментального исследования нами было принято решение провести химический анализ фазового состава наиболее распространенного неорганического вяжущего компонента – гипса.

Сырьем для производства гипсовых вяжущих материалов являются природные разновидности гипсового камня. Природный гипсовый камень представляет собой дигидрат сульфата кальция (двуводный гипс) -  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . данный минерал имеет белый цвет, мягкий, вязкий. Твердость по шкале Мооса 1,5 - 2,0. В воде двуводный гипс растворится не значительно, наибольшей растворимостью он обладает при температуре 32 - 40<sup>0</sup>С. Основной стадией в производстве гипсовых вяжущих материалов является тепловая обработка гипсового камня, при которой происходит постепенные процессы его обезвоживания (дегидратация). В результате данных процессов дегидратации возможно образование нескольких типов соединений. Установлено, что самостоятельными фазами являются:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ , растворимый ангидрит  $\alpha$  -  $\text{CaSO}_4$ , нерастворимый ангидрит  $\beta$  -  $\text{CaSO}_4$  (встречается в природе).

Обезвоженные полугидраты и растворимые ангидриты самостоятельного практического значения не имеют.  $\beta$  - нерастворимый ангидрит самостоятельно не гидратируется и не твердеет, но при повышении температуры обработки до 800<sup>0</sup>С и более происходит частичное разложение сульфата кальция, появляется активная известь  $\text{CaO}$ , которая активизирует процессы схватывания и твердения.

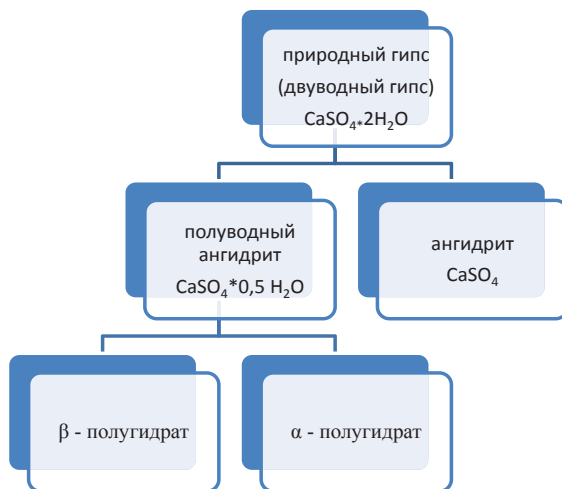


Рис 1. Схема получения строительного гипса из гипсового камня.

В соответствии с фазовым составом строительного гипса, нами было проведено практическое исследование, направленное на определения содержания основных фаз гипса:

- *Определение содержания двуводного гипса и гидратной воды в гипсовом камне.*
- *Определение гигроскопичной влаги*
- *Определение полугидрата сульфата кальция и ангидрита в строительном гипсе*
- *Определение растворимого ангидрита в строительном гипсе.*

Определение проводили методами количественного химического анализа, в которых сочетаются максимальная экспрессность анализа, простота применения, наглядность результата и достоверность [4].

Для исследования нами были взяты три вида строительного гипса: Г - Б11 г. Кумертау; Г4 - Г6 страна Казахстан; Г5 г. Самара.

**Результаты исследования и их анализ.** В ходе выполнения экспериментальной части исследования нами были получены результаты, которые мы занесли в таблицу 1.

Таблица 1.

Результаты исследования строительного гипса

Определяемый параметр	Образец 1 Г5 г. Самара	Образец 2 Г4 - Г6 страна Казахстан	Образец 3 Г - Б11 г. Кумертау	Оптимальное содержание
Двуводный гипс	2,8 %	3,6 %	2,7 %	-
Гидратная вода	0,6 %	0,8 %	0,6 %	-
Гигроскопичная влага	0,125 %	0,74 %	1,05 %	-
Полугидрат	91,29 %	40 %	92 %	-

сульфата кальция				
Ангидрит	0,7 %	1,2 %	0,9 %	0,15 - 0,5 %

Установлено, что полугидрат расширяется при твердении на 0,15 - 0,5 %, а растворимый ангидрит – на 0,7 - 0,8 %. Чем меньше количество ангидрита, тем больше расширение при твердении. Изделия из полуводного гипса склонны к большим пластическим деформациям под действием больших нагрузок. В соответствии с описанными данными можно сделать вывод, что из исследуемых марок гипса наиболее пластичными являются гипс производства городов г. Самара Г5 и г. Кумертау Г - Б11 (Российский производитель).

Образец производства страны Казахстан Г4 - Г6, наиболее склонен подвергаться деформации при больших нагрузках, т.е. его качество ниже. Проанализировав, фазовый состав трех образцов гипса, следующих производителей: Г - Б11 г. Кумертау; Г4 - Г6 страна Казахстан; Г5 г. Самара, мы пришли к выводу, что гипс Г - Б11 г. Кумертау и Г5 г. Самара, соответствуют стандарту, и имеют свойства, которые отвечают допустимым значениям. Казахский гипс, судя по фазовому составу при производстве был выдержан при меньших температурах, и поэтому осталось много дигидрата сульфата кальция, гидратной воды, поэтому данный образец характеризуется меньшим содержанием полугидрата сульфата кальция.

**Выводы.** В результате исследования было выявлено, что строительный гипс относится к широко используемым в строительстве неорганическим вяжущим материалам.

Функциональные свойства строительного гипса определяются его фазовым составом, поэтому анализируя химический состав гипса можно предсказать его свойства.

В результате экспериментального исследования было выявлено, что гипс российского производства обладает наиболее пластичными свойствами. Низкое содержание полуводного гидрата сульфата кальция в гипсе производства Казахстана свидетельствует о недостаточном обжиге гипсового камня при производстве.

### Список литературы:

1. Андреева А.В. Основы физикохимии и технологии композитов: учебное пособие для вузов по направлению «Материаловедение, технология материалов и покрытий» по специальности «Материаловедение в машиностроении» – М.: Радиотехника, 2001 – 192 с.
2. Берлин А.А., Пахомова Л.К. Полимерные матрицы для высокопрочных армированных композитов // Высокомолекулярные соединения. - Том (А) 32, 1990, № 7. С. 19 - 23.
3. Карабасов Ю.С. Новые материалы – М.: МИСИС. 2002, 736 с.
4. Фарус, О.А. Физические и физико - химические методы анализа: лабораторный практикум: учебно - методическое пособие [Электронный ресурс] - М.; Берлин: Директ - Медиа, 2015. - 78 с.: - Режим доступа: <http://lib.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=375309>
5. Фарус О.А. Исследование водопоглощающей способности сорбентов, полученных на основе порошка оксида кремния (IV) и «Полисорба» // Роль инноваций в трансформации современной науки: сб. статей Международной научно - практической конференции. 2015. С. 18 - 21.

© М.Р. Раемгузина, 2016 г.

аспирант и ассистент кафедры «Информационные системы» Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова  
г. Ижевск, Удмуртская Республика

## ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ERP – СИСТЕМ

Рассматриваются некоторые из основных вопросов внедрения автоматизированных систем управления на производственных и торговых предприятиях, а именно: цели внедрения, основные задачи и проблемы, принципы успешного внедрения ERP - систем.

**Ключевые слова:** ERP - система, корпоративная информационная система, бизнес - процессы, внедрение, управление предприятием, автоматизированная система управления предприятием.

### Предпосылки внедрения информационной системы.

ERP - системы сегодня являются привычным инструментом управления в крупных и средних компаниях. Целью их внедрения является повышение управляемости бизнеса, а значит, увеличение его эффективности. Однако статистика показывает, что успешными оказываются только 16 % внедрений, в то время как в 30 % случаев внедрение ERP - системы приостанавливается, а в 54 % — существенно пересматривается бюджет и отодвигаются сроки. Часто руководители, внедрившие или внедряющие ERP - систему, комментируют сложившуюся ситуацию следующим образом: «Процесс живет своей жизнью, бюджет и сроки «плывут» или «Получилось совсем не то, что мы хотели». [1].

Основным путем решения этих задач является успешное применение руководством предприятия теоретических и практических методов производственного менеджмента. В свою очередь, достижение всех этих и иных принципиальных для функционирования предприятия целей невозможно без использования полномасштабной автоматизированной системы управления предприятием (АСУП). Традиционный термин АСУП в последнее время все чаще заменяется на ERP, и поэтому именно такая терминология используется ниже. Термин «ERP - система» (Enterprise Resource Planning – управление ресурсами предприятия) может употребляться в двух значениях. Во - первых, это информационная система для идентификации и планирования всех ресурсов предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов. [2].

Одной из основных причин инициации проекта внедрения ERP - систем на торговых и промышленных предприятиях является стремление руководства компаний повысить и / или обеспечить эффективность производственной деятельности компании и соответственно повысить, оптимизировать управление этой деятельностью. Для решения подобной задачи необходима, помимо собственно используемого в компании механизма управления, надежная, масштабируемая и мощная информационная система.

Внедрение решений ERP – это важный шаг для организации, поскольку это дорогостоящий, комплексный и долгий процесс. Провал ERP может быть вызван тремя основными причинами – проблемы при внедрении, проблемы, касающиеся бизнеса и

сопротивление конечных пользователей. Наиболее распространенные ошибки внедрения ERP и пути их устранения:

**1. Плохое планирование.** Планирование играет важную роль в успешном выполнении любой задачи или проекта. Многие организации не составляют надлежащих планов или не придают большого значения этапу планирования прежде, чем начать внедрение ERP. Важно определить объем, размер и возможные сложности до начала ERP - проекта. Несоблюдение этого условия может в перспективе привести к необоснованному использованию времени и ресурсов.0

**2. Рассмотрение системы ERP в качестве очередного ИТ - проекта** Большинство организаций совершают эту ошибку, рассматривая ERP как простой ИТ - проект и недооценивая требуемые время и ресурсы. При внедрении системы ERP следует избегать многозадачности, чтобы минимизировать задержки и ускорить общее время завершения проекта. Также руководители должны активно поддерживать внедрение ERP - проекта, чтобы развить инициативность в каждом отделе.

**3. Отсутствие нужных людей в команде** Часто организации не привлекают нужных людей на начальном этапе внедрения ERP. Проект внедрения системы ERP - один из самых масштабных проектов для любой организации и поэтому, если правильные люди не вовлечены в проектную группу, ошибки неизбежны. Считается, что на малых предприятиях, по сравнению с крупными организациями, внедрения системы ERP происходит легче, поскольку в небольших компаниях высшее руководство принимает активное участие во всех процессах внедрения ERP.

**4. Несоответствующая или слишком персонализированная система ERP** Часто решение ERP разработано слишком масштабно, и организации необходимо выбрать то решение, которое удовлетворит ее основные потребности. Предположение, что существующие процессы в решении ERP будут заменены согласно организационным требованиям, является большой ошибкой, поскольку это приведет к пробелам в бизнес - процессах и элементах управления. Такие пробелы должны предсказываться командой внедрения на этапе планирования.

**5. Отсутствие среды тестирования** Невозможно увидеть истинные результаты изменений, внесенных в решение ERP, не тестируя его должным образом на каждом уровне. Отсутствие активной нагрузки среды тестирования не позволит увидеть влияния реального окружения и внесенных изменений.

**6. Отсутствие стратегии поддержки** Отсутствие поддержки означает лишь частичное использование инвестиций, сделанных в решение ERP. Без надлежащей поддержки система ERP быстро устареет. Кроме этого, необходимо всегда развивать в команде позитивный подход к завершению проекта.

Какой бы подход компания не выбрала, ее руководству и коллективу на начальных этапах предстоит большая работа по выявлению основных рабочих процессов, их описанию и анализу, а также совершенствованию подхода к работе над ними. Именно от эффективности этой работы будут зависеть все будущие достижения и успехи предприятия в сфере внедрения систем класса ERP [4].

