

## МАЗМҰНЫ

<b>Альмяшева О. Ю., Татыбаев И. Д., Исакова Д. А.</b> Теория мен практиканың байланысы.....	5
<b>Акушев С. С., Златина Е. Ю., Декскаймер К. С., Оманик О., Мантач В. В., Быков П. О.</b> Металлургиялық жабдықтарды жобалау негізінде APM WINMACHINE CAD/CAE жүйесін қолдану.....	8
<b>Асылбекова М. Ж., Маркова С. Ю.</b> Жоғары сенімді радиоөлшегіш құрылғылардың тәжірибелі үлгілердің мүлтіксіздігінің бағасы.....	11
<b>Багитова С. Ж., Байнатов Ж. Б., Танжариков Б., Сисембина К.</b> Қаттылық диафрагмалары бар қаңқалы көп қабатты үйлерді есептеу әдістемелері .....	17
<b>Байнатов Ж. Б., Багитова С. Ж., Танжариков Б., Даукенова А.</b> Көп қабатты қаңқалы ғимараттар беріктігіне жабын иілгіштігінің әсері.....	22
<b>Васильченко А. Ю., Маркова С. Ю.</b> Жоғары дәлдіктің кіші ұзындығының үлгілік өлшемдері.....	27
<b>Жанәев А. С., Ибраева О. Т.</b> Алюминий электролизі үшін былауыштың құрылғысын ілгерілеу мақсатында электр энергияның шығынын төмендету .....	32
<b>Жанәлиденова Ә. Ж., Исмагулова С. С., Акбердинова Ж. М., Какимова Ж. Ж., Ерсаин Г. Н., Есимханова А. Б., Сүйіндіков М. М.</b> Алюминий құю желісіндегі сүзгілеу торабы .....	37

Кудерин М.К., д.т.н., профессор (главный редактор)  
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доцент (отв. секретарь);  
Ықсан Ж.М., к.т.н., доцент (ответственный секретарь)

### Члены редакционной коллегии:

Бороденко В. А., д.т.н., доцент;  
Ельмуратов С. К., д.т.н., профессор;  
Ибраев И. К., д.т.н., профессор;  
Ишанходжаев А. А., д.т.н., профессор (Узбекистан);  
Каракаев А. К., д.т.н., профессор;  
Кислов А. П. к.т.н., доцент;  
Клецель М. Я. д.т.н., профессор;  
Муслимов А. П., д.т.н., профессор (Кыргызстан);  
Новожилев А. Н., д.т.н., профессор;  
Нуржауов А. Н., д.т.н., профессор;  
Рашидов Т. Р., д.ф-м.н., профессор (Узбекистан);  
Смайлова Н. Т., д.т.н., доцент;  
Унайбаев Б. Ж., д.т.н., профессор, ректор ЕИТИ им. К. И. Сатпаева;  
Украинец В. Н., д.т.н., доцент;  
Менейлюк А. И., к.т.н., профессор (Украина);  
Михайловский В. П., д.т.н., профессор (Россия);  
Нургожина Б. В. (тех. редактор).

<b>Ибраева С. Е., Абаев А., Сержанов Р. И.</b> Үздіксіз орнақты агрегаттарда құбырларды өндіруді жетілдіру.....	40
<b>Исабеков Д. Д., Марковский В. П.</b> Күш беретін трансформаторларды қорғау үшін релелік қорғау микропроцессорлық құрылымдарды қолдану .....	46
<b>Калыбаев Д. Б., Дейграф И. Э.</b> Көркем құйманы шығару үшін силикон резеңкенің екі құрамдылығын қолдану .....	51
<b>Капуста Я. Я., Герман Д. И., Литвинова Я. В., Олжабаев Р. О.</b> «KSP Steel» құбыр илемдеу өндірісіндегі резьбалық қосылысын роботталған жинаудың технологиясы.....	56
<b>Кимелова Ж. Т., Абдрахманова Д. Б., Ахметов С. М., Каурова А. А., Суюндиков М. М.</b> Анод өндірісінің даму перспективасы .....	61
<b>Кудрышова Б. Ч., Станевич В. Т.</b> Қазіргі заманғы экономика дамуының экологиялық доминанта ретінде өндіріс қалдықтарының негізінде жасалған құрылыс материалдарының өндірісі.....	65
<b>Мәдениев Е. Н., Боранбаев А. Ж., Тауова Б. М., Сүйіндіков М. М., Құлымбаев Н. Қ., Түсіпбекова М. Ж., Абсолямова Д. Р.</b> Құйма жасаудың үнемді технологиясы.....	69
<b>Никифорова В. Г., Айдарханова А. А., Никифоров В. В., Сулейменова Р. Н., Нарханова А. Г.</b> Магниттік судың цемент құрамының құрылуына әсер етуі .....	74
<b>Нуркимбаев С. М., Шумейко И. А.</b> Модельдеу негізінде «АВЭУ6-4М» моделінің желді энергетикалық желдік дөңгелегін құрудың тиімді конструктивті өлшемдерін табу .....	78
<b>Смагулова А. С.</b> Ізденістер кезіндегі геодезиялық жұмыстарды жобалаудағы өңдеулер .....	86
<b>Суенова М. Р., Маркова С. Ю.</b> Дайындық электродты емес пьезометрикалық тілімдерді ақаулы ету үшін түйіспелі емес өлшемдерді қолдану .....	89
<b>Тарасенко А. С., Гурбик Н. И., Левенец М. А., Литвиненко Р. Р., Шамкенова С. О., Быков П. О.</b> CAE LVMFLOWCV құю үдерісін компьютерлік модельдеу .....	92
<b>Шакабаев Е. О., Кусаинова Г. Д.</b> Геодезиялық жұмыстардағы жаңа технологиялар.....	96
<b>Шакарова С. Е., Абдрахманов Е. С.</b> Алюминийден фольга өндіру технологиясын зерттеу және талдау жүргізу ....	100
<b>Шапихов Б. К., Мәдениев Е. Н., Боранбаев А. Ж., Троянов Р. С., Абдрахманов Е. С.</b> Тағам өнімдерін блоктарда қатыру үшін механизацияланған құрылғы жұмысын зерттеу .....	106
Авторлар үшін ережелері.....	111

№1-2 2014

**НАУКА И ТЕХНИКА  
КАЗАХСТАНА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА

**СОДЕРЖАНИЕ**

<b>Альмяшева О. Ю., Татыбаев И. Д., Исакова Д. А.</b> Связь теории и практики .....	5
<b>Акушев С. С., Златина Е. Ю., Декскаймер К. С., Оманик О., Мантач В. В., Быков П. О.</b> Применение CAD/CAE системы APM WINMACHINE при проектировании металлургического оборудования.....	8
<b>Асылбекова М. Ж., Маркова С. Ю.</b> Оценка безотказности опытных образцов высоконадежных радиоизмерительных приборов.....	11
<b>Багитова С. Ж., Байнатов Ж. Б., Танжариков Б., Сисембина К.</b> Методика расчета многоэтажных каркасных зданий с диафрагмами жесткости .....	17
<b>Байнатов Ж. Б., Багитова С. Ж., Танжариков Б., Даукенова А.</b> Влияние податливости перекрытий на прочность многоэтажных каркасных зданий .....	22
<b>Васильченко А. Ю., Маркова С. Ю.</b> Образцовые меры малых длин повышенной точности .....	27
<b>Жанаев А. С., Ибраева О. Т.</b> Снижение потребления электроэнергии с целью улучшения устройства ванны для электролиза алюминия .....	32
<b>Жаналиденова А. Ж., Исмагулова С. С., Акбердинова Ж. М., Какимова Ж. Ж., Ерсаин Г. Н., Есимханова А. Б., Суюндиков М. М.</b> Фильтрация алюминия на линии отлива .....	37
<b>Ибраева С. Е., Абаев А., Сержанов Р. И.</b> Совершенствование производства труб на агрегатах с непрерывным станом .....	40
<b>Исабеков Д. Д., Марковский В. П.</b> Применение микропроцессорных устройств релейной защиты для защиты силовых трансформаторов .....	46
<b>Калыбаев Д. Б., Дейграф И. Э.</b> Применение двухкомпонентности силиконовой резины для получения художественных отливок .....	51
<b>Капуста Я. Я., Герман Д. И., Литвинова Я. В., Олжабаев Р. О.</b> Технология роботизированной сборки резьбовых соединений в трубопрокатном производстве «KSP Steel» .....	56

КОРРЕКТОРЫ:  
З. С. Исакова,  
А. Р. Омарова,  
А. Елемескызы

ВЕРСТКА:  
А. Р. Омарова

© ПГУ им. С. Торайгырова

<b>Кимелова Ж. Т., Абдрахманова Д. Б., Ахметов С. М., Каирова А. А., Суюндиков М. М.</b>	
Перспективы развития производства анодов .....	61
<b>Кудрышова Б. Ч., Станевич В. Т.</b>	
Производство строительных материалов на основе промышленных отходов как экологическая доминанта развития современной экономики .....	65
<b>Мадениев Е. Н., Боранбаев А. Ж., Тауова Б. М., Суюндиков М. М., Кулымбаев Н. К., Тусупбекова М. Ж., Абсолямова Д. Р.</b>	
Экономически эффективная технология литья .....	69
<b>Никифорова В. Г., Айдарханова А. А., Никифоров В. В., Сулейменова Р. Н., Нарханова А. Г.</b>	
Влияние омагниченной воды на структурообразование цементных систем .....	74
<b>Нуркимбаев С. М., Шумейко И. А.</b>	
Выявление оптимальных конструктивных параметров ветрового колеса ветроэнергетической установки модели АВЭУ6-4М на основе моделирования .....	78
<b>Смагулова А. С.</b>	
Разработка проектирования геодезических работ при изысканиях .....	86
<b>Суенова М. Р., Маркова С. Ю.</b>	
Применение бесконтактных измерений для отбраковки безэлектродных пьезометрических пластин заготовок .....	89
<b>Тарасенко А. С., Гурбик Н. И., Левенец М. А., Литвиненко Р. Р., Шамкенова С. О., Быков П. О.</b>	
Компьютерное моделирование литейных процессов в САЕ LVMFLOWCV .....	92
<b>Шакабаев Е. О., Кусаинова Г. Д.</b>	
Новые технологии в геодезических работах .....	96
<b>Шакарова С. Е., Абдрахманов Е. С.</b>	
Исследование и анализ технологии производства фольги из алюминия .....	100
<b>Шапихов Б. К., Мадениев Е. Н., Боранбаев А. Ж., Троянов Р. С., Абдрахманов Е. С.</b>	
Исследование работы механизированного устройства для замораживания пищевых продуктов в блоках .....	106
Правила для авторов .....	111

**O. U. Almyasheva<sup>1</sup>, I. D. Tatybaev<sup>1</sup>, D. A. Iskakova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>students, <sup>2</sup>senior teacher, S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar

**BETWEEN THEORY AND PRACTICE**

*This article describes an important topic of training students in the learning process, to work on the new equipment and machines. As highly skilled workers are needed by all enterprises and factories.*

Department of Pavlodar State University «Engineering and Standardization» has testing laboratories which equipped with modern facilities such as Microscope MIS11, BMI, IZO2 and other.

Double microscope MIS-11 serves for measuring the height profile of the surfaces in the range of from 0.8 micron to 62.5 microns, i.e. determines the class of surface cleanliness from 3 to 9 inclusive, according to GOST 2789-45. Besides using a microscope ИА-11 profile measurements can be carried out flat (namely, washers, plates, etc.) and the outer cylindrical surfaces (shafts, rollers, bushings (diameter) axis.

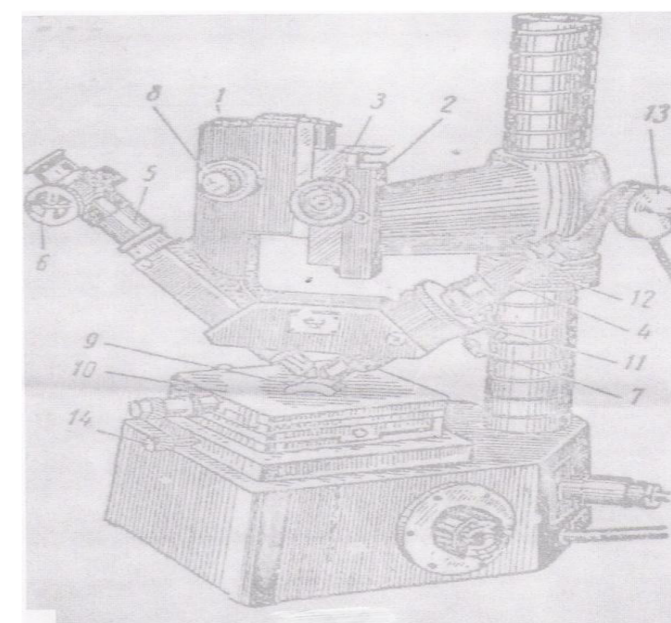


Figure 1 – The microscope MIS-11

Microscope MIS-11 has a massive cast iron base on which the column is with a rectangular thread. By column moves with the nut 12 brackets 15. Fixing bracket in position with the screw provided with the hand wheel 13. There are guides on the bracket «dovetail», which moves in the vertical direction 1. This is performed by shifting of the rack gear, driven by a hand wheel 3 is rigidly mounted on the axle tube. Precise focusing of the microscope



within 2-2.5 mm made using Meyer mechanism driven hand wheel 8. Microscope in a tube top set with a lamp holder that illuminates the gap. Microscope can be tilted by a screw 11. Ring 4 is intended to focus the slit image on the object of observation. Cartridge with a lamp can be moved along the axis of the tube and fixed in position with a screw. Based on the microscope table is mounted, which by means of micrometric screws 25 can be moved in two mutually perpendicular directions. Move the sliders going on ball guides. Movement is determined by counting the micro-drums. On the top plate 10 is set prism table on which are placed the measured cylindrical parts. Furthermore, the measurement table can rotate around a vertical axis, and fixed with screws 14. Also for measuring surfaces of different cleanliness classes to the device attached four pairs of interchangeable lenses: 6-7, 28, 29 and 30. All lenses designed for the length of the tube «infinity». Principle of operation microscope MIS-11 is as follows, if the gap is projected onto the illuminated surface 1 having P2 step height  $h$ , then the slit image on the surface of P1 takes the position S1, and P2 on the step - position S2. In sight of the observation tube slit image is similar to that shown in Fig. 3b. The  $b$  value S2'' image shift with respect to the image S1 'is a measure of the step height  $h$ .

Big Tool Microscope of the BMI-1 model. It is designed for the measurement of angular and linear dimensions of parts, to determine the distance between the centers of the holes, the basic parameters such as external threads, thread pitch, the average diameter, measuring half the angle of the thread profile differential method, as well as templates, shaped cutters, cutting dies, flat holes details, such as buildings, etc.

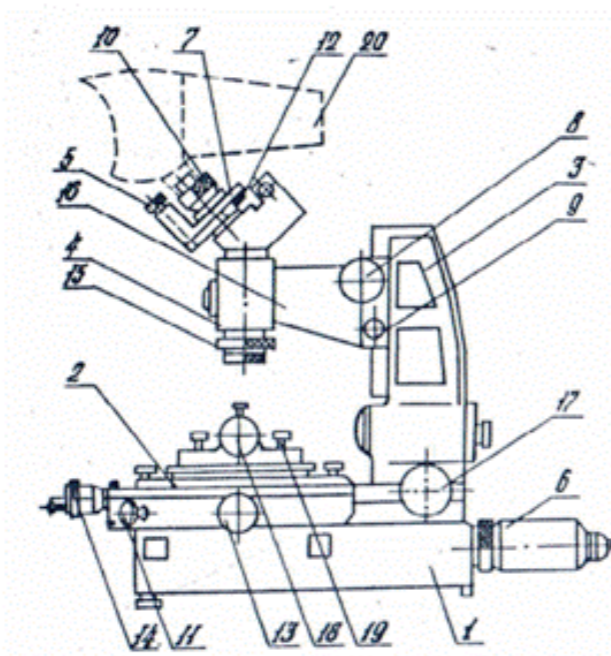


Figure 2 – The microscope BMI-1

Instrumental microscope has a base 1, which set measuring table 2, 3-hour, 4 ocular tube head and body 6, 7 illuminator. Measuring table device can be moved in two

mutually perpendicular directions by means of the micro- (in the longitudinal direction of the micro-13 in the transverse direction the micro-14).

For fixing part having center holes, apply details with 18 centers, which are mounted on the top plate of the measuring table so that the axial center line parallel to the longitudinal direction of the table. Position of the centers fixed with screws 19. Central microscope situated in a tube 4, is rigidly connected to the bracket 16 having a guide.

Bracket can be shifted in the direction of the rack with handles 8 rack gear and secured at the desired height lock 9. Precise focus by turning the knurled ring on the lens 15. Before measurement of the thread stand microscope is tilted at an angle of ascent of the thread. The inclination provided with the hand wheel 17. Tilt angle is determined by the scale marked on the sleeve hand wheel. Scale value 30. Ocular head 7 is designed to perform linear and angular measurements. Dashed mesh observed in the eyepiece of the microscope 10 central and degree and minute scale – in the field of view measuring indicator goniometric eyepiece 5. Rotation angle measuring scales by using the flywheel 12. In order to obtain a controlled large image parts and facilitate operation by the BMI can be installed projecting device 20. Lighting degree scale in the reference is sent from the microscope light source placed under ocular head through the window mirror.

BMI-1 microscope sizing can produce readings on the digital display of the digital measuring indicator, just by comparing the measured contour with the contour drawn on the drawing. Availability of equipment in laboratories allows students to become familiar with the equipment, learn how to use them to their destination. All this helps students to be prepared to work in factories with modern equipment.

#### LIST OF REFERENCES

- 1 Муслина, Г. Р., Правиков, Ю. М. Измерение и контроль геометрических параметров деталей машин и приборов. – 2007.
- 2 Дугин-Боровский, И. В., Иванов, А. Г. Основы взаимозаменяемости и технические измерения. – 1966.
- 3 Тартаковский, Д. Ф., Ястребов, А. С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: Учеб. для вузов. – М. : Высш. шк., 2001.

Material received on 26.03.14.

О. Ю. Альмяшева, И. Д. Татыбаев, Д. А. Искакова

Теория мен практиканың байланысы

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 26.03.14 баспаға түсті.

О. Ю. Альмяшева, И. Д. Татыбаев, Д. А. Искакова

**Связь теории и практики**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 26.03.14.

*Бұл мақалада оқу үдерісі кезінде студенттерді жаңа жабдықтарда және бідектерде жұмысқа дайындау маңызды тақырыбы қаралған. Өйткені жоғары білікті жұмыскерлер барлық кәсіпорындарда және зауыттарда керек.*

*В данной статье рассмотрена важная тема подготовки студентов в процессе обучения, к работе на новом оборудовании и станках. Поскольку высококвалифицированные работники нужны на всех предприятиях и заводах.*

УДК 004.9:669

**С. С. Акушев, Е. Ю. Златина, К. С. Декскаймер,  
О. Оманик, В. В. Мантач, П. О. Быков**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

**ПРИМЕНЕНИЕ CAD/CAE СИСТЕМЫ APM WINMACHINE ПРИ  
ПРОЕКТИРОВАНИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

*В статье представлена эффективность практического применения CAD/CAE системы APM WinMachine при проектировании металлургического оборудования.*

APM WinMachine – CAD/CAE система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения, разработанная с учетом последних достижений в вычислительной математике, области численных методов и программирования, а также теоретических и экспериментальных инженерных решений. Эта система в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и правил, относящихся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

Включает в себя несколько модулей. Модуль APM Structure3D является базовым расчетным ядром системы APM WinMachine. Он обладает широкими возможностями для создания моделей конструкций, выполнения необходимых расчетов и визуализации полученных результатов. Использование этих возможностей позволяет сократить сроки проектирования и снизить материалоемкость объекта, а также уменьшить стоимость проектных работ.

С помощью APM Structure3D могут выполняться следующие виды расчетов:

- расчет напряженно-деформированного состояния (статический расчет);
- расчет усталостной прочности при циклическом нагружении;
- проверка несущей способности стержневых элементов по СНиП с автоматизированным подбором поперечных сечений;
- расчет коэффициента запаса и формы потери устойчивости;

- деформационный расчет;
- расчет напряженно-деформированного состояния с учетом геометрической или физической нелинейности;
- расчет напряженно-деформированного состояния для случая контактного взаимодействия;
- тепловой расчет и решение задачи термоупругости;
- определение частот и форм собственных колебаний, в том числе с предварительным нагружением;
- расчет вынужденных колебаний – определение поведения системы при заданном законе изменения вынуждающей нагрузки от времени с анимацией колебательного процесса.

При проектировании металлургического оборудования одним из отличительных аспектов является тепловой расчет, т.к. многие узлы оборудования работают при высоких температурах, что требует оценки прочностных характеристик этих узлов, в конкретных условиях эксплуатации.

Задачей теплового расчета является определение температурного поля модели при заданных значениях относительной температуры в отдельных узлах в условиях стационарной теплопроводности, т. е. в предположении отсутствия потерь энергии за счет излучения во внешнее пространство и теплопередачи.

Задача термоупругости заключается в определении напряжений, перемещений, усилий и т. п., возникающих в отдельных элементах модели под действием температурных нагрузок. При такой постановке результаты теплового расчета являются исходными данными для решения задачи термоупругости.

В качестве примера №1 рассмотрим расчет стержневой модели, на узлы которой действует температурная нагрузка, обусловленная нагревом средней части модели до температуры 30 °С расположенным под ним оборудованием. При этом узлы обоих торцов модели находятся под действием температуры окружающей среды 0 °С. Результаты расчета представлены на рисунке 1.

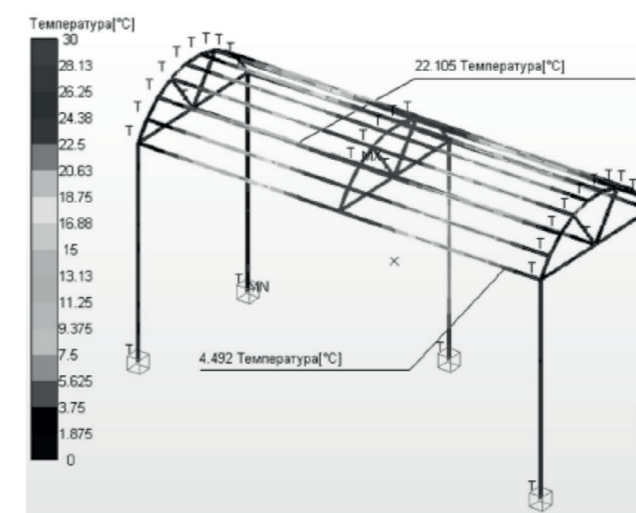


Рисунок 1 – Карта распределения температуры по элементам модели

Далее в качестве примера №2 рассмотрим расчет стержнево-пластинчатой модели, на основе примера №1, в котором пластины дополнительно нагружены линейно изменяющейся температурой в диапазоне от 0 °С на краях до 30 °С в центральной части модели. Результаты расчета представлены на рисунке 2.

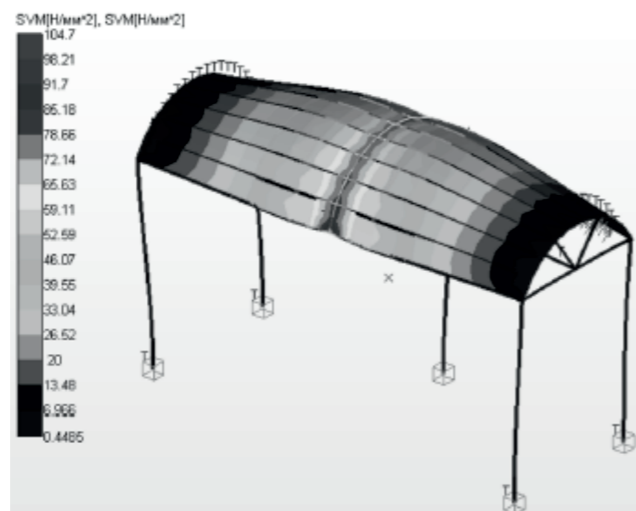


Рисунок 2 – Карта напряжений, возникающих вследствие действия на пластины температурной нагрузки

Из результатов расчета (рисунок 2) видно, что действие на пластины положительной температуры приводит к их расширению и, как следствие, деформации средней части модели.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Замрий, А. А.** Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D. – М. : Издательство АПМ, 2010. – 376 с.

Материал поступил в редакцию 17.04.14.

*П. О. Быков, С. С. Акушев, Е. Ю. Златина, К. С. Декскаймер, О. О. Маник, В. В. Мантач*  
**Металлургиялық жабдыктарды жобалау негізінде APM WINMACHINE CAD/CAE жүйесін қолдану**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 17.04.14 баспаға түсті.

*P. O. Bykov, S. S. Akushev, E. Yu. Zlatina, K. S. Dekskayumer, O. O. Mannik, V. V. Mantach*  
**Application of APM WinMachine system's CAD/CAE in design of the metallurgical equipment**

S. Toraighyrov Pavlodar state university, Pavlodar.  
Material received on 17.04.14.

*Мақалада металлургиялық қондырғыны жобалау кезіндегі APM WinMachine жүйесінің CAD/CAE тәжірибелік қолданысының тиімділігі ұсынылған.*

*The article presents the practical application of APM WinMachine system's CAD/CAE in design of the metallurgical equipment.*

УДК 621.396

**М. Ж. Асылбекова, С. Ю. Маркова**

Павлодарский государственный университет им. С. Торайғырова, г. Павлодар

#### **ОЦЕНКА БЕЗОТКАЗНОСТИ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ**

*В статье представлены материалы по показателям надежности радиоизмерительных приборов для применения расчетно-экспериментальной оценки для опытных образцов.*

Оценка безотказности опытных образцов радиоизмерительных приборов (РИП) связывается с повышением продолжительности их испытаний для ее подтверждения. Для того, чтобы проверить выполняются ли указания по безотказности, контрольные испытания трех опытных образцов РИП с временем работы до поломки и последующего ремонта 10-20 тысяч часов могут продолжаться приблизительно от двух до четырех лет.

Показателями надежности радиоизмерительных приборов является совершенство схемно-конструкционной разработки и производственной технологии, качество радиодеталей. На сегодняшний день наблюдается точная, полученная опытным путем, основательно доказанная информация о надежности электрорадиоэлементов в виде λ-характеристик. Благодаря возможности применения компьютерных технологий и знания простых итерационных вычислений имеется возможность определить электронные компоненты, то есть радиодетали, которые гарантировали бы установленный уровень безотказности радиоизмерительных приборов.

Опытные образцы РИП разрабатывают эксперты, высококвалифицированные специалисты. При этом они не используют технологическое оборудование серийного производства. Отработка и улучшение технологии серийного производства выполняются во время проведения установочной серии.

Следствием является весомое различие безотказности испытываемых образцов от серийных приборов, примерно 40 %, на первом этапе производства. Благодаря этому при проведении контрольных испытаний испытываемых образцов необходимо опытным путем просчитать и определить, обеспечивают ли электронные компоненты, предпочтительную версию схемно-конструкционного построения прибора и производственная технология выполнение правил и условий по безотказности.

Существуют несколько главных задач испытаний на надежность опытных образцов испытываемых приборов.



Первая задача состоит в том, что, будучи частью некоторых этапов жизненного цикла, данные испытания должны обеспечивать урегулирование и решение совместных вопросов этой стадии. Так, в соответствии с ГОСТ 2.103-68. ЕСКД. Стадии разработки в процессе разработки опытные образцы изготавливаются для проведения испытаний и по их результатам доработки опытного образца, рабочей конструкторской и технической документации [1, 3 с].

Вторая задача заключается в том, что в ходе испытаний необходимо извлекать сведения, на основании которых утверждается результат о соответствии надежности необходимым условиям.

На основании этого была построена гипотеза о вероятности оценивания безотказности опытных образцов радиоизмерительных приборов расчетно-экспериментальным методом, который учитывал бы изложенные выше критерии. Суть такого метода состоит в установлении степеней, порядка и продолжительности влияния внешних факторов во время испытаний с учетом априорной информации об итогах испытаний приборов: выполнение испытаний в жестких условиях с целью максимально результативного обнаружения схемно-конструкционных недоработок (СКН) и изъянов, вызванных несовершенствами выбранной технологии серийного производства. По итогам испытаний рассматривают причины найденных недоработок и предпринимают меры для их ликвидации. Результативность таких мер впоследствии свидетельствуется последующими испытаниями. После этого определяют расчетно-экспериментальную оценку безотказности работы РИП.

Для того чтобы проверить данную гипотезу, проанализировали подобие расчетных оценок безотказности с оценками, полученными в результате эксплуатации нескольких типов РИП: ВЗ-24, ВЗ-41, В7-15, ГЗ-33, Г4-65А, Г4-70, Г4-102А и С1-68. Данные радиоизмерительные приборы были выбраны, так как они неплохо проработаны и не имеют недоработок, производятся долгое время, а также по данным РИП имеется точная информация о надежности в процессе использования.

Анализ указывает на то, что значения оценок средней наработки на отказ исследуемых приборов по итогам эксплуатации на 30 % превышают значения оценок, принятых расчетным путем. Данный анализ свидетельствует о том, что применяемые расчетные методы позволяют получить точные оценки надежности при условии определения и ликвидации схемно-конструкционных недоработок и производственных несовершенств.

Таким образом, для того, чтобы применять расчетно-экспериментальную оценку для доказательства заданного уровня надежности приборов, необходим метод испытаний, который позволял бы с высокой точностью найти СКН и технологические несовершенства, и после этого найти и предпринять меры по их ликвидации.

При разработке такого метода испытаний исследуются данные и итоги испытаний и эксплуатации более 40 типов РИП.

В итоге было выявлено, что СКН и технологические несовершенства ярче всего отображаются и раскрываются в ходе промежуточных испытаний на устойчивость к влиянию механических и климатических факторов. Испытания на надежность, которые проводятся с помощью метода последовательного анализа при нормальных

условиях в течение продолжительного периода, безрезультатны для обнаружения СКН и технологических недостатков, не обеспечивают должными сведениями для разработки дальнейших мер усиления надежности и практически представляют собой только вид достигнутой степени надежности в благоприятных условиях. Гистограмма распределения количества выявленных СКН, построенная по анализируемой выборке, а также ее аппроксимация теоретической функцией  $\varphi(K)$  показаны на рисунке 1. Аппроксимация статического распределения получена в виде функции

$$\varphi(K) = \frac{z}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left\{-\frac{K^2}{2\sigma^2}\right\},$$

где  $K$  – количество СКН;  $\sigma = 2,9$  – среднее квадратическое отклонение.

Из рисунка 1 следует, что для получения вероятности выявления СКН ( $P \leq 1$ ) нужно испытать прибор на выявление числа  $K$  СКН, определяемого из уравнения

$$P = \int_0^K \varphi(k) dk. \quad (1)$$

Расчеты указывают на то, что для получения вероятности  $P = 0,98$  продолжительность испытаний должна быть такой, чтобы обнаружить до семи возможных СКН прибора [2, 383 с].

Для увеличения достоверности оценки по формуле 1 определяется также количество  $K$  выявляемых СКН, после рассчитывается продолжительность испытаний по формуле

$$t_{и} = \frac{K}{\lambda}, \quad (2)$$

где  $\lambda$  – интенсивность выявления СКН.

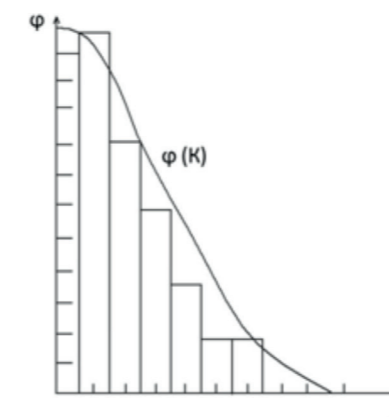


Рисунок 1 – Гистограмма распределения количества выявленных СКН

Вместе с тем при анализировании данных промежуточных испытаний опытных образцов приборов рассматриваемой выборки выявлено, что средняя продолжительность испытаний, необходимая для определения одной СКН при влиянии внешних факторов, составляет 220 ч. Для обеспечения вероятности

выявления СКН  $P = 0,98$  общая продолжительность испытаний должна составлять 1540 ч при влиянии механических и климатических факторов. Это говорит о том, что при испытании трех опытных образцов радиоизмерительных приборов всякий из них должен пройти испытания продолжительностью более 500 ч. При ежесуточной наработке каждым из трех приборов 16 ч продолжительность испытаний будет составлять 32 дня. Если также включить принятие мер по ликвидации причин появления СКН и повторных испытаний суммарная продолжительность испытаний будет длиться около двух месяцев.

В данном случае за оценку уровня безотказности (средняя наработка на отказ  $T_0$ ) зачисляется расчетно-экспериментальная оценка с доверительной вероятностью 0,98. Точность оценки эквивалентна точности, получаемой при испытаниях длительностью  $6T_0$ .

Гистограмма распределения выявленных СКН от периода испытаний  $t_0$ , построенная для приборов анализируемой выборки, приведена на рисунке 2, где  $f$  – функция распределения выявленных СКН.

Исследование гистограмм показывает, что испытания продолжительностью более 1500 ч бесполезны для обнаружения СКН и неэффективны для принятия мер по повышению надежности. Для того, чтобы принять решение о соответствии безотказности РИП установленным нормам, необходимо получить другую, дополнительную информацию. Для этого ведется учет отказов.

Допускаемое число учитываемых отказов  $K_H$  в зависимости от значения средней наработки на отказ рассчитывается по формуле

$$K_H = \frac{K_y t_H}{T_{0.3}} \quad (3)$$

где  $K_y$  – коэффициент ускорения, рассчитанный по результатам испытаний приборов – аналогов анализируемой выборки;  $T_{0.3}$  – значение средней наработки на отказ, записанное в проекте технических условий.

Получены следующие цифровые значения  $K_H$  при заданных значениях  $T_{0.3}$  10<sup>3</sup>ч – 2; 5; 7; 10; 15; 20 при  $K_H$  9; 4; 3; 2; 1; 1 соответственно.

Следовательно, подытожив вышеизложенное, получим интегральную оценку безотказности опытных образцов приборов, включающая расчетно-экспериментальную оценку, необходимая точность которой обеспечивается надлежащей продолжительностью испытаний, и экспериментальную оценку по допускаемому числу отказов. Таким образом правило принятия решения о соответствии опытных образцов заданным требованиям по безотказности формулируется так: опытный образец радиоизмерительных приборов будет соответствовать требованиям по безотказности в случае выполнения неравенства  $T_{0.р.} \geq T_{0.3}$ , где  $T_{0.р.}$  – расчетно-экспериментальное значение средней наработки на отказ, и число учитываемых отказов не превышает значения, которое приводится выше для соответствующего уровня наработки на отказ.

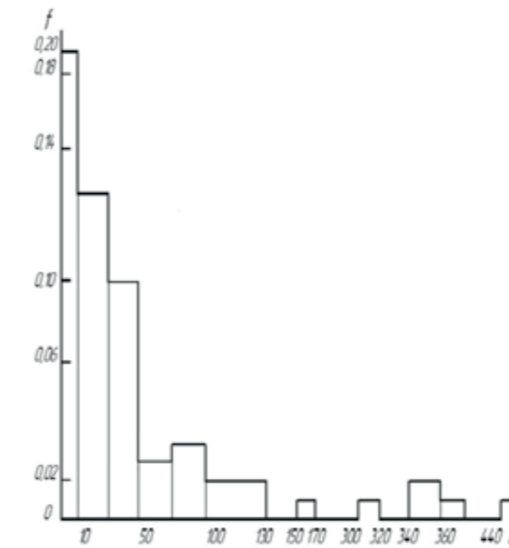


Рисунок 2 – Гистограмма распределения выявленных СКН от периода испытаний  $t_0$

Для проверки и последующего одобрения изученного способа оценки средней наработки на отказ проводились опытные исследования испытателей полупроводниковых приборов Л2-23 и генераторов сигналов низкочастотных ГЗ-106. Итоги экспериментальных исследований сопоставляли с итогами эксплуатации.

Испытания проводили пятью циклами суммарной продолжительностью 2000 ч. Степень и продолжительность влияния внешних факторов соответствовали установленным в технических условиях на указанные РИП для условий эксплуатации и испытаний. Для обеспечения жестких условий испытаний и приближения их к истинным условиям эксплуатации внешние факторы в каждом цикле испытаний устанавливали в следующем порядке: ударные нагрузки, вибрационные нагрузки, повышенная влажность при повышенной температуре, пониженная температура, повышенная температура; циклическое воздействие температур [3, 85 с].

При испытаниях приборов Л2-23 получено три отказа, два из которых – схемно-конструкционные. Они были выявлены на 190 и 373 ч испытаний. Причиной отказа послужил ошибочный выбор измерительной головки – прибора М93, группа исполнения которой различается от группы исполнения прибора Л2-23. Наличие СКН у прибора дает возможность объяснить, почему расчетное значение средней наработки на отказ (7000ч) значительно больше оценки, полученной по результатам эксплуатации (4440 ч).

В ходе испытаний приборов ГЗ-106 отказов не наблюдалось. Расчетная оценка наработки на отказ ГЗ-106 сходится с оценкой, которая была получена в результате эксплуатации.

В итоге, следствия эксперимента показали возможность использования предложенной оценки безотказности опытных образцов высоконадежных радиоизмерительных приборов.



Данная оценка характеризуется уменьшением продолжительности испытаний испытываемых образцов высоконадежных РИП с 2-4 лет до 1,5-2 месяцев, независимостью продолжительности испытаний опытных образцов от достигнутого уровня наработки на отказ, значительной результативностью обнаружения схемно-конструкционных недоработок, и, тем самым, ростом безотказности приборов до уровня, зависящего от качества применяемой элементной базы, повышением достоверности оценки средней наработки на отказ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 2.103-68. ЕСКД. Стадии разработки.
- 2 **Шор, Я. Б.** Статистические методы анализа и контроля качества и надежности. – М. : Сов. радио, 1962.
- 3 **Юбиш, Г.** Защита радиоэлектронной аппаратуры от влияния климатических условий. – М. : Энергия, 1970.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

*M. Zh. Asylbekova, S. Yu. Markova*

**Жоғары сенімді радиоөлшегіш құрылғылардың тәжірибелі үлгілердің мүлтіксіздігінің бағасы**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.04.14 баспаға түсті.

*M. Zh. Asylbekova, S. Yu. Markova*

**Evaluation of reliability of the prototypes of highly reliable radio devices**

S. Toraighyrov Pavlodar state university, Pavlodar.  
Material received on 10.04.14.

*Мақалада тәжірибелік үлгілердің есептік-эксперименталды бағаларда қолданылуы үшін радиоөлшегіш аспаптардың сенімділік көрсеткіші бойынша материалдары ұсынылған.*

*The article presents the material on the reliability of radio equipment for the computational experimental evaluation for prototypes.*

УДК 693.95

**С. Ж. Бағитова<sup>1</sup>, Ж. Б. Байнатов<sup>2</sup>, Б. Танжариков<sup>3</sup>, К. Сисембина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>д.т.н., и.о. профессора, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана; <sup>2</sup>д.т.н., профессор, Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы; <sup>3</sup>магистрант, <sup>4</sup>студент, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С ДИАФРАГМАМИ ЖЕСТКОСТИ**

*Статья посвящена статическому расчету жесткости диафрагмы высотных зданий с дверными проемами, при рассмотрении податливости перемычки по формуле Ржаницына А. Р. Получены диаграммы нормальных напряжений в перемычках и в самых опасных участках базы. При высоком соответствии напряжения перемычки для обоих пилонов (таблиц) диаграмма двузначна. При отсутствии соответствия напряжения оба пилон имеют форму трапеции, но имеют разные знаки на всем сечении.*

Жесткость диафрагмы как усиливающего элемента каркасной системы бывает гораздо большей, чем жесткость каркасной части. Поэтому часто и по праву (особенно в том случае, когда диафрагма жесткости установлена на жестком основании) считается, что всю горизонтальную нагрузку воспринимает лишь диафрагма жесткости, а каркас воспринимает только вертикальную нагрузку. Если для подобного упрощения не существуют предпосылок (жесткость диафрагмы не превышает на порядок жесткость каркаса, диафрагма установлена на податливом основании), то необходимо рассчитать комплексно всю смешанную систему.