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Питеркин С.В., Оладов Н.А., Исаев Д.В. Точно вовремя для России. Практика применения ERP систем. 2 - е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. С. 326–348.

2. SAP ERP. Построение эффективной системы управления / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. С. 242–249.

3. Сидоренко Ю.А. Методологические основы производственного менеджмента: Учебное пособие. Н. Новгород: Изд - во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2004. С. 83–94.

4. Кукушкина К. В. Проблемы и особенности внедрения ерр - систем в России // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XXVI междунар. студ. науч. - практ. конф. № 11(25).

© Созыкина М. С., 2016

**УДК 621 - 314**

**Д. А. Тараканов,**

старший преподаватель кафедры  
«Охрана труда и безопасность жизнедеятельности»

**Л.А. Васильева,**

Доцент кафедры Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

**М.В. Шуварин,**

кандидат экономических наук,

доцент кафедры Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

**П. Н. Романов,**

преподаватель кафедры

Инфокоммуникационные технологии и системы связи

## **АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАВШЕГО МАСЛА ТРАНСФОРМАТОРОВ**

**Аннотация.** В системе электроснабжения основным элементом является трансформатор, его надежная работа обеспечивает надежность всей системы электроснабжения в целом.

Сроком эксплуатации трансформатора, в действительности является срок жизни изоляционной системы. Наиболее широко используемой системой изоляции является жидкая изоляция (трансформаторные масла), а также твердая изоляция (бумага, лес, т.е. целлюлозная продукция). Изоляционное масло обеспечивает почти 80 % электрической прочности в трансформаторе. Большинство поломок трансформаторов (почти 85 % ) происходит из - за повреждения системы изоляции [1].

Современные силовые масляные трансформаторы, в особенности большой мощности и высокого напряжения, охлаждаются большей частью при участии масла, которое одновременно служит и прекрасным изолирующим материалом. Само собой разумеется, для последней цели масло должно обладать вполне определенными изолирующими свойствами в особенности оно должно быть свободно от влаги. Для целей же охлаждения масло должно быть легким, по крайней мере в нагретом состоянии, и должно свободно проникать в те каналы, которые делаются в обмотках и в сердечнике для облегчения циркуляции его и лучшего соприкосновения с более нагретыми частями. Кроме того, масло не должно разлагаться при нагреве и давать смолистые вязкие осадки на обмотках,

затрудняющие теплообмен между медью и маслом, и являющиеся причиной появления «горячих» мест в силовом масляном трансформаторе. Масло наливается в железный или чугунный бак, в который опускается затем трансформатор. Тепло обмоток и железа в первую очередь передается маслу, обладающему значительной теплоемкостью. Что касается охлаждения самого масла, то оно происходит или путем естественного теплообмена между стенками бака и окружающим воздухом [2].

**Ключевые слова:** изоляция, напряжение, обмотка, окисление, продукты старения и загрязнения, регенерация отработавших масел, силовой трансформатор, трансформаторное масло.

Старение или ухудшение изоляционного масла трансформатора, обычно связывается с окислением. При появлении в масле кислорода и воды, изоляционное масло окисляется даже при идеальных условиях. На состояние изоляционного масла, также влияют загрязнения появляющиеся от твердых материалов трансформатора, которые растворяются в масле. Реакции, происходящие в масле между не стабильными гидрокарбонатами, кислородом и другими катализаторами, такими как влажность и с помощью таких ускорителей, как тепло, приводят к распаду (окислению) масла.

При правильном обслуживании изоляционной систем, возраст эксплуатации изоляционной системы может быть увеличен от 40 до 60 лет. К сожалению, окисление масла устранить не возможно, но его можно контролировать (замедлить) через процесс обслуживания и регенерации масла.

Для восстановления отработанных масел применяются разнообразные технологические операции, основанные на физических, физико - химических и химических процессах. Они заключаются в обработке масел с целью удаления из них продуктов старения и загрязнения. В качестве технологических процессов обычно соблюдается следующая последовательность методов:

- механический: для удаления из масла свободной воды и твердых загрязнений;
- физико - химический: коагуляция, адсорбция.
- Химический: основан на взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, и вводимых в эти масла реагентов.

Механические методы позволяют удалять из масел твердые частицы загрязнений, капли воды и, частично, смолистые и коксообразные вещества, выпаривание – легкокипящие примеси. Масла обрабатываются в силовом поле с использованием гравитационных, центробежных, электрических, магнитных и вибрационных сил, производится фильтрование, водная промывка и вакуумная дистилляция. Также используются различные теплообменные процессы, которые применяются для удаления из масла продуктов окисления углеводов, воды и легкокипящих фракций.

Отстаивание является наиболее простым методом, основанным на процессе естественного осаждения механических частиц и воды под действием гравитационных сил. В зависимости от степени загрязнения топлива или масла и времени, отведенного на очистку, отстаивание применяется как самостоятельный метод или предварительный, предшествующий фильтрации или центробежной очистке. Основным недостатком этого метода является большая продолжительность процесса оседания частиц до полной очистки, удаление только наиболее крупных частиц размером 50 - 100 мкм.

Фильтрация – это процесс удаления частиц механических примесей и смолистых соединений путем пропускания масла через сетчатые или пористые перегородки фильтров. В качестве фильтрационных материалов используются металлические и пластмассовые сетки, войлок, ткани, бумага, композиционные материалы и керамика.

Центробежная очистка, осуществляемая с помощью центрифуг, является наиболее эффективным и высокопроизводительным методом удаления механических примесей и воды. Этот метод основан на разделении различных фракций неоднородных смесей под действием центробежной силы.

Широкое применение нашли физико - химические методы регенерации масел. К ним относятся коагуляция, адсорбция и селективное растворение содержащихся в масле загрязнений. Разновидностью адсорбционной очистки является ионно - обменная очистка.

Коагуляция, т. е. укрупнение частиц загрязнений, находящихся в масле в коллоидном или мелкодисперсном состоянии, осуществляется с помощью специальных веществ – коагулянтов, к которым относятся электролиты неорганического и органического происхождения, поверхностно активные вещества (ПАВ), не обладающие электролитическими свойствами, коллоидные растворы ПАВ и гидрофильные высокомолекулярные соединения.

Адсорбционная очистка отработанных масел заключается в использовании способности веществ, служащих адсорбентами, удерживать загрязняющие масло продукты на наружной поверхности гранул и на внутренней поверхности пронизывающих гранулы капилляров. В качестве адсорбентов применяют вещества природного происхождения (отбеливающие глины, бокситы, природные цеолиты) и полученные искусственным путем (силикагель, окись алюминия, алюмосиликатные соединения, синтетические цеолиты).

Ионно - обменная очистка основана на способности ионитов (ионно - обменных смол) задерживать загрязнения, диссоциирующие в растворенном состоянии на ионы. Иониты представляют собой твердые гигроскопические гели, получаемые путем полимеризации и поликонденсации органических веществ и не растворяющиеся в воде и углеводородах. Процесс очистки осуществляется контактным методом при перемешивании отработанного масла с зернами ионита размером 0,3 - 2,0 мм или преколяционным методом при пропускании масла через заполненную ионитом колонну. В результате ионообмена подвижные ионы в пространственной решетке ионита заменяются ионами загрязнений.

Селективная очистка отработанных масел основана на избирательном растворении отдельных веществ, загрязняющих масло: кислородных, сернистых и азотных соединений, а также, при необходимости, полициклических углеводородов с короткими боковыми цепями, ухудшающих вязкостно - температурные свойства масел. В качестве селективных растворителей применяются фурфурол, фенол и его смесь с крезолом, нитробензол, различные спирты, ацетон, метил этиловый кетон и другие жидкости. Селективная очистка может проводиться в аппаратах типа «смеситель - отстойник» в сочетании с испарителями для отгона растворителя (ступенчатая экстракция) или в двух колоннах экстракционной для удаления из масла загрязнений и ректификационной для отгона растворителя (непрерывная экстракция). Второй способ экономичнее, поэтому применяется более широко.

Химические методы очистки основаны на взаимодействии веществ, загрязняющих отработанные масла, и вводимых в эти масла реагентов. В результате химических реакций образуются соединения, легко удаляемые из масла. К химическим методам очистки относятся кислотная и щелочная, окисление кислородом, гидрогенизация, а также осушка и очистка от загрязнений с помощью окислов, карбидов и гидридов металлов. Наиболее часто используются сернокислотная очистка, гидроочистка, а также различные процессы с применением натрия и его соединений.

По числу установок и объему перерабатываемого сырья на первом месте в мире находятся процессы с применением серной кислоты. Однако в результате сернокислотной очистки образуется большое количество кислого гудрона – трудно утилизируемого и экологически опасного отхода. Кроме того, сернокислотная очистка не обеспечивает удаление из отработанных масел полициклических аренов и высокотоксичных соединений хлора. Все шире при переработке отработанных масел используются гидрогенизационные процессы (гидроочистка). Это связано как с широкими возможностями получения высококачественных масел и увеличения их выхода, так и с большей экологической чистотой этого процесса по сравнению с сернокислотной и адсорбационной очистками. [3].

Таким образом, организация эксплуатирующей силовые масляные трансформаторы может выбрать наиболее подходящий и экономически выгодный для себя способ регенерации и очистки отработанных трансформаторных масел. Что будет являться дешевле утилизации и замены выработавшего свой ресурс старого трансформаторного масла.

#### **Список используемой литературы:**

1. Серебряков, А.С. Определение оставшегося ресурса главной изоляции распределительных трансформаторов. / А.С. Серебряков, Д.А. Семенов – Электротехника, 2013. №6. С. 2 – 8.
2. Серебряков, А.С. Трансформаторы: учеб. Пособие / А.С. Серебряков, – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 360 с.
3. Интернет источник [http:// www.newchemistry.ru/](http://www.newchemistry.ru/)  
© Д.А. Тараканов, Л.А. Васильева, Шуварин М.В., Романов П.Н. 2016

**УДК 004.75**

**С.С. Турбин**

Аспирант кафедры информационных систем и технологий  
СПбГЛТУ им. Кирова, г. Санкт - Петербург, Российская Федерация

### **ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С КОММУТИРУЕМЫМ СОЕДИНЕНИЕМ**

Распределённые встраиваемые компьютерные системы, работающие в динамической среде, требуют гибкой и адаптивной связи. Для достижения высокого уровня надежности критически важных приложений, необходимо обеспечение отказоустойчивости. Актуальной является задача применения методов моделирования при проектировании сетей со сложной топологией, с целью получить исчерпывающую информацию о ее будущих функциональных возможностях [1 - 3]. Моделирование позволяет решить спектр различных задач, таких как определение оптимальной топологии, выбор сетевого оборудования, определение рабочих характеристик сети и возможных этапов будущего развития. Для обеспечения высокой отказоустойчивости важно знать заранее такие свойства, как предельная пропускная способность, зависимость потери пакетов от загрузки определенных сегментов сети, влияние на систему перераспределения информационных потоков [4]. Аналитические модели компьютерных систем с резервированием каналов

предложены и исследованы в работах [3 - 7]. В силу ограничений аналитического моделирования ставится задача создания имитационных моделей [8] для поддержки проектирования систем с резервированием каналов.

Разработана имитационная модель, ориентированная на поддержку проектирования отказоустойчивой системы дублированных вычислительных комплексов (ДВК) [5 - 7]. В процессе работы системы узлы обмениваются данными через коммутируемое соединение. Задача подобрать оптимальный вариант обмена между вычислительными комплексами по показателям: среднее время передачи информационного пакета; вероятность потери пакета; вероятность доставки сообщения за заданное время.