Уменьшения жесткости стены под влиянием податливости основания, что может иметь большое значение, главным образом в случае смешанных систем, приблизительно можно определить по величине прогиба в результате поворота в фундаментах, с расчета в соответствии с теорией упругого основания Винклера.

В данной статье рассматривается расчет диафрагмы с одним регулярным симметричным дверным проемом.

В зависимости от характера статического воздействия и метода расчета данные конструкции можно разделить на три группы:

- диафрагма с податливыми перемычками над проемами;
- диафрагма со средне жесткими перемычками над проемами;
- диафрагмы с очень жесткими перемычками над проемами.

Приведем расчетные формулы для определения прогиба и усилий в любом сечении диафрагмы жесткости с одним симметричным проемом по высоте (рис. 1а).

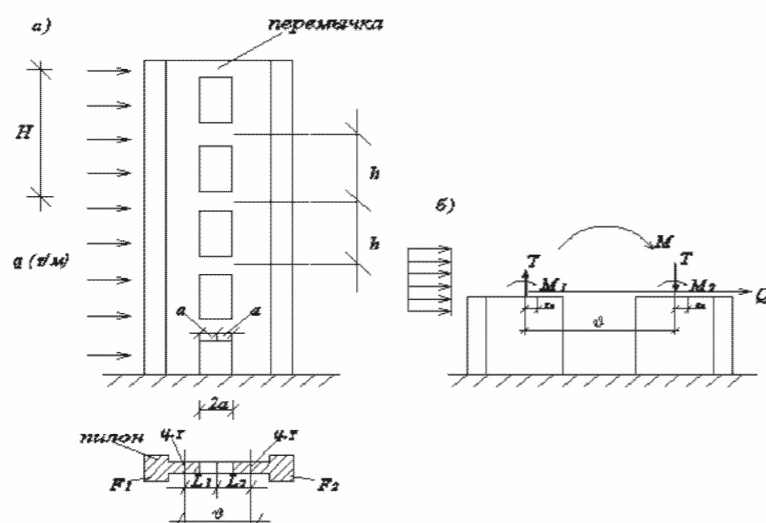


Рисунок 1 – Конструктивная и расчетная схемы диафрагмы жесткости

Диафрагма с проемами подобна многоэтажной раме с ригелями-перемычками. За неизвестные удобно принять поперечные силы в перемычках, либо суммарную величину этих сил, начиная сверху, в каком-либо сечении. Зная поперечные силы в перемычках, легко найти усилия в любом сечении диафрагмы, прогибы и повороты, т.к. задача становится статически определимой.

Для дальнейших вычислений нам понадобится безразмерный коэффициент [1]:

$$\beta = \sqrt{\frac{3 E_n I_n H^2}{2 a^3 h E} \left( \frac{F_1 + F_2}{F_1 \cdot F_2} + \frac{\vartheta^2}{I_1 + I_2} \right)} \quad (1)$$

где  $E_n I_n$  – изгибная жесткость перемычки.

Общие деформативные свойства диафрагмы характеризует параметр  $\beta$  (параметр А. Р. Ржаницына), который вычисляется с использованием значений деформативных свойств связей и ветвей в вертикальном и горизонтальном направлений.

Чем более жесткая перемычка, тем больше параметр  $\beta$ . При  $\beta \geq 15$  диафрагма работает как глухая, т.к. податливость перемычек этом случае очень мала. При  $\beta \leq 0,5$ , наоборот, податливость перемычек настолько велика, что диафрагму следует рассчитывать как состоящую из двух отдельных ветвей, связанных абсолютно гибкими на изгиб перемычками.

Если пилоны одинаковы (рис. 1а), т.е.

$$I_1 = I_2 = I; F_1 = F_2 = F; L_1 = L_2 = L, \text{ то}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{3 E_n I_n H^2}{a^3 h E F} \left( 1 + \frac{L^2 F}{I} \right)} \quad (2)$$

Для выполнения расчета диафрагм предварительно требуется вычислить значения нескольких основных расчетных параметров.

$$\gamma = \frac{3 q \vartheta E_n I_n}{4 a^3 h (B_1 + B_2)} \quad (\text{т/м}^4) \quad (3)$$

где  $B_1 = EI_1$ ;  $B_2 = EI_2$ ;  $B = B_1 + B_2$  – изгибные жесткости диафрагмы.

Теперь можно дать выражение для определения поперечной силы в перемычках:

$$Q = q_n \cdot h, \quad (4)$$

где  $q_n$  – средняя в пределах данного этажа вертикальная погонная касательная сила (т/м).

$$q_n = \frac{2 \gamma H^3}{\beta^2} \left[ (sh\beta - \beta) \frac{ch\beta \xi}{ch\beta} + \beta \xi - sh\beta \xi \right], \quad (5)$$

где  $\xi = \frac{x}{H}$  – отношения расстояния от рассматриваемого сечения до верха диафрагмы, к высоте диафрагмы (рис.2а). В месте заделки диафрагмы в фундамент  $\xi = 1$ , следовательно:

$$q_n = \frac{2 \gamma H^3}{\beta^2} [sh\beta - \beta + \beta - sh\beta] = 0 \quad (6)$$

т.е., усилие в самой нижней перемычке диафрагмы равно нулю. Характер изменения поперечных сил в перемычках при  $0,5 \leq \beta \leq 15$  показан на рис. 2б.

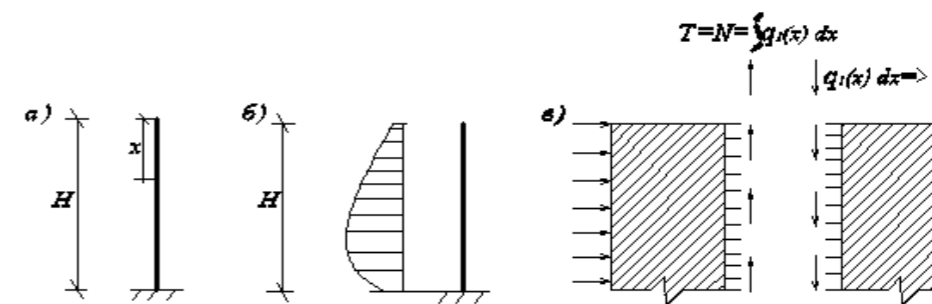


Рисунок 2 – Характер изменения поперечных сил в перемычках и сдвигающих сил в швах

Прогиб диафрагмы в любом сечении определяется выражением:

$$y = \frac{q H^4}{2(B_1 + B_2)} \left( \frac{\xi^4}{12} - \frac{\xi}{3} + \frac{1}{4} \right) - \frac{2 \gamma H^6 \vartheta}{\beta^4 (B_1 + B_2)} \cdot \left[ \frac{(sh\beta - \beta) sh\beta \xi + 1 + \beta sh\beta}{\beta^2 ch\beta} - \frac{ch\beta \xi}{\beta^2} + \frac{\beta^2}{24} (\xi^4 - 4\xi + 3) + \frac{\xi^2}{2} - \frac{1}{2} \right] \quad (7)$$

Против верха диафрагмы  $\xi = 0$  равен:

$$y_{max} = \frac{q H^4}{8(B_1 + B_2)} - \frac{2 \gamma H^6 \vartheta}{\beta^4 (B_1 + B_2)} \cdot \left[ \frac{1 + \beta sh\beta}{\beta^2 ch\beta} - \frac{1}{\beta^2} \xi^2 + \frac{3\beta^2}{24} - \frac{1}{2} \right] \quad (8)$$

Суммарная вертикальная сдвигающая сила в шве в любом сечении диафрагмы, равная сумме поперечных сил во всех перемычках, расположенных выше рассматриваемого сечения равна (рис. 2в):

$$T = \frac{2\gamma H^4}{\beta^4} \left[ (\operatorname{sh}\beta - \beta) \frac{\operatorname{sh}\beta\xi}{c h \beta} - c h \beta \xi + \frac{\beta^2}{2} \xi^2 + 1 \right] \quad (9)$$

Очевидно, что нормальная продольная сила, которая действует в каждом пилоне равна  $N = \pm T$  (наветренная ветвь растянутая, подветренная-сжатая), ( $\operatorname{sh}\beta$  – синус гиперболический;  $\beta$  – аргумент).

Изгибающий момент, действующий на каждую ветвь (пилона) диафрагмы (рис.1б) определяется формулами:

$$\text{Для первой ветви: } M_1 = \frac{B_1}{B_1+B_2} \left( \frac{q}{2} \right)^2 - T\vartheta \quad (10)$$

$$\text{Для второй ветви: } M_2 = \frac{B_2}{B_1+B_2} \left( \frac{q}{2} \right)^2 - T\vartheta$$

Очевидно, что имеет место равенство:

$$M = M_1 + M_2 + T\vartheta = \frac{qx^2}{2} \quad (11)$$

Для облегчения расчетов имеются готовые таблицы [2].

Если сила в шве известна, то нормальные напряжения в пилонах равны:

$$\sigma_1 = -\frac{T}{F_1} + \frac{M_1 z_1}{I_1}; \sigma_2 = \frac{T}{F_2} + \frac{M_2 z_2}{I_2} \quad (12)$$

После определения напряжений могут быть определены усилия в элементах диафрагмы путем умножения вычисленного напряжения на приведенную площадь ( $N = \sigma \cdot F$ ).

Кроме определения нормальных напряжений по формулам (12) рекомендуется определять также главные растягивающие напряжения для каждого пилона по формуле:

$$\sigma_{г.л.р} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 \pm \tau^2} \quad (13)$$

где  $\tau = \frac{Q \cdot s}{I \cdot b}$

где  $Q$  – поперечная сила в сечении диафрагмы;

$S$  – статистический момент части площади сечения диафрагмы;

$b$  – толщина стенки.

Если  $\sigma_{г.л.р} > R_{bt}$ , то для восприятия главных растягивающих напряжений диафрагма армируется сеткой с площадью сечения арматуры в каждом направлении

$$f_a = \frac{\sigma_{г.л.р} \cdot t \cdot n}{m_s R_s} \quad (\text{см}^2/\text{м}), \quad (14)$$

где  $t$  – толщина стенки диафрагмы;

$n$  – расстояние между стержнями;

$m_s$  – коэффициент условия работы арматуры;

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры.

Величина прогиба диафрагмы должна быть не более:

$$y = \frac{ll}{200}, \quad \text{а перекося} \quad \gamma = \frac{\tau}{333R} = \frac{1}{4000},$$

где  $R$  – кубиковая прочность бетона в кг/см<sup>2</sup>.

Перемычки в диафрагмах разрешается рассчитывать приближенно на действия поперечных сил и моментов от горизонтальной нагрузки, определяемой по формулам:

$$M = \frac{Qh}{4} \text{ и } Q_1 = \frac{M}{a} = \frac{Qh}{4a}, \quad (15)$$

где  $h$  – высота этажа;

$a$  – 1/2 ширины проема;

$Q$  – поперечная сила, действующая на уровне данного этажа.

Арматура, подобранная на эти усилия должна быть надежно заанкерована в сплошных участках диафрагмы.

Полученные по формуле (15) растягивающие напряжения не должны превышать величины  $R_{bt}$ , а напряжения сжатия – величины  $R_b$  для соответствующего класса бетона. Предпочтительно так проектировать диафрагмы, чтобы растягивающие напряжения в них не имели места.

Рассмотренный метод расчета А. Р. Ржаницына [1] основан на том, что влияние связей характеризуется величиной  $K$ , который равен отношению погонного касательного усилия  $q_n$  к вызываемому им линейному «относительному» сдвигу в шве. Чем уже проемы, тем более точные результаты дает рассматриваемый метод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Ржаницын, А. Р.** Составные стержни и пластинки. – М.: Стройиздат, 1986. – 290 с.
- 2 **Швехман, М. Н.** Методы исследования напряженного состояния вертикальных диафрагм с проемами каркасных зданий. – Вопросы строительной механики диафрагм, издание 2-е. – Моспроект-1. – М., 1966. – 141 с.

Материал поступил в редакцию 12.02.14.

*С. Ж. Багитова<sup>1</sup>, Ж. Б. Байнатов<sup>2</sup>, Б. К. Танжариков<sup>1</sup>, К. С. Сисембина<sup>1</sup>*

**Қаттылық диафрагмалары бар қаңқалы көп қабатты үйлерді есептеу әдістемелері**

<sup>1</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.

<sup>2</sup>Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Материал 12.02.14 баспаға түсті.

*S. Zh. Bagitova<sup>1</sup>, Zh. B. Baynatov<sup>2</sup>, B. K. Tanzharikov<sup>1</sup>, K. S. Sissembina<sup>1</sup>*

**Calculation of the multistory frame buildings diaphragm stiffness**

<sup>1</sup>Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Almaty.

<sup>2</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana.

Material received on 12.02.14.



Мақала есік ойындылары бар көп қабатты ғимараттардың қаттылық диафрагмалырың статикалық есебіне арналады, мұнда маңдайша иілгіштігі А. Р. Ржаницың формуласымен ескерілген. Іргетас деңгейіндегі ең қауіпті қимада және маңдайшаларда қалыпты кернеулер эпюрасы алынды. Маңдайшалардың жоғарғы иілгіштігінде пилондар үшін қалыпты кернеулер эпюрасы екі таңбалы мәндерге ие. Иілгіштік ескерілмеген жағдайда пилондар үшін кернеулер эпюрасы қима бойына әртүрлі таңбалы трапеция пішінінде болады.

The article is devoted to the static calculation of the diaphragm stiffness of tall buildings with doorways, while considering pliability of the crosspieces by formula of Rzhanitsin A. R. Obtained the diagrams of normal tensions in the crosspieces and in the most dangerous sections at the base. At high compliance of crosspieces tension the diagram for both pylons (tables) has two-digit. In the absence of compliance of tension both of the pylons have a trapezoid shape, but have different signs throughout the cross section.

УДК 693.95

**Ж. Б. Байнатов<sup>1</sup>, С. Ж. Багитова<sup>2</sup>, Б. Танжариков<sup>3</sup>, А. Даукенова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>д.т.н., профессор, Казахский национальный технический университет имени К. И. Сатпаева, г. Алматы; <sup>2</sup>д.т.н., и.о. профессора, <sup>3</sup>магистрант, <sup>4</sup>студент, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

**ВЛИЯНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ ПЕРЕКРЫТИЙ НА ПРОЧНОСТЬ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ**

В структурной системе учета жесткости высотного здания обеспечивается распределение напряжения между вертикальными элементами: диафрагмами и каркасами. В статье показан учет влияния соответствия плиты на напряжение. Для упрощения расчета в многочисленных научных статьях плита рассматривается как жесткий диск, что не соответствует действительности.

Наряду с многоэтажными зданиями других конструкций в Астане сооружается немного зданий с применением унифицированного каркаса связевой системы, геометрическую неизменяемость, прочность и общую устойчивость которого обеспечивают колонны, горизонтальные диски перекрытий и вертикальные диафрагмы жесткости.

Решение многих задач для расчета диафрагм на основе теории составных стержней А. Р. Ржаницына опубликовано как в российских изданиях (П. Ф. Дроздов, Л. Е. Линович, Д. М. Подольский), так и в зарубежных (М. Аркан, Г. Бек, Д. Магнус, Р. Розман). Многие решения приведены в указаниях по проектированию крупнопанельных зданий повышенной этажности (четвертая и пятая редакции), разработанных ЦНИИСК и ЦНИИЭП жилища (Москва).

Конструктивное оформление диафрагм может быть самым разнообразным; диафрагмы монолитные и сборные, сборно-монтажные, с проемами и без проемов, переменного и постоянного сечения по высоте и т. д. Однако, общим для

диафрагм является их статическая схема – консольный вертикальный стержень, жесткозаделанный в фундамент, покоящийся на упругом грунтовом основании.

Следует подчеркнуть, что устройство одних только вертикальных диафрагм жесткости при сборных перекрытиях является недостаточным. Диафрагмы жесткости могут выполнять свое назначение только в том случае, если горизонтальная нагрузка на них с промежуточных рам будет передаваться через жесткие перекрытия, какими обычные сборные перекрытия не являются. Составленные из отдельных элементов, недостаточно связанных между собой, последние не могут передавать в своей плоскостинеобходимых усилий вертикальным жестким стенкам или блокам [1].

Перекрытия, запроектированные как жесткие диски, должны воспринимать все растягивающие, сжимающие и сдвигающие напряжения и работать как цельные сечения. Отсюда возникает необходимость устраивать, по крайней мере, через каждые 3-5 этажей жесткие горизонтальные диски путем укладки на сборные перекрытия монолитного слоя армированного железобетона толщиной 4-6 см.

Рассмотрим принцип расчета каркасного многоэтажного здания с диафрагмами жесткости [2]. Допустим, что в здании располагаются в поперечном направлении три сплошные вертикальные диафрагмы, обладающие по отношению к плану здания геометрической и физической симметрией. Нагрузка принимается симметричной по отношению к оси здания.

Учитывая, что диски перекрытий располагаются относительно часто, а в многоэтажных зданиях количество их велико, будем считать, что весь объем здания заполнен слоистой упругой средой (непрерывно распределенными дисками перекрытий), которая характеризуется изгибной и сдвиговой жесткостью на 1 м. высоты здания. Обозначения изгибной жесткости диафрагм, прогибов и действующих нагрузок на диафрагмы со стороны слоистой среды показан на рис. 1.

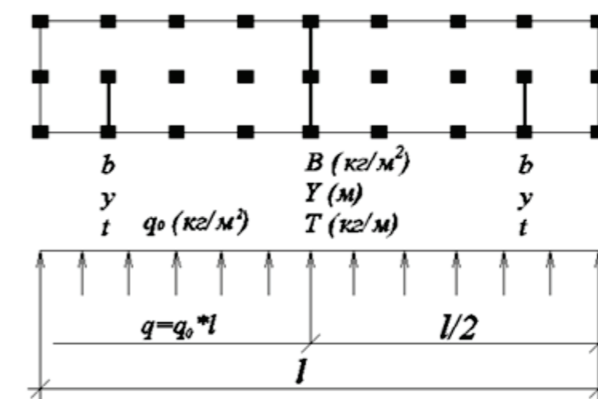
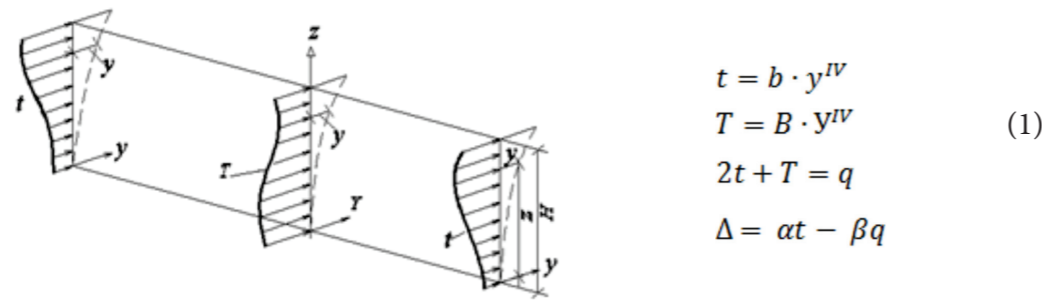


Рисунок 1 – План каркасного здания с поперечными диафрагмами

Запишем закономерности, которым подчинены диафрагмы и слоистая среда: дифференциальные зависимости между действующими нагрузками и прогибами диафрагм; статическое уравнение равновесия и физическое уравнение деформации слоистой среды (рис. 2).