Моделируемая система включает в себя несколько ДВК, объединяемых через коммутаторы. Доступ к среде реализован по технологии *Ethernet*.

Полное время задержки зависит от времени обслуживания, времени генерации и отправки пакетов через соответствующие коммутаторы, выставленных параметров таймута соединения, времени проверки потери пакета. Также необходимо проверить, не занят ли дублированный вычислительный комплекс другой передачей. Время обслуживания зависит от сценария информационного обмена.

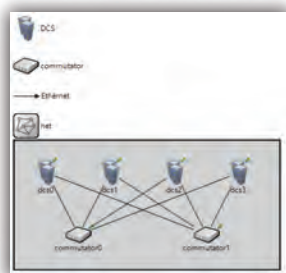


Рис.1. Имитационная модель информационно - вычислительной сети

В работе исследована зависимость времени обслуживания с учетом обмена через коммутаторы при дублированных вычислениях, реализуемых в ДВК. На рис.2 представлены результаты моделирования.

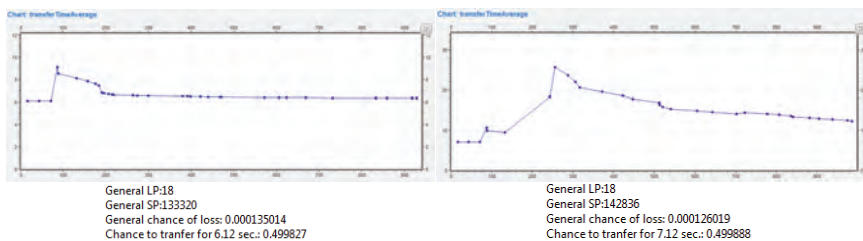


Рис. 2. Выходные параметры системы

Предложенная имитационная модель может быть использована для многокритериальной оптимизации при проектировании отказоустойчивой вычислительной системы.

### Список использованной литературы:

1. Богатырев В.А., Богатырев С.В., Богатырев А.В. Функциональная надежность вычислительных систем с перераспределением запросов // Изв. Вузов Приборостроение - 2012. - Т. 55. - № 10. - С. 53 - 56.
2. Богатырев В.А. Оценка надежности и оптимальное резервирование кластерных компьютерных систем // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. № 10. С. 18 - 21
3. Богатырев В.А. Богатырев А.В. Модель резервированного обслуживания запросов реального времени в компьютерном кластере // Информационные технологии 2016. N 5, T 22, С. 348—355
4. Богатырев В.А., Богатырев А.В. Оптимизация резервированного распределения запросов в кластерных системах реального времени // Информационные технологии №7. Т 21. – 2015. – С. 495–502.
5. Богатырев В.А. Отказоустойчивость и сохранение эффективности функционирования многомагистральных распределенных вычислительных систем. // Информационные технологии. 1999. № 9. С. 44 - 48
6. Богатырев В.А. Комбинаторный метод оценки отказоустойчивости многомагистрального канала. // Методы менеджмента качества. 2000. № 4. С. 30 - 35
7. Богатырев В.А. К распределению функциональных ресурсов в отказоустойчивых многомашиных вычислительных системах // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2001. № 12. С. 18 - 21. С. 1 - 5
8. Замятина О.М. Моделирование сетей: учебное пособие Томск: Изд - воТомского политехнического университета, 2011. – 168 с.

© С.С. Турбин, 2016

УДК 676.052

**С.С. Удинцев**

аспирант 1 курса кафедры технической механики и оборудования ЦБП  
Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ)  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРОДОЛЬНО-РЕЗАТЕЛЬНЫХ СТАНКАХ

При работе продольно - резательных станков возникают вибрации, которые влияют на качество резания бумажного полотна и формирование рулонов. Причинами повышения колебаний рулонов являются силовые и кинематические воздействия, а также параметрические автофрикционные колебания. Для устранения негативных последствий вибрационных процессов необходимо проведение мероприятий по снижению колебаний рулонов. При намотке рулонов не редко возникают повышенные колебания станков, приводящие к обрывности бумаги и ухудшению качества рулонов, поэтому большой

интерес представляет математическая модель вибрационных процессов в продольно - резательных станках.

Основными источниками вращательных колебаний рулонов бумаги на раскате и накате являются статические моменты их неуравновешенности, нецилиндричность рулонов, особенно на раскате, и неоднородность упругих свойств бумажного полотна.

Периодические изменения упругих свойств бумажного полотна возбуждают его параметрические колебания. Для исследования параметрических колебаний многомассовую систему, приводим к двухмассовой (рис.1). Массы ротора электродвигателей, передаточных механизмов привода несущих валов, прижимных роликов и бумаговедущего вала приведены к массам рулона на раскате и накате.

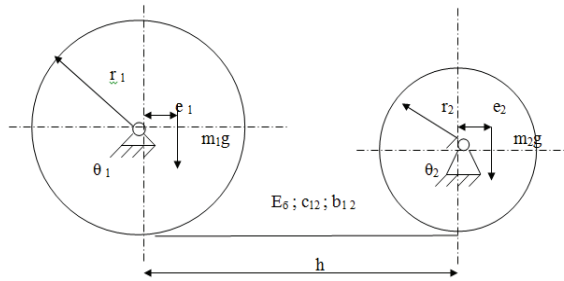


Рис.1. Динамическая модель параметрических колебаний

Математическая модель параметрических колебаний описывается системой двух дифференциальных уравнений:

$$\theta_1 \ddot{\varphi}_1 + b_{12}(r_1 \dot{\varphi}_1 - r_2 \dot{\varphi}_2) r_1 + c_{12}(r_1 \varphi_1 - r_2 \varphi_2) r_1 = m_1 g e_1 \sin(\omega_1 t), \quad (1)$$

$$\theta_2 \ddot{\varphi}_2 - b_{12}(r_1 \dot{\varphi}_1 - r_2 \dot{\varphi}_2) r_2 - c_{12}(r_1 \varphi_1 - r_2 \varphi_2) r_2 = m_2 g e_2 \sin(\omega_2 t), \quad (2)$$

где  $\theta_1, \theta_2$  – приведенные моменты инерции рулона на накате и на раскате;

$\varphi_1, \varphi_2$  – углы поворота рулона на накате и на раскате;

$m_1, m_2$  – массы рулонов;

$e_1, e_2$  – удельные дисбалансы.

Из уравнений (1), (2) получатся уравнение:

$$\begin{aligned} & (\ddot{\varphi}_1 r_1 - \ddot{\varphi}_2 r_2) + b_{12} \frac{\theta_2 r_1^2 + \theta_1 r_2^2}{\theta_2 \theta_1} (\dot{\varphi}_1 r_1 - \dot{\varphi}_2 r_2) + \\ & + c_{12} \frac{\theta_2 r_1^2 + \theta_1 r_2^2}{\theta_2 \theta_1} (\varphi_1 r_1 - \varphi_2 r_2) = \frac{m_1 g e_1}{\theta_1} \sin(\omega_1 t) - \frac{m_2 g e_2}{\theta_2} \sin(\omega_2 t). \end{aligned} \quad (3)$$

Введем обобщенную координату  $S$  – деформацию бумаги

$$S = r_1 \varphi_1 - r_2 \varphi_2.$$

Учитывая обобщенную координату  $S$ , уравнение (3) сводится к уравнению

$$\ddot{S} + \frac{b_{12}}{m_{\text{пр}}} \dot{S} + \omega_0^2 \frac{c_{12}}{m_{\text{пр}}} S = \frac{m_1}{\theta_1} g e_1 \sin(\omega_1 t) + \frac{m_2}{\theta_2} g e_2 \sin(\omega_2 t), \quad (4)$$

где  $m_{пр}$  – приведенная масса;  $\omega_0^2$  – квадрат частоты собственных вращательных колебаний, причем

$$\omega_0^2 = \frac{c_0}{m_{пр}}, \quad m_{пр} = \frac{\theta_1 \theta_2}{\theta_2 r_1^2 + \theta_1 r_2^2}.$$

Для исследования параметрических колебаний системы коэффициент жесткости бумаги можно представить в виде:  $c = c_0 (1 + \alpha_c \cos(\omega t))$ ,

где  $c_0$  – средний коэффициент жесткости бумаги;  $\alpha_c = \frac{\Delta c}{c_0}$  – коэффициент модуляции

жесткости бумаги;  $\Delta c$  – амплитуда отклонения коэффициента жесткости бумаги от номинального значения;  $\omega$  – частота изменения неоднородных свойств бумаги  $\omega = \pi \varrho_c / 30L$ , где  $L$  – длина волны, м.

Уравнение (4) приводится к уравнению Матвея, из которого можно определить области устойчивой и неустойчивой работы станка.

$$\ddot{S} + \frac{b_{12}}{m_{пр}} \dot{S} + \omega_0^2 (1 + \alpha_c \cos(\omega t)) S = 0. \quad (5)$$

Обозначим  $\alpha_c = 2\mu$ ,  $b_{12} / m_{пр} = \omega_0 / \chi$ , тогда уравнение (4) примет вид

$$\ddot{S} + \frac{\omega_0}{\chi} \dot{S} + \frac{\omega_0^2}{\omega_0^2} (1 - 2\mu \cos(\omega t)) S = 0. \quad (6)$$

Обобщенную координату  $S$  можно

представить, как разложение в ряд:

$$S = a_0 + a_1 \cos \omega t + b_1 \sin \omega t + a_2 \cos 2\omega t + b_2 \sin 2\omega t + a_3 \cos 3\omega t + b_3 \sin 3\omega t. \quad (7)$$

Из уравнения (6) определяются области устойчивости. При подстановке в уравнение (6) функции (7), приравнявая коэффициенты при одинаковых гармониках, получается система алгебраических уравнений, определитель которой равен нулю.

$$\begin{vmatrix} 0 & 0 & \mu & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} & 2\mu & \frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} & 0 & 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} & \mu & 0 \\ \mu & 1 - 4 \frac{\omega^2}{\omega_0^2} & \mu & 0 & 0 & 2 \frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} & 0 \\ 0 & -2 \frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} & 0 & 0 & \mu & 1 - 4 \frac{\omega^2}{\omega_0^2} & \mu \\ 1 - 9 \frac{\omega^2}{\omega_0^2} & \mu & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 \frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} \\ -3 \frac{\omega^2}{\chi \omega_0^2} & 0 & 0 & 0 & 0 & \mu & 1 - 9 \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \end{vmatrix} = 0$$

Из определителя можно выделить определитель для второго приближения и находить области устойчивости. Третье приближение можно не рассматривать, так как значения

частот, соответствующее области устойчивости для третьего приближения не представляют практического интереса. Диаграмма областей устойчивой и неустойчивой работы станка для первого приближения приведена на рис.2.

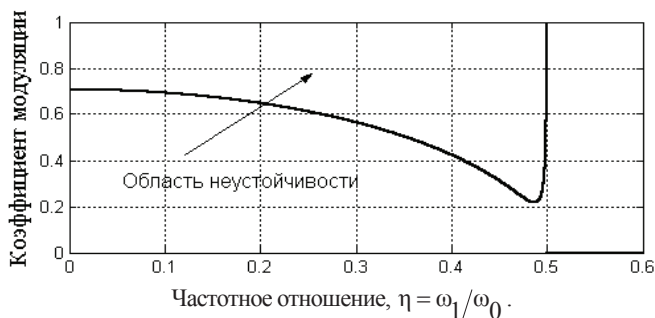


Рис.2. Диаграмма областей устойчивой и неустойчивой работы станка для первого приближения

Наличие неупругих сопротивлений позволяет существенно снизить области неустойчивой работы. При увеличении коэффициента демпфирования области неустойчивости сокращаются.