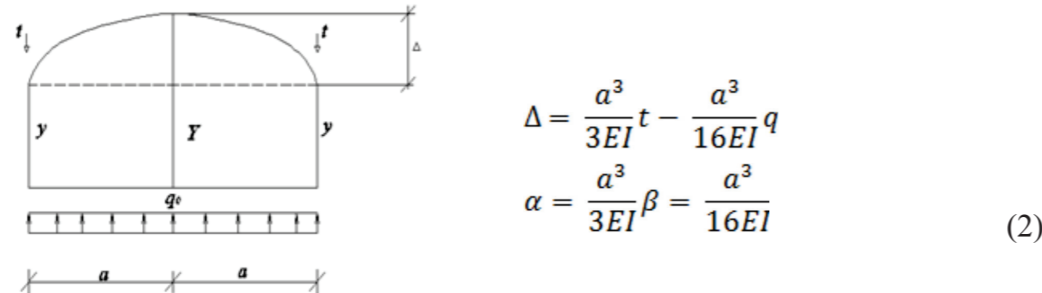


$$\begin{aligned} t &= b \cdot y^{IV} \\ T &= B \cdot y^{IV} \\ 2t + T &= q \\ \Delta &= at - \beta q \end{aligned} \quad (1)$$

Рисунок 2 – Схема действующих нагрузок на вертикальные диафрагмы и исходные уравнения

В последнем выражении коэффициенты  $\alpha$   $\beta$  определяются характером действующей горизонтальной нагрузки и местом расположения крайних диафрагм.

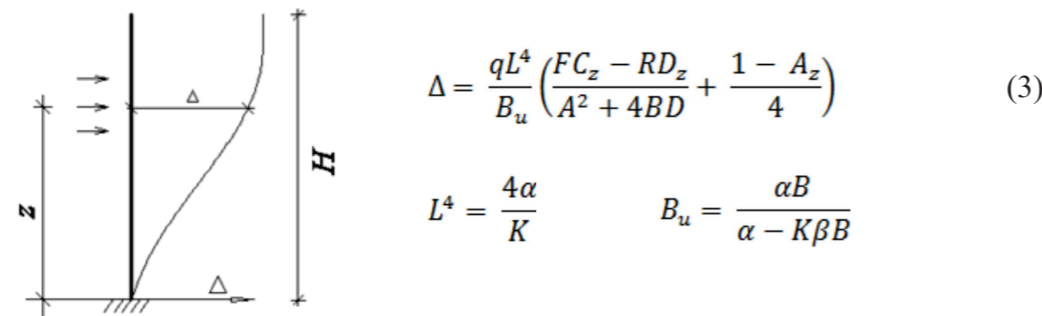
Для примера эти коэффициенты даны на рис. 3 при случае расположения крайних диафрагм в торцах здания и действия равномерной горизонтальной нагрузки. Отметим, что характер выражения для разности диафрагм при учете деформаций сдвига дисков перекрытий не меняется.



$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{a^3}{3EI} t - \frac{a^3}{16EI} q \\ \alpha &= \frac{a^3}{3EI} \beta = \frac{a^3}{16EI} \end{aligned} \quad (2)$$

Рисунок 3 – Пример определения коэффициентов  $\alpha$  и  $\beta$

Если все три диафрагмы жестко заделаны в основании и нагрузка равномерно распределена по фасаду, то взаимное смещение диафрагм, характеризующее нагрузки на них, определяется выражением, представленным на рис. 4. Значение входящих в эту формулу табулированных функций также дано в книге А. Уманского [3].

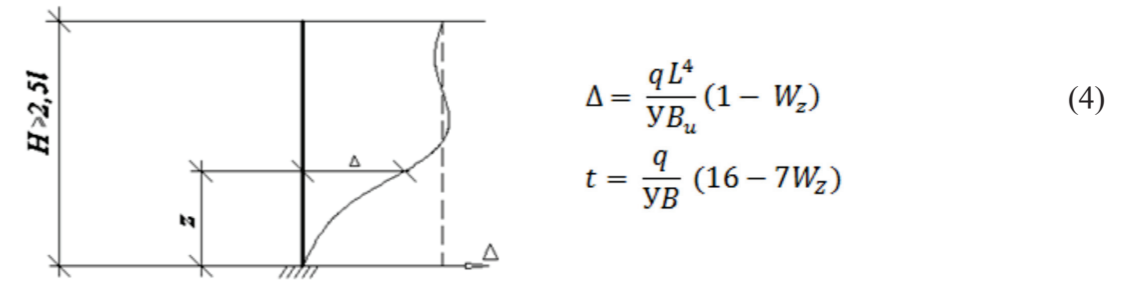


$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{qL^4}{B_u} \left( \frac{FC_z - RD_z}{A^2 + 4BD} + \frac{1 - A_z}{4} \right) \\ L^4 &= \frac{4\alpha}{K} \quad B_u = \frac{\alpha B}{\alpha - K\beta B} \end{aligned} \quad (3)$$

Рисунок 4 – Выражение для определения взаимного смещения диафрагм, заделанных в основании

Функции без индекса зависят от отношения высоты здания к упругой характеристике, а с индексом – от отношения высоты рассматриваемого уровня к той же упругой характеристике.

Когда отношение высоты здания к упругой характеристике более 2,5, взаимное влияние характера заделки противоположных концов диафрагм очень мало. В связи с этим выражение для разности диафрагм упрощается и имеет вид, показанный на рис. 5. На этом же рисунке дана формула для определения нагрузки на каждую крайнюю диафрагму, когда их изгибные жесткости и 1 пог.м. упругого слоя одинаковы. Функция  $W$  табулирована и тоже имеется в книге А. Уманского [3].



$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{qL^4}{yB_u} (1 - W_z) \\ t &= \frac{q}{yB} (16 - 7W_z) \end{aligned} \quad (4)$$

Рисунок 5 – Взаимное смещение диафрагм и действующая нагрузка на крайнюю диафрагму

Следует особо подчеркнуть, что при учете податливости дисков перекрытий существенно меняется характер распределения нагрузки на диафрагмы и диски перекрытий по сравнению с нагрузками, которые получаются при использовании упрощенных предположений, что видно из табл.1, построенной по последней формуле; учет податливости дисков перекрытий дает другую картину распределения нагрузок на вертикальные диафрагмы и диски перекрытий.

Таблица 1 – Распределение нагрузок на вертикальные диафрагмы

$z/l$	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0
$2t/q$	0.376	0.386	0.41	0.44	0.482	0.519	0.568	0.642	0.68
$T/q$	0.624	0.614	0.59	0.556	0.518	0.481	0.432	0.352	0.32

Податливость дисков перекрытий оказывает существенное влияние на устойчивость зданий. Чем больше податливость дисков, тем меньше критическая нагрузка и устойчивость здания, тем больше расчетная длина диафрагм.

Применение на практике рассматриваемой методики расчета многоэтажных зданий ограничивается двумя обстоятельствами: отсутствием надежных экспериментальных данных о величине изгибной и сдвиговой жесткости дисков перекрытий и вертикальных диафрагм, а также отсутствием простых методов учета податливости перекрытий [4].

В настоящей статье рассмотрены наиболее простые случаи. Однако, на практике задачи бывают куда более сложные, например, при наличии в вертикальных диафрагмах и дисках перекрытий проемов или переменных по высоте сечений и т.д.

Попытки решить задачу для этих более сложных случаев чисто аналитически приводят к очень громоздким выражениям. Даже решение такой, казалось бы, простой задачи, как определение прогибов вертикальной диафрагмы с одним рядом регулярно расположенных по высоте проемов, приводит к длинному выражению, содержащему гиперболические функции [2].

Тем не менее, учет податливости дисков перекрытий в ряде случаев совершенно необходим. В связи с этим приходится искать другие, более простые способы расчета. Наиболее универсальным и надежным является метод сил с максимальным сокращением числа неизвестных за счет условного объединения смежных дисков перекрытий, использованием симметрии и т.д.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Подольский, Д. М. Пространственный расчет зданий повышенной этажности. – М. : Стройиздат, 1975. – 158 с.
- 2 Швехман, М. Н. Пространственная работа многоэтажных зданий. // Строительство и архитектура Москвы. – М., 1967. – №1. – С. 39-45.
- 3 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Под редакцией А. А. Уманского. Том расчетно-теоретический – М., 1960. – 480 с.
- 4 Подольский, Д. М., Байнатов, Ж. Б. Выбор расчетных моделей диафрагм жесткости многоэтажных зданий на основе экспериментальных исследований // Строительная механика и расчет сооружений. – М., 1978. – №1. – С. 41-48.

Материал поступил в редакцию 20.02.14.

*Ж. Б. Байнатов<sup>1</sup>, С. Ж. Багитова<sup>2</sup>, Б. К. Танжариков<sup>2</sup>, А. Н. Даукенова<sup>2</sup>*

**Көп қабатты қанқалы ғимараттар беріктігіне жабын иілгіштігінің әсері**

<sup>1</sup>Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Алматы қ.

<sup>2</sup>Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.

Материал 20.02.14 баспаға түсті.

*Zh. B. Baynatov<sup>1</sup>, S. Zh. Bagitova<sup>2</sup>, B. K. Tanzharikov<sup>2</sup>, A. N. Daukenova<sup>2</sup>*

**Influences of the pliability of overlappings on the durability of multistoried frame buildings**

<sup>1</sup>Kazakh National Technical University after K. I. Satpaev, Almaty

<sup>2</sup>L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana.

Material received on 20.02.14.

*Көп қабатты ғимараттардың конструктивтік жүйесінде аралық жабын қаттылығын ескеру оның тік элементтерінің, яғни диафрагмалары мен рамаларының арасында ішкі күштердің таралуын қамтамасыз етеді. Мақалада аралық жабын иілгіштігінің оның кернеулік күйіне әсер ететіні келтірілген. Есепті жеңілдету үшін көптеген ғылыми мақалаларда аралық жабын абсолютті қатты диск түрінде қарастырылады, ол оның шын мәніндегі жұмысын сипаттамайды.*

*In the structural system of the high-rise building accounting of the rigidity provides distribution of efforts between the vertical elements: diaphragms and frames. The article shows the accounting of the influence of slabs compliance on the tension state. To simplify the calculation in numerous scientific articles the slab is considered as a hard disk that does not correspond to reality.*

УДК 006.9

**А. Ю. Васильченко, С. Ю. Маркова**

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, г. Павлодар

#### ОБРАЗЦОВЫЕ МЕРЫ МАЛЫХ ДЛИН ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

*В статье представлены сведения о точности образцовых мер для проверки измерительного и фотолитографического оборудования.*

Для обеспечения единства измерений геометрических размеров топологий элементов на фотошаблоне или полупроводниковой пластине в технологическом процессе изготовления больших интегральных (БИС) и сверхбольших интегральных (СБИС) схем большинство производителей использует специальные меры длины. Эти меры весьма разнообразны. Их можно условно разделить на несколько групп: штриховые меры длины, дифракционные решетки, меры ширины, меры совмещаемости [1, 9 с].

Наиболее распространены в современной метрологической практике такие штриховые меры, как объект – микрометры, выпускаемые по ТУ 3-3.2038-87. Как правило, их используют для проверки и градуировки микроскопов большого увеличения с различными отсчетными устройствами. Было выявлено, что применение стандартных объект – микрометров для градуировки или проверки приборов без учета погрешности изготовления штриховых шкал приводит к погрешностям измерений, достигающим 0,8-1 мкм, т.е. к гораздо большим погрешностям по сравнению с допускаемыми. При использовании аттестованного объект – микрометра погрешности измерений значительно снижаются. В различных лабораториях были аттестованы специальные объект – микрометры повышенной точности, выполненные в по последним технологиям изготовления. В различных научных источниках доказывается, что отклонения общей длины от номинального размера не превышают 0,2 мкм, а отклонения двух последовательных интервалов шкалы – 0,05-0,1 мкм. Применение такого объект – микрометра вместо стандартного по ТУ 3-3.2038-87 на порядок уменьшает погрешность определения цены деления окуляр – микрометров и в два раза – погрешность измерения размеров элементов фотошаблонов. Их применяют в качестве образцовых мер для аттестации микроскопов благодаря высокому качеству и точности изготовления.

Для точных измерений ширины линий менее 1 мкм оптические микроскопы практически непригодны, потому что они работают на пределе рабочей способности. Поэтому изготовители интегральных схем предпочитают сравнительные



измерения с использованием специальных тестовых структур или тест – объектов для проверки качественных и количественных характеристик оборудования [3, 132 с].

При оценке качества оптических систем большое распространение получили специальные тест – объекты под названием «миры». Возможны несколько типов исполнений таких мир для определения качества микроизображений. Для оценки качества изображений оптических систем, точности измерений и градуировки отсчетных устройств измерительных приборов все шире применяют штриховые или дифракционные решетки. Измерение периода решеток выполняют косвенным методом, используя волновые параметры дифракционного спектра интерференционной картины. По сравнению с дифракционным спектром, полученным от одного элемента, применение решетки существенно увеличивает интенсивность прошедшего через нее света в определенных направлениях спектра. Это значительно упрощает регистрирующую часть измерительных установок. Кроме того, сравнительно большая площадь, занимаемая решеткой, позволяет снизить требования к точности позиционирования образца на измерительной позиции. При обработке результатов измерений используют классические зависимости дифракционного спектра во фраунгоферовой области, которые устанавливают связь между параметрами дифракционной решетки: периодом  $d$ , шириной щели  $b$ , угловыми направлениями на дифракционные максимумы  $\varphi_m$  и распределением интенсивности света в них. Использование дифракционных решеток в качестве образцовых мер малой длины весьма перспективно, так как они дают возможность воспроизводить элементы мер размерами до 0,4-0,5 мкм с погрешностью 0,01-0,02 мкм. Измерения таких мер легко поддаются автоматизации.

Меры в виде объект – микрометра или дифракционной решетки не являются эффективными при градуировке оптических приборов, служащих для измерения ширины линий. Так как ширина линии измеряется от ее левого края до правого и наоборот, градуировка прибора по линейной шкале не может ни обнаружить расширения или сужения линии, обусловленных влиянием формы края измеряемой топологии, прозрачностью, степенью когерентности освещения, абберацией линз и т.д., ни скомпенсировать их. Наилучшим средством градуировки или поверки служила бы мере ширины, похожая на фотошаблон, с элементами, выполненными из тех же материалов, что и фотошаблон.

Объект – микрометры предназначены для градуировки и поверки систем измерения ширины линий на основе оптических микроскопов в пределах 0,5-12 мкм. Меры разработаны для измерения прозрачных и непрозрачных линий в проходящем свете. Номинальная толщина хромового покрытия 150 нм [2, 19 с]. На пластине расположено восемь базовых эталонов, один из которых аттестован. Каждый базовый эталон состоит из семи рядов элементов. Два ряда содержат десять непрозрачных линий на чистом фоне, два – десять прозрачных линий на непрозрачном фоне. Остальные ряды содержат: пары непрозрачных линий для градуировки оптического микроскопа, измеряющего расстояния между центрами линий или шаг; смежные линии и промежутки приблизительно равной ширины для установления отношения линии к промежутку; два элемента, содержащих

десять непрозрачных линий типа решетки. Погрешность аттестации элементов, полученная из девяти измерений, оценивается как  $\pm 50$  нм. Погрешность аттестации определяется для напыленного материала с наклоном края  $70^\circ$ . Влияние контура края материала на погрешность измерений неизвестно.

Однако, как показывает практика, не всегда целесообразно на одной мере аттестовывать все выполненные элементы. Для повышения производительности, достоверности измерений и снижения стоимости выгодно изготавливать меры с однотипными элементами, например решетку, меру ширины, объект – микрометр. Такие меры наиболее выгодно применять в рабочих лабораториях на территории завода.

Особое место при проверке измерительного и фотолитографического оборудования занимают меры для определения совмещенности элементов комплекта фотошаблонов, при этом для оценки несовмещаемости элементов используют как оптические, так и электрические методы.

Современная литография, наряду с хорошо освоенными контактными и проекционными методами изготовления элементов фотошаблонов, широко использует новые методы – электронно-лучевой, ионно-лучевой и рентгеновский, поэтому изготовление образцовых мер в диапазоне 1-200 мкм, которые должны быть выполнены в хорошем качестве, не является сложным [4, 135 с].

Рассмотрим комплект мер, которые позволяют проводить градуировку практически любого оптического прибора, используемого в технологии изготовления фотошаблонов. В комплект входят меры четырех типов: мера ширины линий (рисунок 1), штриховая мера объект – микрометр (рисунок 2), штриховая (дифракционная) решетка, координатная мера совмещаемости. Меры выполнены методом фотолитографии. Две первые меры могут быть покрыты хромовым непрозрачным и железистоокисным полупрозрачным покрытием. Аттестацию мер ширины проводят при помощи лазерного дифракционного измерителя. Среднее квадратическое отклонение результата измерений, полученное десятикратным измерением ширины линий, для интервала размеров 1-100 мкм составило  $\sigma = 0,002 \dots 0,03$  мкм [6, 37 с].

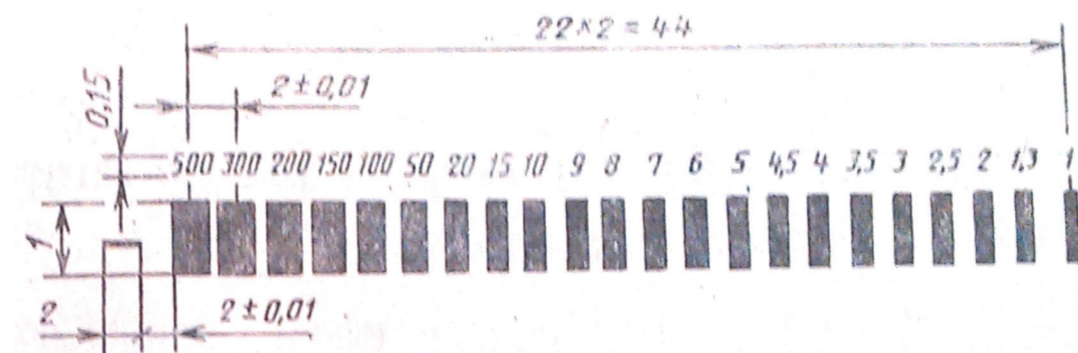


Рисунок 1 – Мера ширины линий



**А. С. Жанаев, О. Т. Ибраева**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

### **АЛЮМИНИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗИ ҮШІН БЫЛАУЫШТЫҢ ҚҰРЫЛҒЫСЫН ІЛГЕРІЛЕУ МАҚСАТЫНДА ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯНЫҢ ШЫҒЫНЫН ТӨМЕНДЕТУ**

*Мақалада алюминий электролизі үшін былауыштың құрылғысын ілгерілеу мақсатында электр энергияның шығынын төмендету қарастырылады.*

«ҚЭЗ» АҚ алғашқы алюминийді алудың технологиялық процесі криолитті сазбалшықты балқыманың электролизіне негізделген. Электролиз электролизерлерде жүзеге асырылады. Электролизер катодты және анодты құрылғылардан тұрады. Катодты құрылғы көмір басқыштары мен бортталған блоктармен футерленген метал қаптамадан тұрады. Электролизердің үстіне анодты құрылғыға бекітілетін күйдірілген анодтар ілінеді. Күйдірілген анодтар шамамен 1100 °С температурада алдын-ала күйдірілген пісіруді байланыстырушы мен кокс қоспасынан тұрады. Катодтың қызметін балқытылған алюминий атқарады. Электролит құрамында саз балшық ( $Al_2O_3$ ), ерітілген  $AlF_3$  аздаған қалдығынан тұратын балқытылған криолиттен ( $Na_3AlF_6$ ) тұрады.

Алюминий өнеркәсібінің дамуының барлық кезеңдерінде алюминийден жасалынған электролизерлердің құрылымының жетілдірілуін қарастыра отырып, барлық кезеңдерде бір уақытта оған көрсетілетін қызметке деген еңбек шығынын қысқартқанда, электр энергиясын тұтынуды төмендеткенде, еңбек шарттарын жақсартқанда және қоршаған ортаға зиянды өнеркәсіптік қалдықтарды төмендеткенде агрегаттың бірлі-жарым қуатын өсіру ең маңызды рөл атқаратындығы туралы негізгі қорытынды жасауға болады. Жаңа алюминий зауытына электролизерлердің қандай да бір құрылымын таңдаған кезде ең алдымен осы факторларды ескереді.

Қазіргі заманғы алюминийден жасалынған электролизерлер құрылымының негізі көмірден жасалынған материалды катод болып табылатындықтан, оның да өзіндік кемшіліктері бар. Көмір катодтары алюминиймен дымдалмайтындықтан, бұл жағдай қиындық тудырады. Тегіс әрі тұрақты катодтық бетті қамтамасыз ету үшін электролизердің өлшемі мен аяқталынбаған өндірістің көлемін ұлғайтуға мүмкіндік беретіндей, электролизердің ваннасында алюминийдің биік бағанасын (10-40 см) белгіленген нормада ұстап тұру керек. Дымдалатын электродтарды пайдалану полюсаралық арақашықтықты қысқарту мүмкіншілігін тудырады, сонымен қоса ваннаның өлшемдері кішірейеді. Полюсаралық арақашықтықтың қысқаруы нәтижесінде электролиттегі кернеудің түсуі төмендейді, соның арқасында электр энергиясы үнемделеді және электролизердің жеке қуатын өсіру мүмкіндігі туады.

Сол үшін энергия шығынын төмендету және электролизерлердің катодтық құрылғысының қызмет көрсету мерзімін ұзарту, сонымен қатар металды

шығарудағы оның өзіндік құнын төмендете отырып, алюминий электролизі процесінің технологиясын жетілдіру.

Композитті материалдарды таңдау және электролизердің катодтық құрылғысын композитті материалмен, титан диборидімен жабуды пайдалана отырып, алюминий электролизі процесінің технологиясын жасау.

Электролизерлер құрылымының түрлі жүйелерін қарастыра отырып, олардың барлығы катодтық және анодтық құрылғының ұқсас түйіндерінен, газ ұстап қалу жүйесінен және шиналау жүйесінен тұратындығына көз жеткізуге болады.

Катодты құрылғы. Алюминий электролизердің катодты құрылғысы криолитті-сазбалшықты балқымада электролиз процесі өту үшін қажет болатын жағдайларды жасауға арналған.

Қабық пен көмір футеровкасы арасына жылуоқшаулағыш материалдар, шамот кірпіштер немесе шамотты толтырулар орналастырылады. Осындай футеровка криолитті балқыманың әсеріне төзімді және тоқты жақсы өткізеді, өйткені төменгі жақтау электролизердің катоды қызметін атқарады.

Электролизерлердің көмір катодтары алюминиймен дымданбайды. Тегіс және тұрақты катодты бетті қамтамасыз ету үшін электролиз ваннасында алюминийдің жоғары бағанасын (10-40 см) ұстап тұруды қамтамасыз ету керек, бұл оның өлшемі мен аяқталмаған өндірістің көлемін өзгертеді. Дымдалатын электродтар ПАҚ қысқартуға мүмкіндік береді және сонымен бірге ванналардың габариттерін төмендетеді. Сонымен қоса, дымдалатын катодтарды қолданғанда электродтары тік болатын көп полярлы электролизерлердің құрылымын өзгерту мүмкіндігі де туады.

Катодтың алюминиймен дымдалу технологиясы ваннада төменгі деңгейлі металлмен процесі өткізуге мүмкіндік береді және ПАҚ 20-30 мм; тегіс және тұрақты катодты бетпен қамтамасыз етеді; электролизерлердің қызмет көрсету мерзімін ұзартады.  $TiB_2$ ,  $ZrB_2$ , BN, TiC, SiC,  $TiB_2$  пен сазбалшықтың қоспасынан тұратын суспензия, сонымен қатар  $TiB_2$ -C негізіндегі төсемелер перспективті болып табылады. Дымданатын катодтар Chalco (Қытай), Molteck (Норвегия), Comalco (Австралия мен Англия) компанияларында қолданылуда.

Жүргізілген әдеби және теориялық талдаудың негізінде алюминий электролизерлерінде титан диборидінен жасалынған композитті материалмен жабылған графиттелген катодты қолдану ұсынылады.

Ұсынылып отырған шешімді түптүлғамен ғана емес, сонымен қатар техниканың берілген аумағындағы басқа да техникалық шешімдермен де салыстыру олардан ерекше белгілерді ажыратуға мүмкіндік бермеді. Бұл «ойлаптапқыштық деңгей» белгісіне сәйкес келеді деген шешімді қабылдауға мүмкіндік береді. Тәсілдің тиімділігін тексеру мен салыстырмалы сынақтардан өткізу үшін тұндырудың анағұрлым қатаң шарттарда, соның ішінде өнеркәсіптік электролиз кезінде жүзеге асырылатын параметрлер интервалында, сонымен қатар өнеркәсіп шығаратын және қолжетімді реагенттерді қолдану арқылы боридтік төсемелі жағудың бірнеше нұсқалары қабылданған.



1 кесте – Жағу шарттары мен композитті материалдарды бақылау нәтижелері

Жағу шарттары	Бақылау нәтижелері
КО – 2,9	Құрамы – 95 % $TiB_2$ , 5 %
Сазбалшықтың құрамы – 8 %	$Ti_2O_3$
Қоспаның құрамы – 1,07 % $TiO_2$	Ток бойынша шығуы – жуықтап
0,93 % $B_2O_3$	35 %
Ток тығыздығы: 0,45 А/см <sup>2</sup>	Алюминиймен дымдалады
Ұзақтығы – 30 мин.	
КО – 2,7	Құрамы – 92 % $TiB_2$ , 8 %
Сазбалшықтың құрамы – 8 %	$Ti_2O_3$
Қоспа – 0,53 % $TiO_2$ и 0,47 % $B_2O_3$	Ток бойынша шығыс – 31 %
Ток тығыздығы – 0,45 А/см <sup>2</sup>	Алюминиймен дымдалады
Ұзақтығы – 30 мин.	
КО – 2,5	Құрамы – 87 % $TiB_2$ , 13 %
Сазбалшықтың құрамы – 8 %	$Ti_2O_3$
Қоспа – 0,53 % $TiO_2$ и 0,47 % $B_2O_3$	Ток бойынша шығыс – 29 %
Ток тығыздығы – 0,25 А/см <sup>2</sup>	Алюминиймен дымдалады

Дымдалатын төсемені жағуда ұсынылатын тәсіл келесі жағдайда ең қолайлы болады:

- 1) айналмалы электролитпен күйдіргеннен кейін электролизерді қажет болатын штаттық мөлшерде өндіру;
- 2) белгіленген концентрацияда көрсетілген қоспаны электролитке енгізу;
- 3) штатты температурада және 0,1-0,9 А/см<sup>2</sup> ток тығыздығында стандартты анодтарды қолдана отырып төсемені электрохимиялық тұндыру;
- 4) ең қажетті шекте реагенттердің концентрациясын ұстап тұру мақсатында және қажет болатын қалыңдықты алу үшін боридті төсемені тұндыру барысында, шығындалу шамасына қарай қоспалардың қосымша мөлшерін енгізу;
- 5) қоспаларды қосуды тоқтату және қажет болатын қалыңдықтағы төсемені алғаннан кейін электролизерді штатты жұмыс режиміне шығару: қоспалардың шығындалу мөлшеріне байланысты металл бориді бөлінуінің шекті тогы күрт төмендейді, катодта алюминийдің бөлінуі басталады.

Ұсынылып отырған тәсіл арзан әрі төменгі жақтаудың дымдалатын төсемесін алудың және процесстің технологиялық көрсеткіштерін жоғарылатудың, алюминий электролизерлерінің қызмет көрсету мерзімін ұзартудың тиімді техникалық шешімі болып табылады.

GP-320 электролизері үшін электр энергиясының меншікті шығыны 13770 кВт сағ/т құрайды, электр энергиясының алынған шығыны композитті материалдарды қолдану алюминий өндірісіне электр энергиясын тұтынуды төмендетуге мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Еңбек шарттары мен қоршаған ортаны қорғауға қойылған талаптардың өсуі анодтары күйдірілген электролизерлердің

құрылымын анағұрлым перспективті етті, міне сондықтан барлық әлемдік сала электролизердің нақ осы түріне көшуге тырысуда. Көшу тек қана экологиялық және технологиялық көрсеткіштерді (электр энергиясының шығыны, ток бойынша шығыс және т.б.) жақсартып қоймай, сонымен қатар агрегаттың бірлік қуатының едәуір өсуіне, процесстің автоматтылығын кеңінен дамытуға мүмкіндік береді.

Жұмыста анодтары алдын-ала күйдірілген, 336 кА токқа есептелінген және ток бойынша шығысы 93 % болатын электролизердің есебі көрсетілген, материалдық ағындар, электрлік және жылулық теңгерімдер келтірілген.

2 кесте – Жетілдірілген электролизер келесі параметрлерге ие:

Ток күші	336 кА
Токтың анодтық тығыздығы	0,714 А/см <sup>2</sup>
Анодтардың саны	42 дана
Жоспардағы блоктың өлшемдері	700×1600 мм
Анод блогының биіктігі	550 мм
Бергіш бөліктердің саны	28 дана
Шахтаның өлшемі	16280×4000×550 мм
Анодтардың:	
шахтаның ұзын қабырғаларына дейінгі қашықтық	310 мм
шахтаның сыртқы қабырғаларына дейінгі қашықтық	390 мм
Ток бойынша шығыс	93 %
Электр энергиясының шығыны	13636,6 кВт сағ/т
Орташа кернеу	4,256 В
Тәуліктік өндіріштік	2516 кг

Инновациялық бөлімінде катодтық құрылғылардың қызмет көрсету мерзімін 3-5 жылға жоғарылататын (көміртекті материалдар үшін ең көп дегенде бір жыл), электрэнергетикалық ресурстарды пайдалану шығынын, демек алюминий өндірісіне кететін материалдық шығындарды төмендететін композитті материалдарды қолдану ұсынылады.

Электролизердің геометриялық өлшемдерінің есептері, материалдық теңгерім, шиналаудың есебі, титан дибориді төсемесі бар графитті катодтар қолданылатын, 336 кА қуатқа есептелінген электролизердің электрлік және энергетикалық теңгерімдері келтірілген. Ваннада электр энергиясының меншікті шығыны 13636,6 кВт сағ/т құрады, ал қазір пайдаланылып жүрген ванналарда орташа есеппен бұл шама 14000 кВт сағ/т құрайды.

Алюминий электролизі цехының жылдық өнімділігі топтамаларда ток күшін 336 кА дейін өсіргенде, 288 жұмыс жасап тұрған ванналарда 262599 т/жыл құрады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 **Авдеев, В. А.** Основы проектирования металлургических заводов: справочное издание / В. А. Авдеев, В. М. Друян, Б. И. Кудрин. – М. : Интермет Инжиниринг, 2002. – 464 с.

2 **Ибрагимов, А. Т.** Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод / А. Т. Ибрагимов, Р. В. Пак. – Павлодар, 2009 – 200 с.

3 **Горланов, Е. С., Баранцев, А. Г.** Способ получения и поддержания содержащего бориды тугоплавких металлов защитного покрытия углеродистых блоков // Патент России №2221086. 01.10.2004.

4 **Devyatkin, S. V., Kaptay, G.** Chemical and Electrochemical Behaviour of Titanium Diboride in Cryolite-Alumina Melt and in Molten Aluminum. – Journal of Solid State Chemistry, 154 (2000) 107.

5 **Бузунов, В. Ю., Поляков, П. В.** Напряжение на ванне. – Материалы высших алюминиевых курсов. – Красноярск, 2003.

6 **Поляков, П. В.** Современное состояние теории и технологии производства алюминия.

7 **Reverdy, M.** Principles of Aluminium Elektrolisis. – Int. Course on Process Metallurgy of Aluminium. – Trondheim, June, 1996.

8 **Щенков, В. В.** Разработка новых технологических процессов получения алюминия / В. В. Щенков, С. Н. Литвак. – Цв. металлургия: Бюл. НТИ Цветметинформация. – 1974, № 9. – С. 38-41.

10 **Беляев, А. И.** Электролиты алюминиевых ванн / А.И. Беляев. – М. : Металлургиздат, 1961. – 200 с.

11 **Терентьев, В. Г.** Производство алюминия / В. Г. Терентьев, Р. М. Школьников, И. С. Гринберг, А. Е. Черных, Б. И. Зельберг, В. И. Чалых. – Иркутск: ЧП Плюхин Р. А., 1998. – 348 с.

Материал 27.03.14 баспаға түсті.

*A. S. Zhanaev, O. T. Ibraeva*

**Снижение потребления электроэнергии с целью улучшения устройства ванны для электролиза алюминия**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 27.03.14.

*A. S. Zhanaev, O. T. Ibraeva*

**Reducing power consumption in order to improve the device for the aluminium electrolisis**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 27.03.14.

*В статье рассматриваются проблемы снижения потребления электроэнергии с целью улучшения устройства ванны для электролиза алюминия.*

*In the article there are considered the issues of reducing power consumption in order to improve the device for the aluminium electrolisis.*

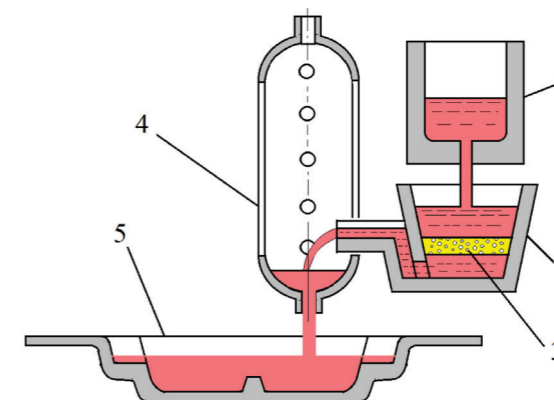
**Ә. Ж. Жанәлиденова, С. С. Исмагулова, Ж. М. Акбердинова, Ж. Ж. Какимова, Г. Н. Ерсаин, А. Б. Есимханова, М. М. Сүйіндіков**  
С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

### АЛЮМИНИЙ ҚҰЮ ЖЕЛІСІНДЕГІ СҮЗГІЛЕУ ТОРАБЫ

*Мақалада алюминий құю желісіндегі сүзгілеу торабы қарастырылады.*

Алюминий өндіру кәсіпорындарында бірнеше тоннадан жүздеген тоннаға дейін көлемде металл үздіксіз құйылады. Сол себепті металды сүзгілеп тазарту үшін жалпақ, өлшемі үлкен сүзгілер қолданылады. Оларды металл ағынына қарсы көлденен, тік немесе көлбеу етіп орнату үшін арнайы науа, астауша, қорап сияқты кең көлемді ыдыстар мен сауыттар дайындалады.

«Қазақстан электролиз зауыты» АҚ өндірісінде электролиз цехында алынған алюминий вакуум-шөмішпен құю бөлімшесіндегі миксер-пештерге жеткізіледі. Миксер-пештерде әбден өңделіп, тазартылған және химиялық құрамы мен температурасы тұрақтанған алюминий астаушаларға ағызылады. Астаушаларды бойлай ағып құю дөңгелегіне жеткен алюминий тізбектеле қозғалып тұрған қорам қалыптарға құйылады. Қорам қалыптың ішінде қататын алюминий құймакесегінің массасы 20 кг болу керек. Осы құю желісінің жұмысын саралай келе астауша мен құю дөңгелегінің арасына сүзгілеу торабын орнатса ыңғайлы болады деген шешімге келдік (1 сурет).



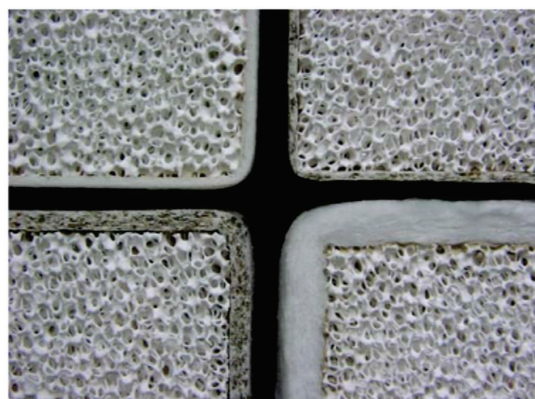
1 сурет – Алюминийді сүзгілеп құю желісі:

1 – миксер-пештен металл жеткізетін астауша; 2 – сүзгілеу торабы;  
3 – сүзгі тақтасы; 4 – құю дөңгелегі; 5 – құймакесек қалыбы

Заманауи өндірістерде алюминий балқымаларын оның бойындағы бейметалл кірінділерден тазарту үшін көбіккерамикалық сүзгілер кеңінен қолданысқа енген [1]. Олар 1350 °С-қа дейінгі шамада ұзақ уақыт алюминий балқымасын сүзгілеуге жарайды.

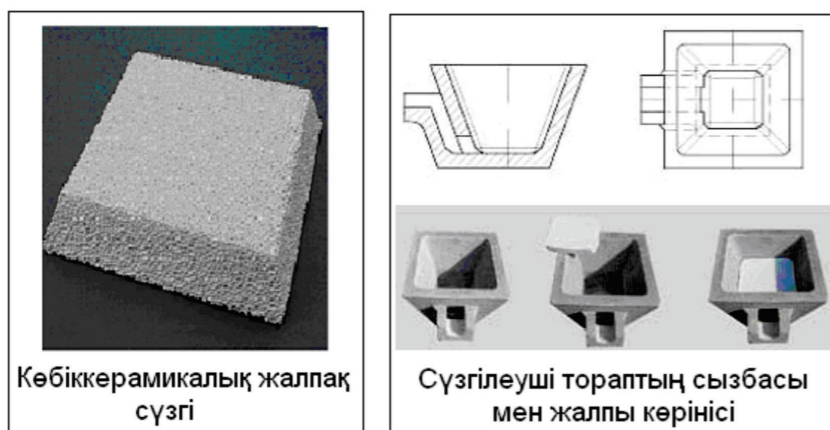
Сүзгілеу торабындағы ұясына сүзгіні ұқыптап сенімді түрде орнату маңызды. Осыған ыңғайлы болсын деп жалпақ сүзгілердің бүйір беті 18° көлбеу етіп жасалған.

Орнату кезінде сүзгінің бүйірін тығыздағыш таспа материалмен орап салады (2 сурет). Тығыздағыш таспа ыстыққа төзімді желіммен бекітіледі. Ыстыққа төзімді алюминий-кремнийлі талшықты тығыздағыш таспаның қалыңдығы 6,4 мм немесе оның орнына қолданатын кеңейетін таспа қалыңдығы 1,7 (3,1) мм [2].



2 сурет – Көбіккерамикалық сүзгілерді орнату алдында тығыздағыш таспамен орау

Сүзгілеуші тораптың сызбасын 3 суреттен көруге болады. Мұндағы сүзгі жалпақ келеді де аумағы 584x584 мм дейін жетеді, қалыңдығы 50 мм құрайды.



3 сурет

Көбіккерамикалық сүзгінің кеуектілігі 4, 8, 12, 16, 20, 24 кеуек/см құрайды. Қажет болған кезде 8/12; 8/16 кеуек/см және т.б. етіп жасауға да болады.

Алюминий құятын көбіккерамикалық сүзгілердің материалы негізінен  $Al_2O_3$  мен  $SiO_2$  тұрады.

Тораптың құрамына сүзгіні алдын ала қыздырып қоятын электр немесе газ қолданатын қыздырғыш құрылғы кіреді (суретте көрсетілмеген). Сүзгіні біртіндеп біркелкі қыздырған жөн. Температурасы 350-400 °C-қа жеткенде сүзгі металл құюға дайын деп саналады.