#### Список использованной литературы

- 1.Расчеты на прочность в машиностроении: Справочник: в 3 т. / Под ред. С.Д.Пономарева. – М.: Машгиз,1959.
- 2.Санников А.А. Решение проблемы виброзащиты и вибродиагностики бумагоделательного оборудования. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Екатеринбург, 2002.
3. Удинцева С.Н. Вибрационные процессы при намотке рулонов бумаги на продольно - резательных станках: Дисс. ...канд.техн.наук.– Екатеринбург., 2004 .

© С.С. Удинцев 2016

УДК 676.052

**С.С. Удинцев**

аспирант 1 курса кафедры технической механики и оборудования ЦБП  
Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ)  
г. Екатеринбург, Российская Федерация

**П.П. Бармин**

ФГАОУ ВО Уральский Государственный Федеральный Университет  
имени первого Президента России Б.М. Ельцина (УрФУ)

### АВТОФРИКЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИ НАМОТКЕ РУЛОНОВ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

Рулонные материалы, в частности, бумажное полотно, картон поставляются потребителям в виде рулонов. К плотности намотки рулонов предъявляются высокие

требования. При использовании периферической намотки наматываемый рулон опирается на два приводных несущих вала. Плотность рулонов должна быть достаточной, чтобы они могли сохранять свою форму при транспортировании и хранении. При чрезмерной плотности на полотне, особенно на его кромках, могут появиться трещины и морщины, которые неизбежно приводят к обрывам. При неравномерной плотности – слабой сердцевине и плотной периферии (или наоборот) – рулон будет деформироваться. Одним из методов достижения требуемой плотности намотки рулона является обеспечение разницы угловых скоростей основного вала, посредством которого бумага подается на рулон, и дополнительного вала, обеспечивающего «затяжку» поверхностного слоя бумаги. Эта «затяжка» осуществляется повышенным моментом, прикладываемым к дополнительному валу. При этом «затяжка» осуществляется посредством сил трения между поверхностью рулона и дополнительным несущим валом.

В зоне контакта дополнительного вала с рулоном образуется площадка смятия из-за деформации рулона, в которой наблюдаются кинематическое упругое скольжение и, так называемое, «псевдоскольжение». Кинематическое скольжение обуславливается изменением радиуса рулона в различных точках площадки контакта. Упругое скольжение осуществляется из-за проскальзывания на части дуги контакта, подобного по своей сути дуге скольжения ремня на шкиве ременной передачи. «Псевдоскольжение», аналогичное, наблюдаемому в колесах транспортных средств, проявляется в том, что скорость оси вращения колеса, как правило, меньше окружной скорости недеформируемого колеса.

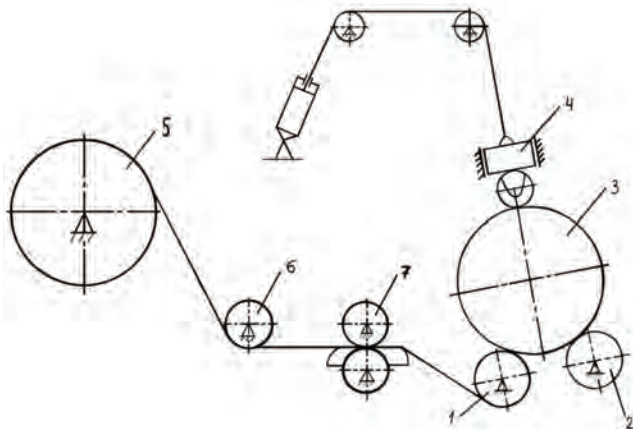


Рис. 1. Схема продольно - резательного станка: 1, 2 – несущие валы; 3 – рулон бумаги на накате; 4 – прижимная балка; 5 – рулон бумаги на раскате; 6 – бумаговедущий вал; 7 – механизм резки

При определенных режимах работы намоточного устройства возможна потеря устойчивости движения в зоне контакта, которая обусловлена тем, что сила трения в зоне контакта зависит от относительной скорости скольжения элементов рулона и несущего вала (рис.1). При приближении величины окружной силы к величине силы трения между вторым несущим валом и рулоном, когда силы упругих деформаций рулона в окружном

направлении превысят силы трения, возникает микропроскальзывание несущего вала относительно рулона (срыв). Проскальзывание происходит до тех пор, пока силы трения движения не превысят силы упругости в контакте рулона и несущего вала. После этого проскальзывание прекращается, а силы упругости возрастают до очередного срыва. При этом возникают колебания срывного характера, называемые автофрикционными колебаниями. Автофрикционные колебания совершаются преимущественно на частотах колебаний, близких к собственным частотам поперечных колебаний несущих валов. Среднеквадратическое значение виброскорости достигает 20 мм / сек и более. Для предотвращения автофрикционных колебаний, возбуждаемых в контакте второго несущего вала и рулона необходимо принятие технических решений, обеспечивающих превышение сил трения в контакте над окружающими силами. Это превышение может быть обеспечено увеличением коэффициента трения между поверхностью второго несущего вала и рулоном, оптимальным соотношением между технологическими параметрами станка: усилением прижима прижимных валков, натяжением бумаги перед несущим валом, соотношением мощностей привода первого и второго несущих валов. При таких колебаниях нарушается осевая фиксация рулона бумаги. Торцы рулонов получаются некачественные, идет обрыв бумажного полотна.

Бумага входит в зону контакта со скоростью, равной окружной скорости несущего вала  $V_{нв}$  и выходит из зоны контакта с окружной скоростью свободной поверхности рулона  $V_p$ , испытывая при этом напряжение растяжения (рис.2). Относительная деформация бумажного полотна определяется по формуле  $\varepsilon = \frac{2(V_p - V_{нв})}{V_p + V_{нв}}$ .

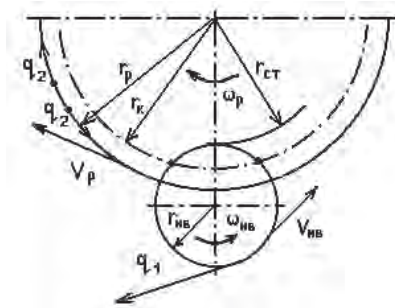


Рис.2. Схема деформации рулона на несущем валу.

Линейные натяжения поверхностного слоя бумаги на рулоне после зоны контакта находятся по формуле

$$q_2 = q_1 + \delta E_p \frac{2(V_p - V_{нв})}{V_p + V_{нв}}$$

Для практического использования этой зависимости необходимо знать зависимость окружной скорости свободной поверхности рулона  $V_p$  от нагрузки со стороны рулона на несущий вал  $F_p$ .

## Литература

1. Смирнов Ю.Н. Оборудование для отделки и резки бумаги. М., Лесная промышленность, 1985. 198 с.
2. Шустов А.Д. Процессы деформации бумажного полотна. М., Лесная промышленность, 1969. 200 с.
3. Санников А.А. Решение проблемы виброзащиты и вибродиагностики бумагоделательного оборудования. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Екатеринбург, 2002.

© С.С. Удинцев, П.А. Бармин, 2016

УДК 37

**Н.Г. Шмелёва**

канд. физ. - мат. наук, доцент

**Р.Ф. Фасхутдинова**

студент 3 курса факультета педагогики и психологии  
Башкирский государственный университет  
Г. Стерлитамак, Российская Федерация

## ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ УРОКУ МАТЕМАТИКИ

Современный урок - это урок, на котором излагается новый материал понятно и доступно.

Современный урок - это урок, на котором не приходится выполнять одну и ту же работу, это разносторонний урок.

Урок как форма организации учебной работы существует с семнадцатого века, то есть более 350 лет. Это педагогическое изобретение оказалось столь жизнеспособным, что и в наши дни урок остается самой распространенной организационной формой учебно - воспитательного процесса в школе. Основные положения, характеризующие урок, заложены в 17 - 19 века в трудах Я.А. Коменского, И.Ф. Гербарта, А. Дистервега, К.Д. Ушинского.

До 50 - ых годов 20 века «урок» представляется как форма с достаточно жесткой структурой. В 50 - 60 - е года представление об уроке меняется. Специалисты в области педагогики, психологии и методики начинают исследовать "новый" урок, одновременно создавая теорию и практику современного урока.

Мир, наука, общество меняются, приобретают новые качества, происходят различные реформы практически во всех сферах жизни нашего общества, в том числе и в образовании. В результате понятие современного урока математики получает новую формулировку, новый смысл, новые черты. Понятие "современный урок" находится в постоянной динамике, а именно сейчас, когда мы вступили в новый век, эта динамика очень сильно заметна [2, с.203].

В современных условиях нашей жизни происходит осознание ценности и практической значимости образования. В результате этого быстро растут требования к качеству

образования и подготовки школьников. Учитель в таких условиях стоит перед проблемой необходимости совершенствовать все стороны процесса обучения.

Изменяются акценты и приоритеты в образовании, оно становится направленным на развитие личности, на формирование у обучающихся качеств и умений, которые должны позволить ему самостоятельно дальше получать новые знания и осваивать новые виды деятельности.

Современный урок математики не эффективен, если он не имеет под собой технологической основы, если он не спроектирован, не просчитан по всем этапам с четко выверенными дидактическими целями, воспитательными и развивающими задачами, с учётом психолого - педагогических особенностей определенного класса и каждого учащегося в отдельности.

Современный урок математики должен строиться на основе здоровьесберегающих технологий обучения. Немаловажным требованием к современному уроку математики является формирование универсальных учебных действий (регулятивных, познавательных, коммуникативных), способность их использования в учебной, познавательной и социальной практике, самостоятельность в планировании и осуществлении учебной деятельности [1, с. 124].

Урок – это систематически применяемая для решения задач обучения, воспитания и развития учащихся форма организации деятельности постоянного состава учителей и учащихся в определенный отрезок времени.

Урок – это форма организации учебно - воспитательного процесса в учебных заведениях при классно - урочной системе обучения.

Современный урок – это урок, характеризующийся следующими признаками:

1. Основной целью урока является развитие личности, в процессе обучения и воспитания.
2. На уроке выполняются личностно - ориентированный подход к обучению.
3. На уроке реализуются деятельностный подход к обучению.
4. На уроке реализуются идеи гуманизации образования.
5. На уроке используются современные образовательные технологии.

Селевко Г.К. считает, что к основным технологиям обучения, на которых строится современный урок математики, можно рекомендовать проектную деятельность. Дж. Дьюи сто лет назад предложил вести обучение с помощью целесообразной деятельности ученика с учетом его личных интересов и целей. Последователь Дж. Дьюи У.Х. Килпатрик стал основоположником метода проектов, разработанного на этой основе. Для того чтобы ученик воспринимал знания как действительно нужные, ему необходимо поставить перед собой и решить значимую для него проблему, взятую из жизни, применить для ее решения определенные знания и умения, как имеющиеся, так и приобретенные в процессе достижения поставленной цели, и получить в итоге реальный результат [3, с. 179].

Таким образом, современный урок математики должен обладать структурой, соответствующей этапам поисковой деятельности, широко использовать представление информации с помощью технических средств обучения, прежде всего компьютера, включать 4 - 7 смен видов деятельности и физкультминутку, на этапе изучения нового либо повторения изученного материала должны использоваться коллективные способы обучения.

Важно и то, что от желания учащегося быть творческим и активным зависит эффективность учебной деятельности и продуктивность полученного результата.

#### **Список использованной литературы:**

1. Зильберберг Н.И. Урок математики: Подготовка и проведение – М.: Просвещение, 1995. – 186 с.
2. Махмутов М. И. Современный урок. – М.: Педагогика, 1985. – 285 с.
3. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии: Учебное пособие. – М.: Народное образование, 1998. – С.178 – 180.