Техника-экономикалық есептеулер тәртібі келесідей болмақ. 2010 жылдың 24 маусымынан бастап «Қазақстан электролиз зауыты» АҚ екінші кезекті іске қосқаннан кейін жобаланған қуатына жетіп, жылына 250 мың тонна алюминий өндіретін деңгейге шығып отыр. Онда, тәулігіне өндіретін алюминий көлемі  $Q_T = 250000 : 365 = 685$  тонна.

Зауыттағы алюминий құятын үш желінің екеуі үнемі жұмыс жасап тұрады. Олай болса, бір тәулікте осы екі желінің біреуінде құйылатын металл көлемі

$$Q_{ж/т} = 685 : 2 = 342,5 \text{ тонна.}$$

Осы металл көлемін бір минутқа шаққанда

$$Q_{ж/мин} = 342,5 \cdot 1000 : 24 : 60 = 237,8 \text{ кг/мин.}$$

Өндірушілердің ұсынып жүрген сүзгілерінің ең үлкенінің өлшемдері 584x584x50 мм құрайды. Мұндағы 50 мм сүзгі қалыңдығын көрсетеді. Кеуектілігі 8 кеуек/см осындай сүзгі 60 тонна алюминий өткізуге жарамды деп беріледі. Тәулігіне 342,5 тонна алюминий сүзгілеп өткізу үшін осы сүзгінің алтауын қолдану керек:

$$Q_{ж/т} = 342,5 \text{ т} : 60 \text{ т} = 5,7 \approx 6 \text{ сүзгі.}$$

Сүзгілеу торабының экономикалық тиімділігін сүзгі құнының алюминий құнына тигізер әсері арқылы бағалауға болады.

Қолда бар деректерге қарасақ өлшемі 584x584x50 мм көбіккерамикалық сүзгіні Ресей өндірушілері 3500 рубльге бағалайтынын көреміз. Бұл 2014 жылдың наурыз айындағы валюта бағамы бойынша

$$3500 \text{ РР} : 36,5 = 96 \text{ доллар.}$$

Ал, таңдап алынған сүзгінің біреуі 60 тонна алюминий өткізетінін ескерсек, онда осы сүзгінің құны 1 тонна алюминийдің құнына 1,6 доллар қосатынын табу қиын емес

$$96 : 60 = 1,6 \text{ доллар.}$$

Лондон биржасындағы үстіміздегі жылдың наурыз айындағы ахуал бойынша 1 тонна алюминий құны 1730 долларды құрап тұр. Олай болса Сүзгі сатып алуға кеткен шығын алюминийдің құнын бар жоғы 0,09 %-ға көтеретінін анық көруге болады.

Демек, алюминийді сүзгілеп тазарту технологиясы айтарлықтай шығын әкелмейтіні, ал металл сапасын көтеру жағынан аса пайдалы болатыны дау тудырмайды. Әсіресе, алюминий кластерін одан әрі дамыта отырып, қосымша құны бар бұйымдар шығара бастағанда олардың бәсекеге қабілетті сапасын қамтамасыз етуде сүзгілеу әдісінің құндылығы еселеп арта бермек.



1 Фильтрование металла в литейной форме //Сборник материалов по фильтрам, эффективности применения, опыту использования в отечественной и зарубежной практике. – Москва, 2005 г.

2 <http://www.stavrol.ru/articles/49>.

Материал 27.03.14 баспаға түсті.

Ә. Ж. Жанәлиденова, С. С. Исмагулова, Ж. М. Акбердинова, Ж. Ж. Какимова, Г. Н. Ерсайн, А. Б. Есимханова, М. М. Сүйіндіков

**Фильтрация алюминия на линии отлива**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
Материал поступил в редакцию 27.03.14.

A. Zh. Zhanalidenov, S. S. Issmagulova, Zh. M. Akberdinova, Zh. Zh. Kakimova, G. N. Ersain. A. B. Esimkhanova, M. M. Suyundikov

**Aluminium filtering on the casting line**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 27.03.14.

*В работе рассматривается фильтрация алюминия на линии отлива.*

*In the article there is considered the aluminium filtering on the casting line.*

УДК 621.771

**С. Е. Ибраева, А. Абаев, Р. И. Сержанов**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ НА АГРЕГАТАХ С НЕПРЕРЫВНЫМ СТАНОМ**

*Статья содержит описание основных узлов и конструкции непрерывных станков, позволяющих улучшить производство труб.*

Непрерывные станы предназначены для раскатки гильзы в черновую трубу с минимальной толщиной стенки 2,5 мм из углеродистых и низколегированных сталей.

Станы непрерывной прокатки имеют семь-девять одинаковых рабочих клетей, хотя есть станы, в которых первые клетки имеют валки несколько большего диаметра, поэтому сами клетки оказываются более крупными.

Компоновка рабочих клетей бывает с последовательно расположенными клетями, в которых валки в соседних клетях находятся в горизонтальной и вертикальной плоскостях, и с последовательно расположенными клетями под углом 45° к горизонту и 90° друг относительно друга (угловая схема) [6].

Особенностью прокатки на непрерывном стане является утонение концевых частей трубы. С целью уменьшения длины этой части трубы применяют перемещение валков и изменение скоростного режима прокатки. Отличительной особенностью непрерывной прокатки является одновременная деформация металла трубы в нескольких последовательно расположенных клетях. Клетки непрерывного стана оказываются взаимосвязанными друг с другом через прокатываемую трубу и оправку. Основное достоинство процесса – возможность прокатки черновых труб большой длины (до 33 м) с высокой (до 6,5 м/с) скоростью. Также отличительным признаком непрерывной прокатки является использование при изготовлении всего сортамента труб одного-, двух-, трех-, размеров трубной заготовки и черновой трубы с непрерывного стана. Поэтому все разнообразие готовых труб в сортаментном соотношении получают за счет их деформации в калибровочном и редуцирующем стане. К преимуществам ТПА с непрерывным станом следует отнести также благоприятные условия деформации металла в непрерывном стане, минимальные технологические отходы и расположение оборудования, удобное для автоматизации технологических операций [1,5,6].

Непрерывный стан горячей прокатки труб на удерживаемой оправке (RMM) с шестью клетями – настоящее сердце завода «KSP STEEL», за которым следует извлекательный стан с тремя клетями – их функцией является преобразование полой заготовки, полученной на косовалковом прошивном стане, в трубу, которая характеризуется относительно тонкой стенкой по сравнению с полой заготовкой и имеет длину до 29,5 м. Непрерывная прокатка трубы на непрерывном многоклетевом стане является наиболее перспективным способом производства труб с высокой производительностью. Прокатка осуществляется на длинной цилиндрической оправке, что позволяет получать трубы большой длины (в два с лишним раза большей, чем, например, при прокатке на автоматическом стане, где длина трубы ограничивается малой величиной деформации).

Раскатка труб в непрерывных станах получила за последние годы наибольшее развитие. Современные цехи производства труб на ТПА с непрерывным станом оснащены агрегатами большей единичной мощности. Все технологическое оборудование ТПА от загрузочных устройств нагревательных печей до участка нарезки труб охлаждаемыми столами устанавливается в едином технологическом потоке.

Одним из основных признаков классификации непрерывных станков следует считать тип применяемых оправок и характер их движения при прокатке. Известно несколько схем непрерывной прокатки труб:

- 1) на свободной длинной оправке, перемещающейся за счет сил трения, возникающих на ее поверхности при деформации трубы;
- 2) на неподвижной длинной оправке;
- 3) на неподвижной короткой оправке;

- 4) на неподвижной удерживаемой оправке;
- 5) на ускоренно перемещающейся оправке;
- 6) на самоудерживаемой оправке и др.

Из них в промышленных условиях применяют первый и четвертый способы; второй и третий применялись ранее, остальные не реализованы.

В отечественной и мировой практике разработаны способы непрерывной прокатки на удерживаемой оправке с перемещением ее в направлении прокатки со скоростью, равной скорости прокатки в первой клети стана (частично удерживаемой оправкой) [7].

Указанные способы благодаря равномерной деформации металла по всей длине трубы позволяют:

- 1) получать трубы с равномерным диаметром и толщиной стенки;
- 2) уменьшать длину и износ оправки;
- 3) создавать нормальный тепловой режим их работы.

Для достижения хорошего качества внутренней поверхности труб и увеличения срока службы оправок выбирают скорость оправки всегда равной или большей скорости выхода прокатываемой трубы из первой клети стана, а относительную скорость между трубой и оправкой – на уровне скоростей, принятых в непрерывных станах с плавающей оправкой.

Максимальный диаметр оправки 275 мм, минимальный – 150 мм. Рабочая длина оправки приблизительно 12.5 м, длина оси извлечения оправки – 6.5 м, общая длина оправки – 19 м.

Основные рабочие характеристики непрерывного стана горячей прокатки на удерживаемой оправке: максимальная скорость проката трубной заготовки – 1,2 м/с; максимальная скорость проката выходящей трубы – 4,0 м/с; максимальная скорость работы оправки – 1,2 м/с (во время проката); максимальная скорость подачи оправки – 4,0 м/с; максимальная скорость возврата оправки – 6 м/с; максимальный диаметр большой клети прокатного стана – 780 мм; длина большой клети прокатного стана – 450 мм; максимальный диаметр малой клети прокатного стана – 680 мм; длина малой клети прокатного стана – 400 мм. [3].

Для осуществления прокатки труб на непрерывных трубопрокатных станах используют плавающую или свободную оправку, которая вводится в раскатываемую толстостенную гильзу, перемещается совместно с трубой за пределы стана и извлекается из нее оправкоизвлекателем цепного типа. В этом случае оправка изготавливается монолитной. Она содержит направляющий конус на переднем торце, цилиндрическую часть и хвостовую часть в виде кольцевой проточки, за которую цепляется захват оправкоизвлекателя.

Монолитные оправки имеют несколько недостатков:

- ограничение прокатываемого сортамента (трубы диаметром более 152 мм с использованием таких оправок не производят) из-за увеличения их веса и возникновения неприемлемых динамических нагрузок на оборудование;
- необходимость размещения дополнительного оборудования в виде извлекателя;

– значительная температурная неравномерность раската по его длине, которая снижает точность толщины стенки;

– пониженное качество внутренней поверхности труб.

Недостатком конструкции является ещё и то, что в процессе прокатки износ оправки происходит на участке, прилегающем к переднему торцу, в то время как задняя часть оправки практически не изнашивается. Задача изобретения заключается в том, чтобы повысить эксплуатацию оправочного узла, за счет увеличения количества прокатанных труб.

Оправочный узел непрерывного стана который включает в себя оправку и имеет конусную часть на переднем конце, цилиндрическую часть и хвостовую часть с глухим резьбовым отверстием, который служит для ниппельного соединения цилиндрической части оправки с удлинителем, отличающийся тем, что на другом конце цилиндрической части оправки выполнено соосное, идентичное первому глухое резьбовое отверстие для соединения посредством ниппельного соединения цилиндрической части оправки с ее конической частью, при этом оправочный узел выполнен с возможностью попеременного соединения торцов цилиндрической части оправки с удлинителем и конической частью. Оправочный узел будет отличаться тем, что коническая часть оправки соединена с торцом цилиндрической части с зазором. Этот зазор будет заполнен жаростойким герметизирующим материалом, это необходимо для предохранения резьбового соединения от попадания в него окалины и обеспечения надежного развинчивания после нескольких сотен циклов прокатки.

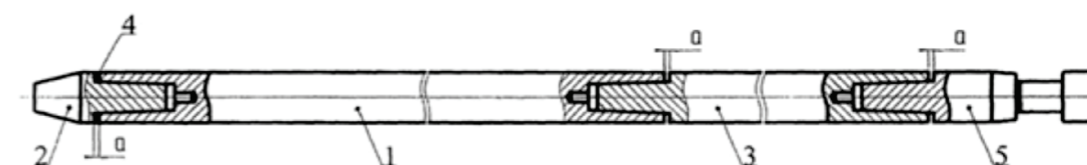


Рисунок 1 – Оправочный узел непрерывного трубопрокатного стана

- 1 – цилиндрическая часть оправки;
- 2- коническая часть оправки;
- 3 – удлинитель (не попадает в зону деформации);
- 4 – цилиндрическая часть оправки заполненная жаростойким герметизирующим материалом;
- 5 – замковый хвостовик

Если при прокатке полого тела на длинной оправке в двухвалковой клети скорость выхода металла обозначить  $v_i$  то скорость входа будет меньше и равна  $\frac{v_i}{\mu_i}$ , т.е.

по длине очага деформации скорость металла изменяется. Оправка, движущаяся благодаря возникающим фрикционным силам, получит скорость несколько меньшую максимальной скорости металла. Таким образом, поверхность металла с оправкой можно разделить на две зоны: зона, где вначале металл отстает от оправки, а затем зона, где он опережает оправку. Если прокатка ведется одновременно в двух или более клетях, то благодаря взаимному влиянию скорость оправки будет отличаться от скорости металла в каждой клети еще в большей степени. В результате в некоторых клетях металл по контактной поверхности будет опережать оправку,

а в других клетях, наоборот, отставать от оправки. Если же прокатка ведется одновременно в двух или большем числе клетей, то благодаря взаимному влиянию скорость оправки будет отличаться от скорости металла в каждой клетке еще в большей степени. В результате в некоторых клетях металл по всей контактной поверхности будет опережать оправку, а в других клетях, наоборот отставать от оправки. Следует иметь в виду, что при работе стана с отсутствием кинематического натяжения ( $C = 1$ ) вследствие разных скоростей металла и оправки и воздействия возникающих при этом сил трения фактически процесс протекает с некоторым натяжением или подпором. Например, в последних клетях оправка, имеющая меньшую скорость, чем труба при входе и выходе из клетки, оказывает тормозящее действие и вызывает дополнительный передний подпор и заднее натяжение; в первых клетях характерно обратное соотношение скоростей металла и оправки, благодаря чему возникают переднее натяжение и задний подпор [2].

Рассмотрим скоростные условия прокатки трубы в первой паре валков непрерывного стана, работающего с натяжением. Из первой пары валков труба выходит со скоростью  $V_{вых1}$ . Так как число оборотов валков второй пары более предположительно законом постоянства секундных объемов, она способна захватить трубу со скоростью  $V_{вых2} > V_{вых1}$ . Но при захвате металла валками второй клетки происходит выравнивание скоростей за счет увеличения скорости выхода металла из предыдущей клетки вследствие тянущего действия последующей и за счет уменьшения скорости входа в следующую клетку из-за сдерживаемого действия предыдущей. Поэтому как только труба попадает во вторую клетку, немедленно происходит изменение скорости прокатки, как в первой клетке, так и во второй.

Труба, которая выходит из второй клетки после захвата третьей снова изменяет свою скорость. Так как металл изменил свою скорость во второй клетке, должна измениться и скорость выхода из первой клетки. Поэтому, каждая последующая клетка оказывает влияние на все предыдущие клетки непрерывного стана, и по мере заполнения его металлом скорости прокатки по клетям изменяются. При заполнении стана металлом, когда труба будет находиться одновременно во всех клетях, скорость прокатки в каждой клетке установится и будет постоянной, соответствующей определенному режиму натяжения. Как только задний конец трубы начнет выходить из первых клетей стана, происходит рассогласование скоростей. Поэтому, при прокатке в непрерывном трубопрокатном стане можно рассматривать три этапа процесса: заполнение всех клетей стана металлом, установившийся процесс и освобождение стана от трубы [5].

Большое влияние на производительность и качество гильз оказывает правильный выбор коэффициента обжатия (вытяжки) при прошивке  $\mu_{пр}$ .

Общий коэффициент обжатия по непрерывному стану:

$$\mu_{\Sigma} = \frac{D_3^2}{[4S_{г.т}(D_{г.т} - S_{г.т})]} = 270^2 / [4 * 12(328 - 12)] = 4,8$$

$D_3$  – диаметр заготовки;

$D_{г.т}$  – диаметр трубы в горячем состоянии;

$S_{г.т}$  – толщина стенки трубы в горячем состоянии.

В этом случае обжатие влияет на скорость прокатки и качество продукции. Если в одной клетке обжатие больше чем в другой, или наоборот, то на заготовке появляется вспучивание и изменяется скорость прокатки, что может привести к натяжению или подпору металла. Чтобы этих дефектов не было, коэффициент обжатия между валками должен быть одинаковым [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Технология трубопроизводства: Учебник для вузов / В. М. Данченко, А. Б. Коликов, П. А. Романцев. – М.: «Интермет инжиниринг», 2002. – 640 с.
- 2 Технология производства труб: Учебное пособие / Ю. Ф. Шевакин, А. П. Кориков, Ю. Н. Райков под редакцией Шевакина. – М.: «Интермет инжиниринг», 2005. – 568 с.: с иллюстрациями.
- 3 Совершенствование производства стальных труб: В. Г. Зимовец, В. Ю. Кузнецов, А. П. Коликов. – М.: изд-во «МИСиС», 1996. – 479 с.
- 4 Горячая прокатка и прессование труб: Данилов А. Ф., Глейберг А. З., Балакин В. Г. – Изд. «Металлургия», 1972. – 576 с.
- 5 Технология и оборудование трубопроизводства: Учебник для вузов / В. Я. Осадчий, А. С. Вавилин, В. Г. Зимовец, А. П. Коликов. – М.: «Интермет инжиниринг», 2001. – 608 с.
- 6 Машины и агрегаты трубопроизводства: Учебное пособие для вузов / А. П. Коликов, В. П. Романенко, С. В. Самусев и др. – М., изд-во «МИСиС», 1998 – 536 с. – С. 121.
- 7 Технология прокатного производства: Учебное пособие для вузов / Б. Б. Диомидов, Н. В. Литовченко – М.: «Металлургия», 1979. – 483 с.

Материал поступил в редакцию 27.03.14.

*S. E. Ibraeva, A. Abaev, R. I. Serzhanov*

#### Үздіксіз орнақты агрегаттарда құбырларды өндіруді жетілдіру

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 27.03.14 баспаға түсті.

*S. E. Ibraev, A. Abaev, R. I. Serzhanov*

#### Improving production of pipes on the continuous mill units

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 27.03.14.

*Мақала құбыр өндірісін жақсартатын толассыз білік конструкциясынан және негізгі түйіншектердің сипаттамасынан тұрады.*

*The article contains a description of the basic units and structures of the continuous mills, allowing to improve the production of pipes.*



УДК 621.316.925.1

**Д. Д. Исабеков<sup>1</sup>, В. П. Марковский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>преподаватель, кафедра «Электроэнергетика», <sup>2</sup>к.т.н, зав. кафедрой «Электроэнергетика», ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

### **ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

*В статье авторами предлагается применение микропроцессорных устройств релейной защиты для расширения комплекса лабораторно-практических занятий, а также возможного применения их на производстве в качестве тренажерных стендов, при изучении принципа действия токовых защит силовых трансформаторов.*

В конце 90-х годов прошлого столетия в эксплуатации появились микропроцессорные (цифровые) устройства релейной защиты и автоматики, сочетающие в себе функции защиты, автоматики, управления и сигнализации. Сейчас во всем мире идет процесс повсеместного перехода на устройства релейной защиты нового поколения, так называемые микропроцессорные устройства релейной защиты (МURЗ).

Переход к цифровым устройствам релейной защиты и автоматики потребовал творческой переработки опыта, накопленного при создании электромеханических и микроэлектронных устройств РЗА. При этом было необходимо сохранить преимущества традиционной школы, двигаться дальше к усовершенствованию.

Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики (РЗА), так называемые цифровые реле (ЦР) или релейные терминалы, нашли широкое применение при защите электротехнических установок в странах СНГ и дальнего зарубежья. Преимущества ЦР перед электромеханическими и электронными аналоговыми устройствами РЗА признаны ведущими специалистами в области проектирования и эксплуатации систем устройств релейной защиты и автоматики.

Переход на цифровые принципы обработки информации в микропроцессорных реле не привел к появлению каких-либо новых принципов построения релейных защит, но существенно улучшил такие эксплуатационные качества, как:

- надежность, быстродействие и непрерывный автоматический контроль и самодиагностика;
- малое потребление электроэнергии от измерительных трансформаторов тока и напряжения;
- возможность регистрации в памяти ЦР параметров аварийных режимов;
- возможность реализации более сложных и совершенных алгоритмов защиты и управления электроэнергетического объекта, удобство наладки, настройки и эксплуатации, а также сервисные возможности.
- интеграция с системами оперативного и автоматического управления, позволяющая создать терминал в пределах одного защищаемого объекта.