© Н.Г. Шмелёва, Р.Ф. Фасхутдинова, 2016

**УДК 537.868:537.874**

**М.А. Фатыхов**

Д.ф. - м.н., профессор  
БГПУ им. М.Акмиллы  
Г.Уфа, Российская Федерация

**Г.Ю. Гумерова**

Студент 5 курса профиля «Физика, информатика»  
БГПУ им. М.Акмиллы  
Г.Уфа, Российская Федерация

### **ТЕПЛОБМЕН С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ НАГРЕВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОБКИ, ЗАПОЛНЯЮЩЕЙ ТРУБУ, В АДИАБАТИЧЕСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ**

Образование пробок в трубопроводе и стволах скважин, вызванное выпадением парафинов или газогидратов – часто возникающий вид осложнений в нефти - и газодобыче [1]. Одним из перспективных методов борьбы с ним является применение высокочастотного электромагнитного излучения [2]. Сущность метода заключается в том, что вдоль трубы направляется электромагнитное излучение высокой мощности (в несколько десятков киловатт). Встречая на своем пути пробку, электромагнитное излучение разогревает ее до температуры плавления или разложения, и тем самым ликвидирует препятствие. Преимущество такого способа перед обычным (горячей водой, электронагревателем и т.п.) заключается, во - первых, в значительно более быстром и равномерном нагреве пробки, а во - вторых, в отсутствии теплоносителя, что позволяет легко и гибко управлять процессом разогрева [3 – 12]. Для достижения максимальной эффективности процесса необходимо оптимизировать потери тепла через систему распространения электромагнитных волн.

В работе [13] теоретически исследована эволюция изменения температуры в нефтеводонасыщенной пористой среде, в которой распространяются электромагнитные волны, с учетом теплопотерь через ниже и вышележащие среды. Данная работа является продолжением исследований в этом направлении применительно к вертикальной трубе.

Следуя работе [13], для одномерной модели уравнение теплопроводности, описывающей прогрев пробки, имеет вид:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial z} \right) + 2\alpha W_0 e^{-2\alpha z} - b(T - T_0), \quad (1)$$

где  $b = 2kR_2 / (R_2^2 - R_1^2)$  - коэффициент теплоотдачи через боковую поверхность внешней трубы в окружающую среду;  $R_1, R_2$  - внутренний и внешний радиусы трубы,  $T_0$  - температура окружающей среды;  $\alpha$  - коэффициент затухания электромагнитной волны в диэлектрической пробке и на внутренней стенке трубы,  $W_0 = P_0 / [\pi(R_2^2 - R_1^2)]$  - средняя плотность мощности излучения, падающего на верхнюю границу пробки,  $t$  - время,  $c\rho$  и  $\lambda$  - объемная теплоемкость и теплопроводность материала пробки. Последнее выражение в (1) определяет установившийся теплообмен с окружающей средой.

При нагреве сред объемными тепловыми источниками возможно пренебрежение молекулярной теплопроводностью [14, 15]. С целью получения аналитических выражений для оценок о влиянии теплообмена на температурное поле рассмотрим приближенную модель теплопереноса.

Температурное поле можно определить как решение задачи Коши:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = 2\alpha W_0 e^{-2\alpha z} - b(T - T_0), \quad T(z, t = 0) = T_0 \quad (2)$$

Решение этой задачи имеет вид:

$$T - T_0 = \frac{2\alpha W_0}{b} e^{-2\alpha z} \left( 1 - e^{-\frac{b}{c\rho} t} \right). \quad (3)$$

Из (3) следует, что при  $b \rightarrow 0$  имеет место адиабатическое приближение, а при  $b \rightarrow \infty$   $T \rightarrow T_0$ . Влияние теплообмена с окружающей средой незначительно для времен нагрева  $t \ll c\rho/b$ . Скорость нагрева со временем уменьшается пропорционально  $\exp(bt/c\rho)$ . При  $t \rightarrow \infty$  температура выходит на асимптоту  $T - T_0 = \frac{2\alpha W_0}{b} e^{-2\alpha z}$ , при этом  $\partial T/\partial t = 0$ , т.е. имеет место стационарный режим нагрева, все выделяемое тепло уходит в окружающую среду и температура остается постоянной. Ввиду экспоненциальной зависимости, характерное время выхода нагрева на стационарный режим имеет конечное значение. Таким образом, решение данной задачи позволяет изучить теплопотери через трубу и сделать вывод об оптимизации режима нагрева, а именно можно оценить интенсивность электромагнитного излучения, необходимую для достижения заданной температуры на определенном расстоянии за определенное время.

### Список использованной литературы:

1. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. СВЧ электромагнитный метод плавления парафиновой пробки в разомкнутой коаксиальной системе // Инженерно - физический журнал. 2015. Т. 88. № 3. С. 697 - 702.
2. Фатыхов М.А. Особенности нагрева и плавления парафина в коаксиальной трубе высокочастотным электромагнитным излучением // Теплофизика высоких температур. 2002. Т. 40. № 5. С. 802.

3. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Электромагнитный способ плавления парафина в трубе // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2012. № 7. С. 25 - 28.

4. Абдуллина В.А., Фатыхов М.А. Расплавление твердых отложений в трубопроводах движущимся источником электромагнитного поля // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2012. № 6. С. 60 - 68.

5. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Определение частоты электромагнитного воздействия на гидратопарафиновые отложения в подземном оборудовании скважин // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2007. № 1. С. 78.

6. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я. Воздействие электромагнитного поля на процесс кристаллизации парафина // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2007. № 1. С. 93.

7. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я., Фатыхов Л.М. Предотвращение отложения парафина, солей и гидратов // Нефтепромысловое дело. 2007. № 7. С. 48 - 51.

8. Фатыхов М.А., Багаутдинов Н.Я. Экспериментальные исследования разложения газогидрата в трубе при сверхвысокочастотном электромагнитном воздействии // Теплофизика высоких температур. 2005. Т. 43. № 4. С. 612 - 617.

9. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. Особенности плавления парафиновых отложений в сверхвысокочастотном электромагнитном поле // Вестник Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы. 2015. Т. 32. № 4. С. 79 - 86.

10. Фатыхов М.А., Идрисов Р.И., Фатыхов Л.М. Динамические особенности фазовых переходов в сверхвысокочастотном электромагнитном поле // Естественные и технические науки. 2014. № 7 (75). С. 20 - 23.

11. Фатыхов М.А., Фатыхов Л.М. Особенности фазовых переходов в сверхвысокочастотном электромагнитном поле // Научное обозрение. 2014. № 8 - 2. С. 576 - 580.

12. Акчурина В.А., Фатыхов М.А. Математическое моделирование расплавления диэлектрической пробки, заполняющей трубу, движущимся объемным источником электромагнитного излучения // Академический журнал Западной Сибири. 2014. Т. 10. № 2 (51). С. 31.

13. Саяхов Ф.Л., Фатыхов М.А. Исследование распределения температуры при высокочастотном электромагнитном воздействии на нефтеводонасыщенное горные породы с учетом потерь // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1987. № 5. С. 55.

14. Саяхов Ф.Л., Фатыхов М.А., Дыбленко В.П., Симкин Э.М. Расчет основных показателей процесса высокочастотного нагрева призабойной зоны нефтяных скважин // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 1977. № 6.

15. Хабибуллин И.Л. Электромагнитная термогидромеханика поляризующихся сред. – Уфа: Изд - во Башкирск. Ун - та, 2000. – 246 с.

© М.А. Фатыхов, Г.Ю. Гумерова, 2016

**Е.Н. Халтурина**

к.э.н., доцент кафедры управления малым и средним бизнесом

**Е.А. Андреева**

студентка 4 курса

Институт экономики, управления и финансов  
ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет»  
г. Йошкар - Ола, Российская Федерация

## **РЕКЛАМА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Аннотация. В статье проводится анализ результативности от проведения рекламных мероприятий в компании ООО «ПромоОкеан». Путем изучения факторов, проводится выбор рекламных средств. С помощью расчета дополнительного товарооборота под воздействием рекламы определяется экономический эффект рекламирования.

*Ключевые слова:* рекламная кампания, рекламные средства, дополнительный товарооборот, экономический эффект рекламы.

*Реклама - это и свеча зажигания,  
и смазочное масло в механизме экономики,  
создающем изобилие для потребителей.*

*И в качестве таковых ее задача  
заключается в информировании...*

*Но это задача - не просто информировать.*

*Функция рекламы - продавать.*

*Продавать товары. Продавать идеи.*

*Продавать образ жизни".*

*Альфред Дж. Симен. [4, с. 456]*

Термин «реклама» происходит от латинского слова «reklamere» - «громко кричать» или «извещать» [1, с.15]. Реклама – это один из самых эффективных элементов маркетинговых коммуникаций, а также самый действующий инструмент в попытках предприятия изменить поведение покупателей, привлечь их внимание к товарам и услугам, создать положительный образ самого предприятия.

Реклама может распространяться любым способом, в любой форме и с помощью различных средств информации. Она может быть предназначена как для неопределенного круга лиц, так и для определенного спектра потенциальных потребителей. Реклама призвана сформировать и поддержать заинтересованность к услугам, идеям, товарам и начинаниям [3, с. 54].

Известный маркетолог Филипп Котлер, сказал следующее по поводу рекламы: «Реклама, как правило, является неличной формой коммуникации. Она осуществляется посредством платного распространения информации, явно показывающий источник финансирования» [2, с.321].

Не одно современное предприятия не сможет обойтись без хорошей рекламы. Ведь не зря говорят, что реклама это двигатель торговли, она воздействует на сбыт товара, его

эффективность на рынке, а следовательно повышает эффективность деятельности предприятия. Но создать представление о товарах и компании, а тем более сформировать хорошее отношение к ним не всегда легко. Для этого необходимо времени и определенная стратегия.

Разработка рекламной кампании необходима для достижения целей предприятия. Сначала нужно рассмотреть перечень продукции, услуг и возможностей самого предприятия по которым необходима реклама. Далее определить целевую аудиторию и выбрать рекламные средства. Затем рассчитать затраты на проведение рекламной кампании и произвести расчет экономической эффективности от предложенных мероприятий.

Так, целью компании «ПромоОкеан» является создание наилучшего имиджа и увеличение потенциальных клиентов. Для выбора рекламных средств необходимо провести анализ факторов, влияющих на рекламу.



Рисунок. Факторы, влияющие на выбор рекламных средств

Для компании «ПромоОкеан» предложено привлечь следующие рекламные инструменты: прямая почтовая и факсовая рассылка, реклама на телевидение и радио, реклама на зданиях и привлечение рекламного агента.

Рекламную кампанию необходимо рассчитать на 12 месяцев. Расходы рассчитываются по каждому выбранному рекламному средству.

Таблица 1 - Расходы на рекламу за один год

Месяц	Почтовая рассылка	Факсовая рассылка	Реклама на ТВ	Радио реклама	Реклама на зданиях	Работа рекламного агента	Итого за месяц, руб
Январь	1637,5	1125	3800	4800	-	5000	16362,5
Февраль	1637,5	1125	3800	4800	-	5000	16362,5
Март	1637,5	1125	3800	4800	-	5000	16362,5
Апрель	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Май	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Июнь	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5

Июль	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Август	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Сентябрь	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Октябрь	1637,5	1125	3800	4800	3600	5000	19962,5
Ноябрь	1637,5	1125	3800	4800	-	5000	16362,5
Декабрь	1637,5	1125	3800	4800	-	5000	16362,5
Итого за год, руб.	19650	13500	45600	57600	25200	60000	221550

По данным таблицы 1 видно, что бюджет рекламной кампании на один год составляет - 221550 рублей.

Абсолютно точно определить результативность отдельных средств рекламы часто не возможно, но примерные подсчеты оправдывают себя. Чтобы показать, в какой степени реклама может повлиять на рост товарооборота воспользуемся следующими формулами.