Внедрение цифровых реле на электроэнергетических объектах обосновывается следующими техническими и экономическими достоинствами:

1. Многофункциональность ЦР. При малых габаритах одно ЦР заменяет от 10 до 20 аналоговых реле, а также несколько измерительных приборов, которые в совокупности выполняют такие же функции (экономия подсчитывается по стоимости реле, приборов и монтажных работ).

2. Непрерывная самодиагностика и высокая аппаратная надежность. В случае неисправности ЦР за счет непрерывной самодиагностики мгновенно выдается сигнал о неисправности и возможна оперативная замена этого реле или неисправного блока. При использовании ЦР практически исключена возможность отказа защиты при повреждениях и ненормальных режимах и, как следствие, предотвращается ущерб от недоотпуска электроэнергии. Самодиагностика ЦР, кроме того, позволяет в несколько раз увеличить период плановых проверок или вообще от них отказаться, что позволяет к примеру уменьшить численность ремонтного персонала. В отличие от цифровых аналоговые защиты не обладают свойством самодиагностики и могут оказаться в неисправном состоянии в период между плановыми проверками, периодичность которых 2-5 лет, а это неизбежно приведет к отказу защиты при повреждениях и ненормальных режимах.

3. Высокое быстродействие защиты. При использовании ЦР существенно уменьшаются ступени селективности, т. е. повышается быстродействие защит и повышается точность срабатывания ЦР, что позволяет применять провода линий или кабелей меньшего сечения при выборе их по условию термической стойкости.

В настоящее время микропроцессорные защиты введены в эксплуатацию на многих предприятиях промышленности. Остановимся более подробно на одном из типов реле микропроцессорных защит, типа MiCOM P 123, компании AREVA T&D'S Automation & Information Systems Business.



Рисунок 1 – Реле максимального тока серии MiCOM P123

Реле максимального тока серии MiCOM P123 является универсальным реле компании AREVA T&D'S Automation & Information Systems Business. Реле предназначено для управления, защиты и мониторинга электроустановок промышленных потребителей, распределительной сети и подстанций, а также для использования в качестве резервной защиты для сетей высокого и сверхвысокого напряжения. Данное реле является полностью цифровым и предназначенным

для выполнения функций защиты и управления. С обратной стороны реле имеет аналоговые входы для подключения токов трех фаз и тока защиты от замыкания на землю при использовании трансформаторов тока с номинальным током 1А или 5А (4 входа 1А и 4 входа 5А) т.е. одно и то же реле может быть подключено к ТТ с различными коэффициентами трансформации, например, 5А для защиты от междуфазных замыканий и 1А для защиты от замыканий на землю. Реле может питаться от источника переменного или постоянного оперативного тока (три диапазона рабочего напряжения питания). Кратковременные перерывы питания (< 50 мс) не приводят к нарушениям режима работы реле. Передняя панель реле предоставляет пользователю возможность навигации по меню реле для получения доступа к данным, записанным в реле, изменения уставок, чтения измерений и т.п. Во семь светодиодных индикаторов на передней панели реле предоставляют возможность простым и наглядным способом информировать оперативный персонал о работе реле [11, 3 с].

Функциональные возможности реле серии «MiCOM P 123»: 1) трёхфазная МТЗ (3 ступени); 2) защита от замыканий на землю; 3) защита от замыканий на землю с торможением (дифференциальная схема); 4) защита от перегрузки; 5) защита минимального тока; 6) МТЗ по току обратной последовательности; 7) обнаружение обрыва провода; 8) пуск-наброс (изменение тока срабатывания МТЗ при включении); 9) мгновенный /пусковой контакт; 10) подхват выходных реле; 11) группы уставок-2; 12) обнаружение отказа выключателя (УРОВ); 13) контроль исправности цепи отключения; 14) контроль ресурса и управление выключателем; 15) логика блокирования; 16) логическая схема селективности; 17) многократное АПВ; 18) программное изменение чередования фаз; 19) измерения; 20) запоминание максимальных значений; 21) записи событий; 22) записи параметров при повреждениях; 23) записи переходных процессов; 24) порт связи на лицевой панели RS 232; 25) порт связи RS 485 [3, 8 с].

Моделируя проект контроля и управления объектом с применением микропроцессорных устройств защиты на базе реле MiCOM необходимо отметить, что современные разработки в области микро процессорной техники позволили создать полноценные устройства релейной защиты и автоматики, которые являются альтернативной заменой электромеханическим устройствам. Электрическая схема соединений состоит из активной «Р» и реактивной нагрузки «Q», которые через модели линий электропередач «W1» и «W2», выключатель «Q1» и «Q2», трехфазную трансформаторную группу «Т» подключены к источнику питания «G». Выключатель «Q3» используется как короткозамыкатель. В начале линии электропередач включены три трансформатора тока (на фазный ток фаз «А», «В» и «С») блока измерительных трансформаторов тока. Вторичные обмотки трансформаторов тока блока подключены к реле микропроцессорной защиты типа «MiCOM».

Перед проведением эксперимента необходимо убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания [126, 35 с].

Проведение эксперимента:

1. Соединить гнезда «ТК» источника G.
2. Соединить гнезда защитного заземления «⊕» устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» источника G.
3. Соединить аппаратуру в соответствии с электрической схемой соединений.
4. Переключатели режимов работы выключателей «Q1» и «Q2» установить в положение «АВТ.», выключателя «Q3» – в положение «РУЧН.». Номинальные напряжения обмоток трансформаторов блока «Т» выставить равными 230 В. Параметры линии электропередачи «W1» и «W2» переключателями установить следующими:  
 $R = 200 \text{ Ом}$ ,  $L/R_L = 1,2/32 \text{ Гн/Ом}$ ,  $C1=C2=0 \text{ мкФ}$ . Выбрать мощность активной нагрузки «Р» 40 % от 50 Вт во всех трех фазах, а мощность реактивной нагрузки «Q» 25 % от 40 Вар также во всех трех фазах.
5. Включить источник G. О наличии напряжений на его выходе сигнализируют светящиеся лампочки.
6. Включить выключатели «СЕТЬ» выключателей «Q1», «Q2» и «Q3».
7. Задав уставки на реле типа «MiCOM» смоделировать защиту «МТЗ трансформатора».

Таблица 1 – Перечень используемой аппаратуры

Обозначение	Наименование	Примечание
G	Источник питания	
T	Трансформатор	
Q1, Q2	Выключатель	
Q3	Выключатель	для создания короткого замыкания
W1, W2	Линии электропередач	
P	Активная нагрузка	
Q	Реактивная нагрузка	
TA	Трансформатор тока	

Задавая уставками по току на реле «MiCOM P 123» в значениях от нуля до одного (пяти) ампер проводим эксперимент. Перед проведением эксперимента предварительно на реле «MiCOM P 123» выставляем необходимые уставки. Выключатель «Q3» является в данном случае элементом создающим короткое междуфазное замыкание (короткозамыкателем). На появившееся короткое замыкание срабатывает данное реле, отключая поврежденный трансформатор с двух сторон. Уставки можно выставить равными к примеру 0,3 А.

Данный эксперимент предлагается впервые и его проведение дает дополнительные широкие возможности использования микро процессорных устройств релейной защиты, как для расширения комплекса лабораторных работ по предмету «Релейная защита и автоматика энергосистем», смежных предметов, так и возможности его применения для обучения на учебных тренажерах эксплуатационного, ремонтного и инженерно-технического персонала

промышленных предприятий и электрических станций. При этом несомненно повышается уровень теоретических и практических знаний и навыков, как студентов и магистрантов, так и работников промышленных предприятий.

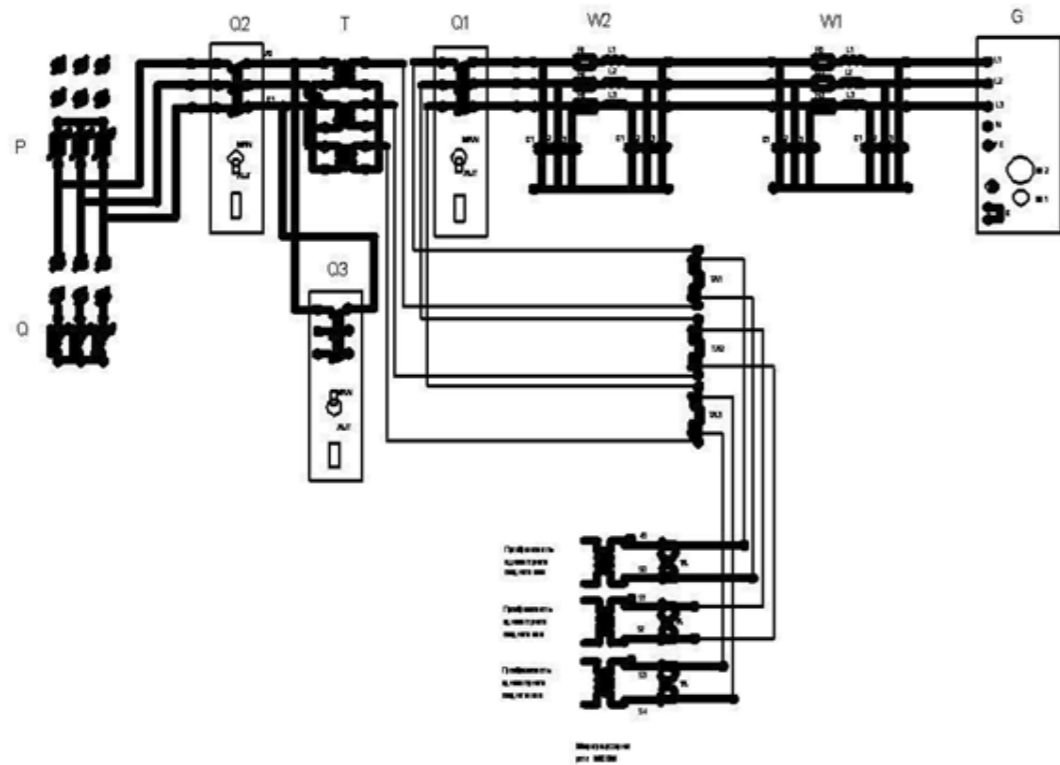


Рисунок 2 – Смоделированная электрическая схема соединений для защиты силовых трансформаторов, с применением реле серии «MiCOM»

Проведение эксперимента требует знания «ПУЭ», «ПТЭ и ПТБ», а также принципа действия и настройки устройств релейной защиты. При проведении эксперимента необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы. – М. : Инфра-Инженерия, 2011. – С. 336.
- 2 Микропроцессорные устройства релейной защиты энергосис тем: учебное пособие / Ф. Р. Исмагилов, Ф. С. Ахматнабиев / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа : УГАТУ, 2009. – С. 171.
- 3 Введение. Терминалы максимальной токовой защиты типа MiCOM P 123, [www.rza.org.ua](http://www.rza.org.ua)
- 4 Руководство для пользователя терминалов МТЗ типа MiCOM, [www.rza.org.ua](http://www.rza.org.ua)
- 5 Руководство по наладке и эксплуатации терминалов МТЗ типа MiCOM, [www.rza.org.ua](http://www.rza.org.ua).

6 Карпен, М. А. Учебный программно-методический комплекс «Релейная защита электрических систем». Руководство по выполнению базовых экспериментов. Под редакцией к.т.н. П. Н. Сенигова. – Челябинск : ООО «Учебная техника», 2003. – С. 257.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

Д. Д. Исабеков, В. П. Марковский

Күш беретін трансформаторларды қорғау үшін релелік қорғау микропроцессорлық құрылымдарды қолдану

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ. Материал 10.04.14 баспаға түсті.

D. D. Isabekov, V. P. Markovsci

The application of microprocessor devices for relay defence of power transformers

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 10.04.14.

Бұл мақалада авторлар микропроцессорлық құрылымдардың релелік қорғауларды қолдану күш беретін трансформаторлардың тоқтық қорғаулардың әсерін зерттеу кезінде зертханалық-тәжірибе сабақтардың кәсібінің кеңейтуі үшін, және оларды өндіріс тренажер стенд бойынша қолдану үшін.

In the article the authors suggest application of microprocessor devices of relay defence for the laboratory-practical occupation complex enlargement and their possible use in production as simulator stands in studying the principle of the power transformers current production.

УДК 621.746.22:678

Д. Б. Калыбаев, И. Э. Дейграф

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОСТИ СИЛИКОНОВОЙ РЕЗИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ОТЛИВОК**

В данной статье представлены сведения преимущества применения, исследовалось качество, модель литейной формы из силиконовой резины.

Литейное дело – одно из самых древних в мире ремесел. На заре литейного производства модель изготавливали из воска, а формы для литья были глиняными. В более поздний период, примерно в XII веке, появились более совершенные двухсторонние формы. С их помощью изготавливались самые разные изделия: домашняя утварь, оружие, украшения. В XV веке для литья научились использовать чугун. Со второй половины XIX века распространилась сталь, и литейное производство значительно усложнилось [1].



Основной целью, как художественного литья, так и обычного литья в большей мере является повышение однородности структуры металла, размерной точности и качества поверхности отливки, хотя брак так же имеет место.

В работах [2,3] описываются различные способы получения художественного литья, рассмотрев их возможности, предлагаем использовать двухкомпонентную силиконовую резину так как это один из перспективных способов повышения качества и точности художественных.

Силиконовая резина – это эластичный материал, получаемый на базе высокомолекулярных кремнийорганических соединений и по внешнему виду напоминающий синтетическую или обычную натуральную резину. Однако вследствие своей особой химической структуры она отличается целым рядом свойств, которые позволяют ей занять особое место среди резиновых эластичных материалов.

Основная структура силиконовой резины, в отличие от обычных видов резины – это цепи из атомов кремния и кислорода с редкими поперечными сшивками. Этим обстоятельством обуславливается присущий ей в некоторой степени неорганический характер.

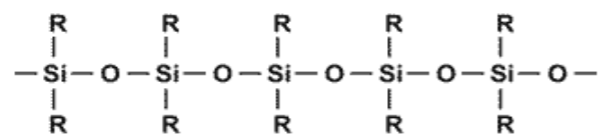


Рисунок 1 – Фрагмент молекулы силиконового каучука

Силиконовая резина сохраняет свои свойства практически неограниченное время при температурах от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+180\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Её можно использовать при температурах, близких к  $+250\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение нескольких сотен часов без появления хрупкости.

Особо термостойкие типы силиконовой резины имеют достаточно долгий срок службы при температуре выше  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Точно также особые сорта применимы при температурах до  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Учитывая её хорошие электроизоляционные свойства, силиконовую резину можно отнести к категории термостойкости Н.

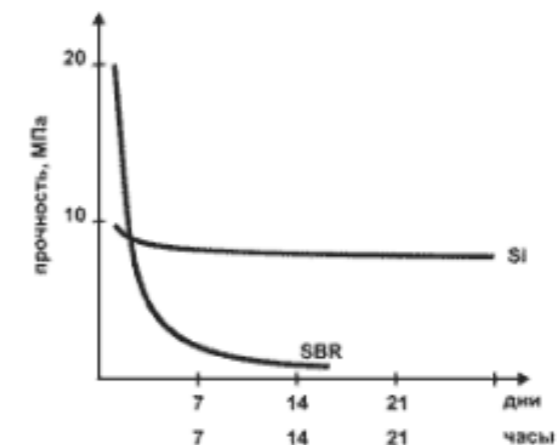


Рисунок 2 – Прочность силиконовой резины и стирол-бутадиенового каучука после обработки горячим воздухом при температуре  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Измерено при комнатной температуре

Изготовление отливки осуществляем в следующей последовательности:

1. Получение отпечатка, подготовка модельной оснастки;
2. Сборка и закрепление полученных опок;
3. Заливка металла в форму;
4. Извлечение полученной отливки.

Для получения отпечатка делали применяется пластилин, раскатывается плоско, деталь вдавливаются в него примерно на половину или немного меньше, аккуратно заправляем пластилин возле деталей. Также устанавливаем резерв под литник. Делаем углубления под центрирующие выступы, форма в принципе любая, от круглой до уголка (рисунок 3). После этого берем полоску картона шириной 50-60 мм, шпателем прочерчиваем по середине полоски линию, и сгибаем по ней. Получается уголок, из которого сгибаем опалубку. После сгиба по периметру будущей формы, картон режем по линиям изображающим углы опалубки от середины полоски. Эту опалубку устанавливаем в пластилин, так чтобы одна стенка контактировала с резервом под литник.

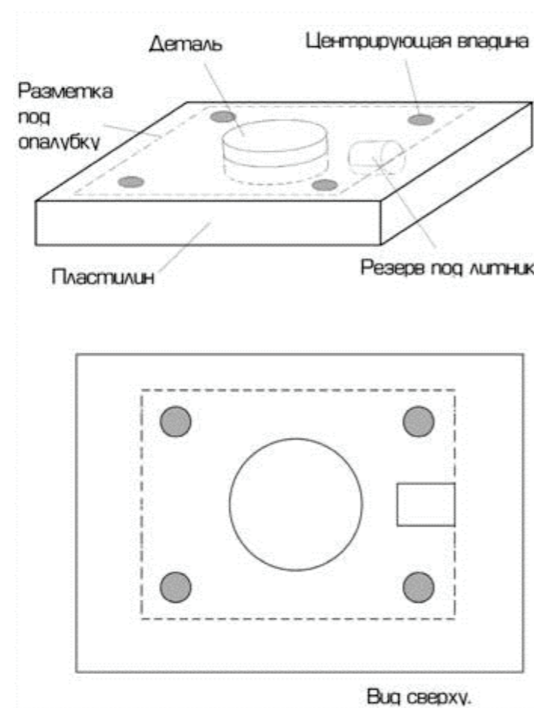


Рисунок 3 – Модель полуформы

После этого заливаем силикон, накрываем сверху куском пластика (он будет формировать ровный внешний край формы), ждем до полимеризации, разнимаем аккуратно форму вместе с опалубкой от пластилина, при этом надо стараться чтобы детали оставались по возможности в форме. Обрезаем возможные махры вокруг деталей, по периметру опалубки.

Полуформы разделяются разделительным слоем без него силикон просто намертво сцепится, с первой половинкой. Делаем его из жидко разведенного бензином клея 88. Наносим аэрографом на всю поверхность формы, даем просохнуть. Важно чтобы слой был тонким (микроны) и покрывал всю поверхность. Изготавливаем вторую полуформу аналогично первой.

Разнимаем опалубку, затем аккуратно по линии стыка разнимаем форму извлекаем детали, прорезаем каналы соединяющие детали с литниковой системой. Также прорезаем каналы для выхода воздуха. Берем графит от самого мягкого карандаша и натираем на мелкой шкурке, затем мягкой щеткой втираем в форму, лишний графит сдуваем.

Изготавливаем центральный литник, который будет создавать давление для заполнения формы металлом. В собранную форму заливается расплавленный металл.

Металл из которого данным методом можно изготавливать детали должен подходить по температурным характеристикам, например это может быть как стандартный стоматологический сплав, так и олово или свинцово-оловянистый сплав.