Используя исходные данные, определим дополнительный товарооборот под воздействием рекламы.

$$T_d = \frac{T_c \cdot \Pi \cdot D}{100} \quad (1)$$

Таблица 2 – Исходные данные для расчета дополнительного товарооборота

Показатель	Значение показателя
Среднемесячный товарооборот до рекламного периода ( $T_c$ ), руб.	24500
Прирост среднемесячный товарооборота за до рекламный и после рекламный периоды ( $\Pi$ ), %	8,3
Количество дней учета товарооборота в до рекламном и после рекламном периодах ( $D$ ), дней	360

$$T_d = \frac{24500 \cdot 8,3 \cdot 360}{100} = 732060 \text{ руб.}$$

Исходя из полученных данных видно, что реклама увеличит годовой товарооборот компании на 732060 рублей.

Об экономической результативности рекламы можно также судить по тому экономическому результату, который был бы достигнут от проведения рекламной кампании. Экономический результат определим соотношением между желаемой прибылью от дополнительного товарооборота, полученного под воздействием рекламы с учетом торговой надбавки на товар и расходами на нее.

$$\Xi = \frac{T_d \cdot H_r}{100} - U_p \quad (2)$$

Результаты такого соотношения могут выражаться в трех вариантах:

1. Эффект от рекламного мероприятия равен затратам на его проведение.
2. Эффект от рекламного мероприятия больше затрат (прибыльное).
3. Эффект от рекламного мероприятия меньше затрат (убыточное).

$$\Xi = \frac{732060 \cdot 35}{100} - 221550 = 34671 \text{ руб.}$$

Полученный эффект от проведения рекламного мероприятия составит 34671 рубля, а это 4,35 % от планируемой прибыли. Отсюда видно, что итог от проведения рекламной кампании больше затрат на ее осуществление, а значит эффект прибылен.

Таким образом, следует, что перспективы прироста прибыли при проведении планируемой рекламной кампании на один год для компании «ПромоОкеан» - положительные. Компания должна вкладывать средства в дальнейшее развитие своей рекламной деятельности.

#### **Список использованной литературы:**

1. Аксенова, К.А. Реклама и рекламная деятельность: конспект лекций / К.А. Аксенова. - М: Приор - издат, 2007. – 40 с.
2. Котлер, Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер. - М.; СПб.; К.; Издательский дом «Вильямс», 2007. - 646 с.
3. Панкратов, Ф.Г. Рекламная деятельность: учебник для студентов ВУЗа / Ф.Г. Панкратов. - М.: Издательско - Торговая Корпорация «Дашков и К<sup>0</sup>», 2007. - 90 с.
4. Старобинский, Э.Е. Самоучитель по рекламе / Э.Е. Старобинский. - М.: Интел - Синтез, 2006. - 310 с.
5. Уэллс, У. Реклама: принципы и практика / У. Уэллс, Дж. Бернет, С. Мориани. - СПб.: ЗАО "Издательство "Питер", 2000. - 736с.

© Е.Н. Халтурина, Е.А. Андреева, 2016

**УДК 658.18**

**С. А. Худякова**

магистрант

Национальный исследовательский

Томский политехнический университет

г. Томск, Российская Федерация

### **КАЙДЗЕН И СТАНДАРТИЗАЦИЯ - ПУТЬ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Философия непрерывного совершенствования подразумевает устранение всех видов потерь. Понимание и знание классификации потерь необходимо, поскольку в большинстве производственных процессов совершаемые действия не несут какой - либо ценности с точки зрения потребителя, поэтому они называются потерями. В свою очередь, операции, создающие ценность, занимают незначительную долю по сравнению с потерями.

На советских промышленных предприятиях существовала такая система, которая подразумевала постоянное улучшение. В процесс улучшения были вовлечены все сотрудники. Процесс постоянного совершенствования носил название разработки рационализаторских предложений. Кроме того, существовала специальная система мотивации для персонала с целью повышения количества таких разработок. Так как руководство понимало, что необходимо стремиться к уменьшению затрат на производстве и к увеличению производительности.

К сожалению, с переходом на рыночную экономику на большинстве машиностроительных предприятий пропала система мотивации сотрудников к разработке

рационализаторских предложений, как следствие, постепенное и непрерывное улучшение потеряло смысл для сотрудников. Соответственно, рационализаторские предложения, как правило, больше не разрабатываются. Подтверждением данного факта служит любая информационная доска и доска почета предприятия. Если обращать на них внимание, то становится очевидным, что большинство интересных рационализаторских предложений, действительно оптимизирующих производственные процессы, были разработаны и внедрены как раз до становления рыночной экономики.

Бережливое производство основано на концепции кайдзен – постоянного улучшения и совершенствования. Соответственно, с этой точки зрения необходимо вводить заново в производство культуру разработки и внедрения предложений. Однако на большинстве предприятий на данный момент работает много рабочих, которые к этой культуре не привыкли и не совсем понимают, зачем это нужно. Более того, даже многие руководители подразделений уже не понимают, как это отражается на эффективности бизнес - процессов. Некоторые предприятия сохранили такие мероприятия, на которых происходит выработка полезных предложений, однако они, как правило, лишь формальны и проходят на принудительной основе, что, в свою очередь, вызывает волну банальных предложений ради предложения, а не ради улучшения. Как следствие, многие совершенствования, предлагаемые на таких мероприятиях, "избиты" и повторяются из года в год, к ним никто не прислушивается, все привыкли каждый раз рассматривать одни и те же проекты. Следовательно, необходима разработка приемлемых, доступных и простых методов, позволяющих восстанавливать культуру постоянного совершенствования, что, в свою очередь, будет служить инструментом роста эффективности деятельности предприятия. Применяемая методика должна быть настолько простой и приемлемой, что даже консервативные работники были бы заинтересованы в ее реализации. Понятно, что в некоторых случаях необходима жесткая позиция со стороны руководства, но желательно, чтобы процесс совершенствования носил творческий и добровольный порядок, чтобы он не был рутинной, а был интересным мероприятием. Постоянный жесткий менеджмент здесь неприменим, он "задушит" большинство креативных предложений, как это существует на многих предприятиях сейчас.

Таким образом, главное преимущество бережливого производства связано с сопутствующей ему философией кайдзен, подразумевающей непрерывное стремление к совершенству. Производитель, постоянно занятый совершенствованием деятельности своей фирмы, будет стремиться к поиску оптимальных стратегий дальнейшего развития и естественно (в долгосрочной перспективе) достигнет высокой конкурентоспособности своего предприятия.

Однако учитывая опыт оптимизации производственных процессов на различных предприятиях, необходимо разрабатывать и использовать методику оптимизации индивидуально для каждого предприятия. Инструменты, приведенные в ГОСТах по бережливому производству (ссылка на ГОСТ) являются общим универсальным средством, которое призвано помогать различным организациям в области повышения эффективности процессов. Такая универсальность объясняется, с одной стороны, тем, что в мире существует много различных предприятий, как в сфере промышленности, так и в сфере оказания услуг, где непрерывное совершенствование и стандартизация имеют место быть. С другой стороны, каждый руководитель предприятия, задумываясь о повышении эффективности бизнес - процессов, пытается найти часто используемое, малозатратное и высокоэффективное средство и не всегда знает с чего начать. Соответственно, данные методы и инструменты будут служить хорошим началом оптимизации, ведь ГОСТы бережливого производства не ограничивают предприятия в выборе методов и инструментов, главная задача - соответствовать концепции.

Тем не менее, нельзя забывать и о недостатках ГОСТов по бережливому производству. Прежде всего, необходимо отметить, что два стандарта ГОСТ Р 56020 - 2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» и ГОСТ Р 56407 - 2015 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты» были разработаны и представлены впервые. Другими словами, это первая попытка систематизации и анализа информации по бережливому производству в России. Следовательно, данные стандарты не учитывают многие нюансы бережливого производства, применяющегося в отличных от машиностроения сферах деятельности. Кроме того, в классификацию накопленных опытом потерь включены причины образования потерь в соответствии с японской классификацией [1], а именно "muri" - неравномерность (изменчивость в методах работы или в результатах процесса) и "muga" - перегрузка (напряжение, перегрузка (сверхурочная работа) человека или оборудования, неразумность)[2]. Даже исходя из определений можно утверждать, что сами эти понятия не являются потерями, они лишь служат причинами возникновения потерь "muda".

Среди многих причин скептицизма по отношению к методам и инструментам бережливого производства наиболее популярной является возможность появления избыточного количества различных документов, а также множество кропотливой, упорной и внимательной работы, которая занимает очень много времени, а в результате эффективность растет медленно, не оправдывая завышенные ожидания руководителей. Кроме того, многие рабочие против обучения стандартам новой работы, потому что они консервативны - привыкли работать по - старому и им кажется, будто их способ выполнения работ более удобен. В таком случае, следует отметить тот факт, что как и любая человеческая привычка - правильно выработанный и хорошо заученный стандарт становится привычкой, и материальные и временные затраты, используемые на его разработку, окупятся вдвойне за счет более эффективной работы. Лучше потратить время на нахождение оптимального способа выполнения работ и в дальнейшем работать по стандарту, нежели чем постоянно оплачивать привычку и консерватизм рабочих высокими издержками и бракованной продукцией. Разумеется, что количество разработанных стандартов и их отношение к деталям работ должны находиться в "золотой середине" между избыточностью информации и ее недостаточностью. Это необходимо, чтобы стандарт не прослыл бюрократической рутинной, от которой все рабочие максимально ограждаются или выполняют без особого желания, потому что так положено, соблюдая лишь формальности. Но он также не должен являться непонятным и недоступным документом, который еще больше запутывает рабочих. Кстати говоря, данные факты не нашли отражения в ГОСТах по бережливому производству.

В общем и целом, сам стандарт выполнения работ должен отвечать требованиям высокой эффективности - быть максимально доступным, простым в понимании, кратким, но отличаться информативностью и точностью. Опять же, сам специалист в своем желании максимально стандартизировать работу должен видеть грани разумного и не пытаться стандартизировать или улучшить очевидные вещи, то есть стандарт должен быть создан там, где он необходим. В своем стремлении к идеалу мы, тем не менее, не можем отрицать некоторые потери, которые, так или иначе, невозможно предусмотреть или избежать. Среди них:

- законы теории вероятности и математической статистики;
- наличие различного рода погрешностей абсолютно на всех этапах бизнес - процессов, начиная с прогнозирования и планирования и заканчивая упаковкой и поставкой продукции до потребителя, которые имеют свойство накапливаться;
- наличие человеческого фактора.

Это, в свою очередь, обуславливает невозможность совершенно бездефектного производства. Соответственно, стандарт должен это учитывать. Стандарт и методы бережливого производства - это не ультимативное средство способа выполнения работ, который указывает, например, что либо производство является бездефектным и в производственных процессах потери различного рода исключены, либо он не соответствует стандарту и методике. Стандарт и методика бережливого производства - это гибкое средство управления эффективностью деятельности, которое должно заключать в себе ключевые показатели деятельности и обязательные способы их достижения, а также иметь определенный уровень запаса различного рода потерь, которые сложно предусмотреть. В противном случае, предприятие обречено на постоянное недостижение показателей. Нет предела совершенству, но гораздо приятнее видеть результаты своего труда, нежели чем вечно разочаровываться, что идеальный результат снова ускользнул, хоть и был так близко.

Таким образом, наиболее популярная причина скептицизма среди руководителей предприятия по поводу невозможности применить методiku бережливого производства в условиях российских предприятий не более чем заблуждение. Этот миф основывается на консерватизме, как рабочих, так и руководителей, а также на нежелании следовать стандартам. Точнее рабочие могут следовать стандарту, но без непрерывного совершенствования достигнутые показатели эффективности постепенно возвращаются к исходным позициям, а в некоторых случаях даже ухудшаются. Следовательно, стандартизация и непрерывное улучшение, присущее философии кайдзен, является залогом развития отечественного производства в перспективе.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ Р 56020 - 2014 «Бережливое производство. Основные положения и словарь» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [www.internet-law.ru/gosts/gost/57442](http://www.internet-law.ru/gosts/gost/57442)
2. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. - М.:Институт комплексных стратегических исследований, 2010 г. - 312 с.

© С. А. Худякова, 2016

**УДК 621 / 62 - 9**

**А.С. Шерстнева**

студентка 6 курса МАИ (НИУ)

**О.И. Ильинская**

к.т.н., доцент МАИ (НИУ)

г. Москва, Российская Федерация

### **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ**

В последнее время наблюдается резкое возрастание интереса к высокоскоростному режиму полета. В первую очередь это связано со значительными успехами в конструировании аэрокосмической техники. С другой стороны, эксперименты в этой области отличаются высокой стоимостью и множеством технологических сложностей. Поэтому все большую роль начинает играть численное моделирование гиперзвукового

полета. Полет летательного аппарата на гиперзвуковой скорости сопровождается множеством процессов, не характерных для полета при более низких числах Маха. Среди этих процессов можно особо отметить наличие химических реакций, излучение нагретого газа, турбулентное смешение и горение. Наличие этих процессов приводит к необходимости комплексного развития соответствующих вычислительных моделей.

Развитие методов компьютерной физической механики приводит к необходимости формулировки принципиально новых подходов и методов решения задач фундаментальной физической механики и реализации моделей и программных кодов прикладной физической механики.

Физическая механика - это область механики, основной целью которой является предсказание макросвойств, постулируемых и используемых феноменологической механикой, а также теоретическое описание поведения плазмы, газов, жидкостей и твердых тел в условиях их взаимодействия, равновесия и динамики на основе микроанализа структуры веществ. В равной степени это относится как к материалам, применяемым в повседневной практике, так и к материалам, находящимся в экстремальных условиях высоких температур и давлений, под воздействием сильных электрических и магнитных полей. В этом смысле физическая механика может рассматриваться как техническая наука, которая служит инженерной практике.

Опыт практических подходов прошедших столетий показывает, что для решения вопросов, связанных с инженерными проблемами, широко использовались прежде всего экспериментальные методы. Этому было много причин, но две основные представляются очевидными:

- определение свойств материалов экспериментальным путем оказывалось более доступным и простым;
- отсутствие теорий, объясняющих микроструктуру веществ, приводило к невозможности теоретического описания их свойств в макрообъеме.

Однако в настоящее время перед наукой и, в частности, перед механикой все чаще встают проблемы объяснения и описания поведения веществ в условиях, когда постановка экспериментов оказывается чрезвычайно дорогостоящей или даже невозможной. Попытки решения таких задач показали, что объединение в единый комплекс таких сформировавшихся наук, как феноменологическая механика, статистическая механика и статистическая физика, квантовая и физическая химия, физическая и химическая кинетика, позволяют объяснить многие явления и эффекты, ранее оставшиеся вне области понимания. Мощным толчком к формированию физической механики послужило интенсивное развитие вычислительной техники. Развитые методы вычислений, методы проведения вычислительных экспериментов, а также компьютерные технологии реализации физических моделей на современных персональных и многопроцессорных комплексах завершили формирование облика физической механики как науки, обосновывающей возможность использования достижений в описании микромира и для предсказания макросвойств вещества.

Такое определение физической механики делает указанную науку незамкнутой. Неясны границы применимости указанных выше наук для целей физической механики. К тому же совокупность наук не может рассматриваться как линейная комбинация наборов знаний. Взаимопроникновение наук всегда рождает качественно новое знание.

Многие годы традиционной областью "высоких технологий" физической механики была физико - химическая и радиационная газовая динамика космических аппаратов, предназначенных для исследования планет Солнечной системы и, в особенности, возвращаемых на Землю. В последнее десятилетие стало вполне привычным определять физическую механику как многоуровневый подход к созданию замкнутых моделей феноменологической механики с использованием иерархии моделей физики и химии. Иными словами, многоуровневый подход - это использование различной степени подробности описания элементарных и коллективных процессов теоретическими моделями с целью создания замкнутой модели изучаемого явления. Составные элементы такого подхода следующие:

- феноменологическая механика сплошной среды и термодинамика,
- молекулярно - кинетическая теория и статистическая физика,
- химическая и физическая кинетика,
- квазиклассическая физика,
- квантовая механика и квантовая физика.

Лишь несколько примеров многоуровневого подхода иллюстрирует его плодотворность:

- определение свойств переноса (вязкости, теплопроводности, коэффициентов диффузии) газов и жидкостей с использованием метода Энского на основе молекулярно - кинетической теории Больцмана;
- решение задач радиационной газовой динамики с использованием спектральных коэффициентов поглощения и излучения, рассчитанных на основе квантовой теории (квантовой механики и квантовой электродинамики);
- магнитная газовая динамика;
- турбулентность;
- прямое моделирование разреженных потоков методом Монте - Карло (DSMC).

Как уже отмечалось, принципиальную роль в развитии физической механики играет совершенствование вычислительной техники. Современные компьютерные алгоритмы позволяют не только моделировать поведение микросистем на атомном и молекулярном уровне, но и включать ряд моделей микроуровня в модели макроуровня. Появился и реализуется новый тип моделей физической механики - интегрированные модели. Интегрированная модель - это модель физического явления, объединяющая в себе одновременную реализацию многоуровневых моделей. Примером реализации интегрированных моделей может служить решение следующих задач:

- расчет процессов переноса массы, импульса и энергии в неравновесных смесях газов и плазмы с использованием "модового" и "поуровневого" подхода;
- радиационная газовая динамика неравновесных газов и плазмы.

Во многих явлениях физической газовой динамики, в которых температуры частиц достигают десятков тысяч градусов, существенную роль играют неравновесные процессы физико - химической кинетики, для которых характерно сильное различие между равновесными распределениями заселенностей атомов и молекул по поступательным и внутренним степеням свободы, а также отсутствие равновесных распределений в пределах отдельно взятых степеней свободы. Такая ситуация часто встречается при изучении структуры сильных ударных волн, при гиперзвуковом обтекании летательных аппаратов, в газовых разрядах, при взаимодействии мощного лазерного излучения с веществом.

Учитывая исключительную сложность получения экспериментальных данных и большое разнообразие процессов, подлежащих учету при высоких температурах, особую актуальность приобретает разработка расчетно - теоретических моделей, основанных на принципах моделирования, т.е. использующих лишь исходную спектроскопическую информацию о структуре частиц, создание компьютерного расчета констант скоростей диссоциации в высокотемпературных газовых смесях, проведение расчетов параметров газодинамики в канале модельного высокоскоростного прямоточного воздушно - реактивного двигателя. Такой подход позволит проанализировать плотности тепловых потоков к стенкам двигателя и по данным расчета спроектировать облик высокоскоростного прямоточного воздушно - реактивного двигателя на углеводородном топливе.

Интегрированная компьютерная модель, рассматриваемая в данной работе, предназначена для численного описания процессов, протекающих при гиперзвуковом движении летательного аппарата в атмосфере. Она объединяет в себе следующие расчетно - теоретические модели:

1. модель для расчета параметров модели химической и физической кинетики;
2. модель газовой динамики (для многокомпонентного газа);
3. модель химической кинетики;
4. модель переноса излучения.

#### **Список использованной литературы**

1. Башкин В. А., Егоров И. В. Численное исследование задач внешней и внутренней аэродинамики. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 332 с.
2. Ножницкий Ю.А. Некоторые вопросы обеспечения надежности перспективных ГТД.– М.: Изд - во ЦИАМ, 2015. 138 с.
3. Лунев Е. М., Неретин Е. С., Дяченко С. А., Дуброво А. И. Разработка программно - алгоритмического обеспечения прототипа системы синтетического видения для перспективных объектов авиационной техники // Труды МАИ, 2016, №86  
© А.С. Шерстнева, О.И.Ильинская, 2016

**УДК 621.18**

**Шутов В. С.**

аспирант кафедры теплоэнергетика  
Ижевский государственный технический  
университет имени М.Т. Калашникова  
г. Ижевск, Российская Федерация

### **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАЗУТНЫХ ФОРСУНКАХ**

Одной из важных проблем эффективного сжигания топлива в теплогенерирующих установках, использующих мазутное топливо, является разработка рациональной конструкции распыляющей топливо форсунки [1].

Процессы течения топлива в проточных частях распылителей, развития струй вне объема форсунки, их распад на капли и дальнейшее испарение капель являются сложными физическими процессами. Эффективность распыления горючего зависит как от физического состояния мазута, его температуры и плотности, так и геометрии отверстий: их диаметра, угла наклона к центральной оси распыления, количества на головке форсунки, а также давления в подающей сети.

Современные возможности вычислительной техники и программные средства позволяют достаточно адекватно воспроизвести течение мазута по каналам форсунки и выполнить предварительные исследования по выявлению факторов, определяющих эффективность распыления. В связи с этим возникают задачи адаптации существующих моделей расчета к конкретным условиям эксплуатации энергетических установок с распылением мазута с помощью форсунок.

Целью данной работы является – оценка методик моделирования работы форсунки по распылению и последующему горению мазута, выявления связи между размером капли и качеством горения распыляемого топлива, а также конструкцией форсунки.

Задачи исследования:

Первая. Провести анализ по данной проблематике и определить перспективные направления методов моделирования распыления и горения жидкого топлива.

Вторая. Разработать и обосновать методику распыления и горения мазута, практические рекомендации по результатам численных экспериментов, охватывая вопросы моделирования движение жидкости современной вычислительной техникой.

Третья. Установить взаимосвязь полученных факторов с качеством горения мазута.

По способу распыливания жидкого топлива мазутные форсунки можно разделить на три основные группы: (1) механические; (2) с использование распыляющей среды; (3) комбинированные.

В механических форсунках распыливание осуществляется главным образом за счет энергии топлива при продавливании его под значительным давлением через малое отверстие – сопло. Дальнейшее размельчение полученных капель происходит под воздействием трения и давления окружающей среды. Мазутные форсунки с распыляющей средой осуществляют распыление топлива главным образом за счет энергии движущегося с большой скоростью распылителя – пара или воздуха. В комбинированных форсунках имеют место оба фактора [2].

Для описания течения жидкости используются двухкомпонентные уравнения Навье - Стокса. Система уравнений, описывающая двухкомпонентное двухфазное течение состоит из уравнения неразрывности, состояния и баланса энергии. Для решения системы уравнений необходим так же ввод условий однозначности. Условия однозначности включают в себя описание расчетной области, а также начальные и граничные условия состояния среды.

На сложность численного моделирования, оказывает влияние выбор геометрии расчетной области. Наиболее простой для расчетов является расчетная область, имеющая место в механической форсунке. Моделирование мазутной форсунки с распыляющей средой осложняется введением двух рабочих тел – водяного пара и природного газа [3]. Принимая во внимание сказанное, первичная расчетная моделью может быть построена для механической форсунки для исследования влияния ее геометрии. В дальнейшем

модель может быть усложнена за счет введения дополнительно в расчетную область распыляющей среды.

Для расчета турбулентных течений применяются различные модели турбулентности. Наиболее распространенными моделями турбулентности являются:  $k - \epsilon$  и SST модели.

Модель  $k - \epsilon$  наиболее часто применялась для успешных расчетов инженерных задач. Для описания турбулентных величин в ней используется система нелинейных диффузионных уравнений: массовой плотности турбулентной энергии  $k$  и скорости диссипации турбулентной энергии  $\epsilon$  [4]. Однако в  $k - \epsilon$  модели не учитываются особенности сильно закрученных турбулентных течений.

Модель турбулентности SST представляет собой комбинацию  $k - \epsilon$  и  $k - \omega$  моделей и позволяет учесть сильную закрутку потока.

Предложенные положения могут быть использованы для построения модели горения других жидких топлив в горелочных устройствах и предметом диссертационного исследования. Подробнее о методологии диссертационного исследования можно познакомиться в работах [5, 6, 7].

### Список литературы

1. ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Мазутные форсунки [электронный ресурс] : <http://www.topky.ru/fuel-oil-injector.html> Дата обращения(29.05.2016).
3. Лисенко В. Г., Щелков Я. М., Ладыгичев М. Г., Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование. Справочное издание: В 3 - ч книгах. Книга 2 / Под ред. В. Г. Лисенко. - М.: Теплотехник, 2004. – 832 с.
4. Авраменко М. И. О  $k - \epsilon$  модели турбулентности. Снежинск: Изд - во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2005, 76 с.
5. Селетков С. Г., Новый результат в диссертационной работе и его получение // Вестник ИжГТУ. – 2015. – № 1. – С. 140 - 143.
6. Селетков С.Г. Гипотеза в диссертации // Современный взгляд на будущее науки: Сб. стат. Международной научно - практической конференции (25 июня 2015 г., г. Уфа). – Уфа: Аэтерна, 2015. – С. 197 – 198.
7. Селетков С.Г. Морфология автореферата диссертации // Вестник ИжГТУ. – 2012. – №2.– С. 192 – 194.

© Шутов В. С., 2016г.

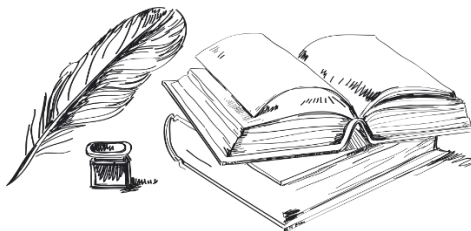
## СОДЕРЖАНИЕ

А. В. Batrashov METHOD OF SELECTION OF THE CONTACT WIRE MATERIAL, DEPENDING ON THE PARAMETERS OF THE RAILWAY LINE	3
А.И. Абрамов, А.А. Никитин, Е.Н. Истомин ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ СРАВНЕНИЯ ДВУХМЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ПОИСКА ГРАФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И ЛОКАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ	5
Ю.А. Абузин, М.М. Карашаев, Р.А. Соколов ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ НАГРЕВЕ МЕХАНИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ	9
Н. А. Акинъшин ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЗАЖИМОВ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	11
И.П. Баландюк, М.В. Андросенко, Д.А. Мальцева СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ХОЛОДНОГО ПРОКАТА	14
Т.А. Бикмурзина АГРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МИШКИНСКОГО РАЙОНА	16
Т.В. Божеева, А.Г. Масол ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	18
Т.В. Божеева, М.С.Ерофеев ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «СИСТЕМА АНАЛИЗА ТКИ»	22
Т.В. Божеева, М.С.Ерофеев ФОРМАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ «СИСТЕМА АНАЛИЗА ТКИ»	26
Р.С. Большаков, В.Б. Кашуба, Н.Ж. Кинаш, И.С. Ситов ДИНАМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И РЕАКЦИИ СВЯЗЕЙ	30
Т. Васильева О НЕОБХОДИМОСТИ ИЗУЧЕНИЯ КОМБИНАТОРНЫХ АЛГОРИТМОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ИНФОРМАТИКИ	37
Д.А. Воронина ЗАДАЧИ ПОСТРОЕНИЯ КЛАСТЕРНОЙ СИСТЕМЫ ДУБЛИРОВАННЫХ СЕРВЕРОВ	40

И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов ОБЕССОЛИВАНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА	43
И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов АТМОСФЕРНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ	44
И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов СПОСОБ ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ПАРАФИНО ОЛЕФИНОВОЙ ФРАКЦИЙ	46
И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов СПОСОБ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СПИРТОВОЙ АРИТЕЛЕМ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМАЛИНА	47
И.В.Герасименко, Н.Е.Попов, В.В. Беликов ПОЛУЧЕНИЕ ПАРАФОРМАЛЬДЕГИДА И ФОРМАЛИНА	49
М.А. Дзамыхов МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДПТ	51
А.В. Дмитренко, М.А. Торопова, Н.В. Ляпустин ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НЕПОЛНОВЕСНЫХ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ НА РАБОТУ СОРТИРОВОЧНОГО ПАРКА	53
А. В. Дмитренко, Т. И. Старостина ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОГО РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА	57
А.В. Дмитренко, И. Н. Шелепа УСТАНОВЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ОСАЖИВАНИЯ ВАГОНОВ В СОРТИРОВОЧНОМ ПАРКЕ	61
М. Н. Дядьева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ RAPHAEL ДЛЯ СОЗДАНИЯ SVG – ГРАФИКИ	65
А.В. Елисеев, С.В. Елисеев ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИБРОСТЕНДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	66
М.А. Жвакина, О.А. Жвакина НАДЗОР ЗА ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ЛИФТОВ	70
С.О. Калачев О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОЦЕНКИ ИНКЛЮЗИВНОСТИ ВЕБ – РЕСУРСОВ	72

Карева В. О. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРОВ, ТРУДНОСТИ ТУШЕНИЯ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ В ЗДАНИЯХ КУЛЬТУРНО - МАССОВОГО ПРЕБЫВАНИЯ	74
В.Б. Кашуба, Р.С. Большаков, Н.Ж. Кинаш ОСОБЕННОСТИ РЫЧАЖНЫХ СВЯЗЕЙ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОДВЕСОК	77
В.Н.Купрюшина ФРАКТАЛЫ В АРХИТЕКТУРЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	84
В.Н.Купрюшина ПРИМЕНЕНИЕ ФРАКТАЛЬНОСТИ В ИСТОРИИ ИСКУССТВА	86
В.Н.Купрюшина НАУЧНО - ФАНТАСТИЧЕСКИЙ ИНТЕРЬЕР STEAMPUNK	88
В.Н.Купрюшина ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИ ЖИДКОГО РАКЕТНО - КОСМИЧЕСКОГО ТОПЛИВА	89
С.Л. Марулин ИЗМЕРИТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕСНЫХ ПАР ЛОКОМОТИВОВ	91
Е. В. Одокиенко, В.Г.Кузнецова ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ДОШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ	97
Н.Ю. Паршукова, Ю.Ю. Лушина, Ю.А. Нежевенко ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В УСЛОВИЯХ ПОЛУЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЮМОМЕТИЛСИЛИКАНАТОВ	100
Пушнин О.А., Пушнина О.В. АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУДОВЫХ КОТЛОВ	104
М.Р. Раемгужина АНАЛИЗ ФАЗОВОГО СОСТАВА СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА, КАК ПРИМЕРА НЕОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА	111
Созыкина М. С. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ERP – СИСТЕМ	114
Д. А. Тараканов, Л.А. Васильева, М.В. Шуварин, П. Н. Романов АНАЛИЗ СПОСОБОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАВШЕГО МАСЛА ТРАНСФОРМАТОРОВ	116

С.С. Турбин ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА С КОММУТИРУЕМЫМ СОЕДИНЕНИЕМ	119
С.С. Удинцев МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПРОДОЛЬНО-РЕЗАТЕЛЬНЫХ СТАНКАХ	121
С.С. Удинцев, П.П. Бармин АВТОФРИКЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИ НАМОТКЕ РУЛОНОВ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА	124
Н.Г. Шмелёва, Р.Ф. Фасхутдинова ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОМУ УРОКУ МАТЕМАТИКИ	127
М.А. Фатыхов, Г.Ю. Гуменова ТЕПЛООБМЕН С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ ПРИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ НАГРЕВЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОБКИ, ЗАПОЛНЯЮЩЕЙ ТРУБУ, В АДИАБАТИЧЕСКОМ ПРИБЛИЖЕНИИ	129
Е.Н. Халтурина, Е.А. Андреева РЕКЛАМА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	132
С. А. Худякова КАЙДЗЕН И СТАНДАРТИЗАЦИЯ - ПУТЬ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	135
А.С. Шерстнева, О.И. Ильинская К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ	138
Шутов В. С. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГАЗОДИНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАЗУТНЫХ ФОРСУНКАХ	141



## **УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**Приглашаем Вас принять участие в Международных научно-практических конференциях проводимых нашим центром.**

Форма проведения конференций: заочная, без указания формы проведения в сборнике статей;

По итогам конференций издаются сборники статей. Сборникам присваиваются соответствующие библиотечные индексы УДК, ББК и международный стандартный книжный номер (ISBN)

**Всем участникам высылается индивидуальный сертификат участника, подтверждающий участие в конференции.**

В течение 10 дней после проведения конференции сборники статей размещаются на сайте [aeterna-ufa.ru](http://aeterna-ufa.ru), а также отправляются в почтовые отделения для осуществления рассылки. Рассылка сборников производится заказными бандеролями.

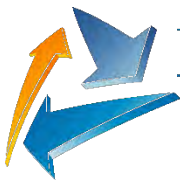
**Сборники статей размещаются в научной электронной библиотеке [elibrary.ru](http://elibrary.ru) и регистрируются в наукометрической базе **РИНЦ** (Российский индекс научного цитирования)**

Стоимость публикации от 130 руб. за 1 страницу. Минимальный объем - 3 страницы

С информацией и полным списком конференций Вы можете ознакомиться на нашем сайте [aeterna-ufa.ru](http://aeterna-ufa.ru)

**Научно-издательский центр «Аэтерна»**

<http://aeterna-ufa.ru> +7 (347) 266 60 68 \_\_\_\_\_ [info@aeterna-ufa.ru](mailto:info@aeterna-ufa.ru)



# ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА

ISSN 2410-6070

**Свидетельство о регистрации СМИ – ПИ №ФС77-61597**

**Договор о размещении журнала в НЭБ (РИНЦ, [elibrary.ru](http://elibrary.ru))**

**№103-02/2015**

**Договор о размещении журнала в "КиберЛенинке" ([cyberleninka.ru](http://cyberleninka.ru))**

**№32505-01**

## **УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!**

**Приглашаем Вас опубликовать результаты исследований в  
Международном научном журнале «Инновационная наука»**

Журнал «Инновационная наука» является ежемесячным изданием. В нем публикуются статьи, обладающие научной новизной и представляющие собой результаты завершенных исследований, проблемного или научно-практического характера.

Периодичность выхода: 1 раз месяц. Статьи принимаются до 12 числа каждого месяца. В течение 20 дней после издания журнал направляется в почтовые отделения для осуществления рассылки.

Журнал размещён в научной электронной библиотеке **elibrary.ru** и зарегистрирован в наукометрической базе РИНЦ (Российский индекс научного цитирования)

**Научно-издательский центр «Аэтерна»**

<http://aeterna-ufa.ru>

+7 (347) 266 60 68

[science@aeterna-ufa.ru](mailto:science@aeterna-ufa.ru)

**Научное издание**

**ПРИОРИТЕТЫ  
И НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

В авторской редакции

Подписано в печать 16.06.2016 г. Формат 60x84/16.

Усл. печ. л. 11,30. Тираж 500. Заказ 436.

**Отпечатано в редакционно-издательском отделе  
НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «АЭТЕРНА»**

**450076, г. Уфа, ул. М. Гафури 27/2**

**<http://aeterna-ufa.ru>**

**[info@aeterna-ufa.ru](mailto:info@aeterna-ufa.ru)**

**+7 (347) 266 60 68**