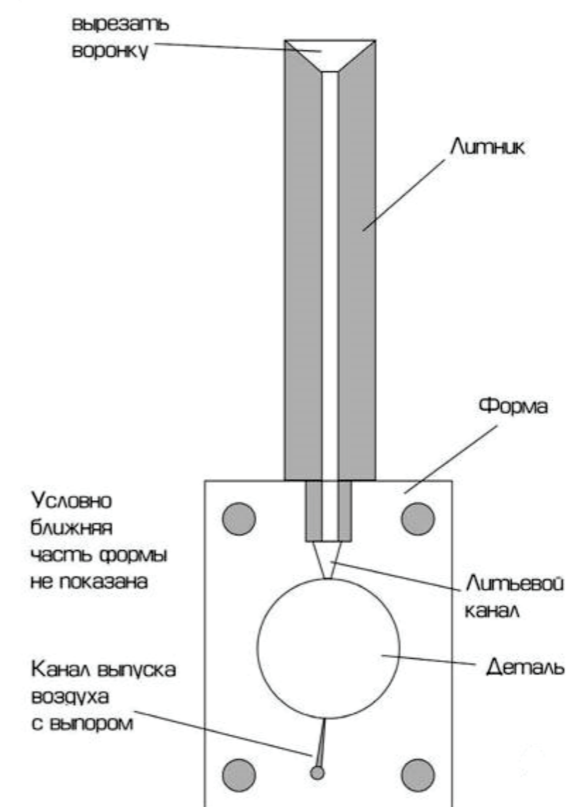


Рисунок 4 – Форма в сборе

Однако эффект от заливки металла в силиконовую форму имеет свои определенные пределы, существенно расширить которые может способ вулканизации в коммерческом вулканизаторе [2].

В ходе проделанной работы было выявлено следующее, отливки полученные, с применение двухкомпонентной силиконовой резины хорошей размерной точностью, поверхностью. Форма имеет хорошую пластичность (легкое извлечение модели), достаточную теплопроводность, при заливке металлов с невысокой температурой плавления форма может использоваться многократно.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Губкин, П. О., Шайдурова, Г. П. *Художественное литье XIX-XX веков.* – Любимая книга, 2009. – 320 с.
- 2 Зотов, Б. Н. *Художественное литье: Учебное пособие для сред. ПТУ.* – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1988. – 302 с.
- 3 Лившиц, В. Б. *Художественное литье: Материалы, технология, практика.* – М. : Рипол, Классик, 2004. – 194 с.
- 4 Лившиц В.Б. *Художественное литье. Ювелирные и декоративные изделия.* Самоучитель. – М. : «АСТ», 2010. – 224 с.

5 Урвачев, В. П., Кочетков, В. В., Горина, Н. Б. Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям сплавов меди. – Челябинск : Машиностроение, 1991. – 166 с.

Материал поступил в редакцию 15.04.14.

*Д. Б. Калыбаев, И. Э. Дейграф*

**Көркем құйманы шығару үшін силикон резеңкесінің екі құрамдылығын қолдану**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 15.04.14 баспаға түсті.

*D. B. Kalybaev, I. Deigraf*

**The use of two-component silicone rubber for art castings**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 15.04.14.

*Бұл мақалада силикон резеңкесінен жасалған құйма формасының моделі мен сапасы зерттеліп қолданыстағы артықшылықтары кезіндегі мүмкіндіктері туралы мәліметтер қарастырылған.*

*The article provides information about the benefits of the use, the quality of the silicone rubber mold model.*

УДК 621.771(574)

**Я. Я. Капуста, Д. И. Герман, Я. В. Литвинова, Р. О. Олжабаев**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

**ТЕХНОЛОГИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ТРУБОПРОКАТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ «KSP STEEL»**

*В статье приведены сведения об эффективности и возможностях применения роботизированной сборки резьбовых соединений при производстве труб.*

Резьбовые соединения в конструкциях современных машин составляют 15-20 % от общего количества соединений, а трудоемкость их сборки – 25-35 % от общей трудоемкости сборочных работ. Они обеспечивают возможность разборки и вторичной сборки изделий без повреждения сопрягаемых деталей.

Процесс роботизированной сборки с использованием резьбовых крепежных деталей состоит из нескольких последовательно выполняемых этапов: захват детали на позиции загрузки, перемещение ее на сборочную позицию, переориентация в пространстве, точная установка и взаимная ориентация сопрягаемых деталей, «наживление» резьбовых деталей, завертывание на основную часть резьбы и

последующую затяжку с заданным моментом. «Наживление» крепежных деталей (винтов, гаек, шпилек) представляет наибольшую трудность при автоматической сборке с применением промышленных роботов.

При разработке средств автоматизации сборки с применением промышленных роботов часто возникают трудности, вызываемые нетехнологичностью резьбовых соединений. Существующие ГОСТы и отраслевые нормативы на резьбовые крепежные детали составлены без учета условий выполнения автоматической сборки. Отработка на технологичность конструкций резьбовых соединений позволяет значительно облегчить и упростить выполнение роботизированной сборки.

Для обеспечения надежного свинчивания резьбовых деталей их оси в момент «наживления» должны совпадать. Максимально допустимый угол перекося оси винта по отношению к оси резьбового отверстия, при котором не происходит заедания и срыва резьбы

$$\beta \leq \arctg\left(\frac{0,5S}{d}\right),$$

где S – шаг резьбы; d – наружный диаметр резьбы.

Из приведенной формулы видно, что максимально допустимый угол  $\beta$  перекося зависит от шага и от наружного диаметра резьбы. С увеличением шага и уменьшением наружного диаметра резьбы допустимый угол перекося осей резьбовых деталей возрастает.

Сборку резьбовых соединений в условиях автоматизации с применением промышленных роботов выполняют на отдельных установках, встраиваемых в автоматические или полуавтоматические линии. Тарирование момента затяжки обеспечивается посредством кулачковой или фрикционной муфты.

Рассмотрим применение крутящего момента на шпинделе резьбовертывающего устройства в процессе сборки от этапа наживления до окончания этапа затяжки резьбового соединения. На рисунке 1 показана зависимость крутящего момента M от длины свинчивания l или угла поворота резьбовой детали. Кривая 1 характеризует постепенное возрастание момента на этапе наживления (этап I), дальнейшее небольшое увеличение момента на этапе завертывания II до некоторой постоянной величины d и последующее резкое повышение момента на этапе затяжки III до заданной величины M<sub>зат.</sub>. При наличии упругого элемента (обычная или разрезная шайба) возрастание момента на этапе III происходит более замедленно (кривая 1а), а длина этапа III увеличивается. Длина свинчивания I суммируется из толщины резьбовой детали l<sub>1</sub> и свободной части винта l<sub>2</sub>. Она равна длине свинчивания на этапах I и II. На участке длиной l<sub>2</sub> кривая I имеет горизонтальную ступень.



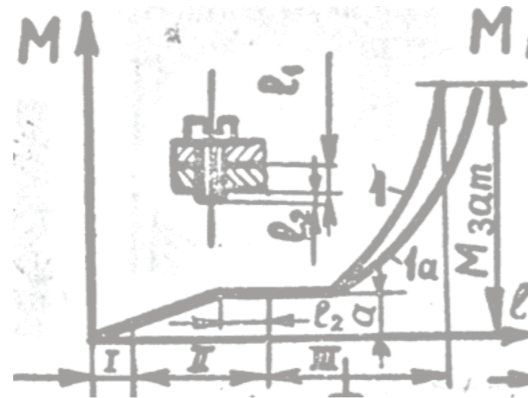


Рисунок 1 – Зависимость крутящего момента М от длины свинчивания I или угла поворота резьбовой детали

На рисунке 2 а, б, и в показаны схемы устройств для заворачивания и затяжки резьбовых деталей с заданным крутящим моментом и их характеристики.

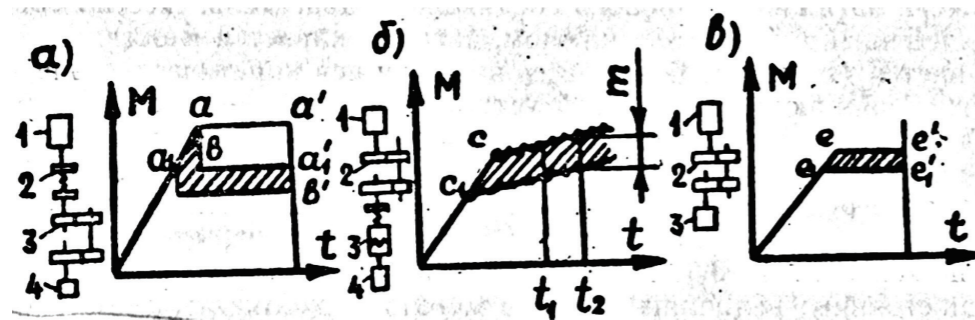


Рисунок 2 – схемы устройств для заворачивания и затяжки резьбовых деталей с заданным крутящим моментом и их характеристики

В устройстве, изображенном на рисунке 2а, вращение от электродвигателя 1 через фрикционную муфту 2 и зубчатый редуктор 3 передается на торцовый ключ 4 или отвертку. С правой стороны показана моментная характеристика, где по оси ординат отложена величина момента М, развиваемого устройством, а по оси абсцисс – время работы устройства t при затяжке крепежной детали. В точке а происходит проскальзывание муфты и так как коэффициент трения скольжения меньше коэффициента трения покоя, передаваемый муфтой, то момент М уменьшается до постоянной величины (горизонтальная линия в-в). Ввиду того, что коэффициент трения нестабилен, передаваемый муфтой момент непостоянен (на графике заштрихованная зона). Момент затяжки резьбовых соединений в партии собираемых узлов будет изменяться в пределах расстояния между линиями а – а' и а<sub>1</sub> – а<sub>1</sub>'.

В устройстве, данном на рисунке 2б, фрикционная муфта заменена на предельную муфту 3 со скошенными торцовыми кулачками. Сначала передача момента происходит при сцепленных половинках муфты. В промежутках между

точками с и с<sub>1</sub> из-за нестабильности трения в кулачках происходит срабатывание муфты. При дальнейшей работе устройства половинки муфты соударяются, вызывая ступенчатое увеличение момента затяжки резьбового соединения. Если время работы муфты изменяется от t<sub>1</sub> до t<sub>2</sub>, то непостоянство момента затяжки при сборке партии изделий будет выражаться отрезком m.

Устройство, представленное на рисунке 2в, не имеет муфты тарирования момента. От пневмодвигателя 1 вращение через зубчатый редуктор передается на торцовый ключ 3. По мере затяжки резьбового соединения двигатель, жестко соединенный с торцовым ключом, затормаживается и останавливается (точка е). В процессе затяжки вся кинетическая энергия вращающихся деталей устройства превращается в энергию затяжки. Момент затяжки зависит не только от момента на валу пневмодвигателя М<sub>дв</sub> и передаточного отношения зубчатого редуктора i, но и от угловой скорости шпинделя устройства ω и приведенного момента инерции его вращающихся деталей J<sub>пр</sub>. Величины i и J<sub>пр</sub> для данного устройства постоянны; величины М<sub>дв</sub> и ω можно приблизить к постоянным, стабилизируя давление сжатого воздуха, питающего пневмодвигатель устройства. В результате этого расстояние между горизонтальными линиями е – е' и е<sub>1</sub> – е<sub>1</sub>' можно сократить, уменьшая тем самым неравномерность затяжки резьбовых соединений.

Оценивая приведенные конструкции резьбовозавертывающих устройств, можно отметить их преимущества и недостатки. Устройства с фрикционными муфтами бесшумны в работе и обеспечивают достаточно высокую равномерность затяжки, однако поперечные габариты их велики, что затрудняет использование этих устройств в промышленных роботах. Устройства с кулачковыми муфтами имеют меньшие габариты, но и меньшую равномерность затяжки. В работе эти устройства вызывают шум и сотрясения, что малоприспособно для условий роботизации. Наиболее применимы для сборочных роботов безмуфтовые исполнительные органы с самоторможением двигателя в конце затяжки. Они просты по конструкции, надежны и бесшумны в работе, обеспечивают наиболее высокую равномерность затяжки. При малых габаритах из них легко компоновать различные исполнительные органы промышленных роботов, а также многошпиндельные установки.

Ниже приведены сравнительные данные по относительной неравномерности развиваемого момента устройствами различного типа. Величина относительной неравномерности

$$\gamma = \frac{M_{max} - M_{min}}{M_{cp}}$$

где М<sub>max</sub> – наибольший момент; М<sub>min</sub> – наименьший момент; М<sub>cp</sub> – средний момент, развиваемый сравниваемыми устройствами.

Для безмуфтовых устройств с самоторможением двигателя в конце затяжки γ = 0,15-0,20, для устройств с фрикционной муфтой γ = 0,15-0,22, для устройств с кулачковой муфтой γ = 0,26-0,32; для устройств с ударно-импульсным

преобразователем момента  $\gamma = 0,30-0,36$ . Если неравномерность затяжки отнести не к моменту, развиваемому на шпинделе резьбовертывающего устройства, а к осевой силе в партии крепежных деталей, то приведенные значения возрастают в 1,5-2 раза. Это обусловлено неточностью изготовления крепежных деталей; повышение качества их изготовления позволяет уменьшить неравномерность затяжки резьбовых соединений в условиях роботизированной сборки.

На ТОО ПФ «KSP Steel» применяется роботизированный комплекс на базе муфтонавертывающего станка модели CST10/DFT10/TWB10 (рисунке 3).



Рисунок 3 – Муфтонавертывающий станок модели CST10/CSO10/DFT10/TWB10 компании PMC-Colinet Industries

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Корсаков, В. С., Олжабаев, Р. О. и др.** Технологические основы роботизированной сборки. – Фрунзе : «Илим», 1986. – 292 с.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

*Я. Я. Капуста, Д. И. Герман, Я. В. Литвинова, Р. О. Олжабаев*

#### **«KSP Steel» құбыр илемдеу өндірісіндегі резьбалық қосылысын роботталған жинаудың технологиясы**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.04.14 баспаға түсті.

*Ya. Kapusta, D. German, Ya. Litvinova, R. Olzhabaev*

#### **The technology of the threaded joints robotic assembly in «KSP Steel» rolling production**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.04.14.

*Мақалада құбыр өндірісі кезінде бұрандалы қосылыстарды жинаудың роботталған түрін қолданудың мүмкіндіктері мен тиімділігі туралы мәліметтер қарастырылған.*

*The article provides information about the effectiveness and possible uses of the threaded joints robotic assembly in the pipe production.*

УДК 621.3.032.22:669.056.9

**Ж. Т. Кимелова, Д. Б. Абдрахманова, С. М. Ахметов,  
А. А. Каирова, М. М. Суюндиков**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

#### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА АНОДОВ**

*В настоящей работе рассматриваются различные типы ножей, как должной формы, так и по их относительной площади с целью выявления оптимальных структурных параметров, обеспечивающих максимальную эффективность работы ветрогенератора «АВЭУ6-4М».*

Отказ от технологии использования самообжигающихся анодов по способу Содерберга и переход на современную технологию предварительно обожженных анодов стал значительным шагом в области коренной модернизации всего мирового производства металлического алюминия.

АО «КЭЗ», строительство которого явилось ярким подтверждением экономического возрождения независимой Республики Казахстан, оснащен современными электролизерами с обожженными анодами большой мощности, системой автоматического питания глиноземом, укрытиями электролизеров, компьютерным управлением процесса электролиза и системой газоочистки, обеспечивающей минимальный выброс вредных веществ в окружающую среду.

В «пусковой» технологии АО «КЭЗ» были использованы покупные аноды 3-х марок различного поставщика китайского производства. Специалисты АО «КЭЗ» установили, что они отличаются по ряду физико-механических,



химических и эксплуатационных свойств [1], что создают значительные проблемы при их одновременном использовании в пределах одного предприятия.

Кардинальным решением обозначенной проблемы является строительство завода по производству собственных обожженных анодов в составе АО «КЭЗ». Данный проект находится на стадии завершения.

Все это вселяет уверенность в то, что на АО «КЭЗ» своевременно предпринимаются меры по улучшению экологической обстановки внутри завода и окружающей среды. И эта забота не единовременна, а рассчитана на десятилетия вперед.

Однако, для решения проблем оздоровления производственной среды и окружающей территории, которые находятся в сфере внимания широкого слоя населения и волнуют всю общественность города, необходимо проведение разноплановых исследований и поиск альтернативных технологий.

Состояние вопроса на АО «КЭЗ» характеризуется следующими данными [1,2].

Источниками выделения вредных веществ являются продукты взаимодействия угольных анодов, фтористых солей и пылевидные фракции глинозема. Количество образующихся в процессе электролиза газов составляет  $\approx 100$  тыс.м<sup>3</sup>/т алюминия. Первая задача состоит в локализации выделяющихся газов в пределах электролизера и эвакуации из рабочей зоны. Для сбора и эвакуации отходящих газов служит балка-коллектор и система трубопроводов переменного сечения. Обращается внимание на величину неплотностей листа ( $\leq 1\text{ м}^2$ ) и КПД ( $\geq 98\%$ ) укрытия.

Вторая задача заключается в эффективной очистке отходящих газов в системе сухой газоочистки. Газоочистные установки, принятые на АО «КЭЗ» разработаны норвежской фирмой «ALSTOM». Принцип работы данной установки в том, что прежде чем попадают в атмосферу, газы проходят через слой свежего глинозема, играющего роль фильтра.

В этом случае достигается двойной эффект, заключающийся, во-первых в самой очистке газов от вредных соединений, а во-вторых – насыщении глинозема фтористыми соединениями, которые возвращаются обратно в электролизную ванну в составе уже фторированного глинозема. Это восполняет потери и восстанавливает криолитовое отношение процесса электролиза.

Установлено, что количество фтористых соединений во фторированном глиноземе находится в пределах 1,5 и 2,1 %. Эффективность улавливания фтористого водорода в слое глинозема достигает 99-99,9 %. Однако, достигнув определенного значения, этот показатель затем резко снижается. То есть уменьшается эффективность очистки.

Кроме этого не исключается, что в процессе работы могут быть периоды, когда разовые выбросы могут достигать существенных значений и концентрация вредных веществ на рабочих местах и в пределах санитарно-защитной зоны превышать нормативные показатели. И в этом отношении на АО «КЭЗ» не прекращаются работы по нахождению резервов в сокращении выбросов в атмосферу.

Анализируя работу всей цепочки сбора, эвакуации, очистки и выброса в атмосферу отходящих газов можно выявить уязвимые места этой системы. К ним следует отнести возможное наличие неплотностей укрытий, соединений

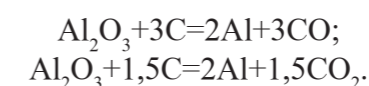
трубопроводов, отдельных узлов друг с другом, износ, отказ фильтров, необходимость проведения операций, нарушающих герметичность системы, таких как, выливка металла, замена анодов и токоподводящих штырей, обработка корки электролита, ликвидация анодных эффектов.

Одной из важных задач на производстве является сокращение объема расхода материалов.

В пределах данной темы следует обратить внимание на использование обожженных угольных анодов.

В процессе эксплуатации обожженные аноды интенсивно расходуются и в момент когда срабатываются до 1/3 или 1/4 части исходного размера подлежат замене. Практически это происходит через 22-26 дней.

Расход анодов происходит из-за окисления углерода выделяющимся кислородом по следующим реакциям:



Отходящий анодный газ представляет собой смесь CO<sub>2</sub> и CO.

Таким образом, получение алюминия электролизом криолитоглиноземного расплава связано не только с большим расходом электроэнергии, но и со значительным расходом угольных анодов. Практика АО «КЭЗ» показывает – на одну тонну алюминия расходуется до 512 кг угольных анодов, что составляет 20-25 % себестоимости алюминия. Их использование приводит к выбросу в атмосферу углекислого газа и оксида углерода до 390 кг/т алюминия. Кроме того, как уже показано выше угольные аноды сгорают, и каждые три недели их необходимо заменять на новые. Это трудоемкая операция, и для производства новых анодов строится отдельный завод.

Проблемы использования угольных анодов способствовали поиску инертных материалов, которые бы позволили кардинально преобразовать способ электролитического получения алюминия и улучшить экологичность его производства.

В мире проводятся широкомасштабные исследования материалов, которые могут выступать в качестве инертных анодов. В качестве инертных анодов могут применяться керамические, металлокерамические и металлические материалы. Металлические аноды обладают рядом преимуществ: имеют высокую электропроводность, легко отливаются в нужную форму, способны выработать поверхностный оксидный слой в ходе электролиза, который защищает анод от воздействия криолит-глиноземного расплава [3].

Наиболее прогрессивным направлением следует считать создание конструкции инертного анода, которая бы органично вписалась в существующую систему при принципиальном сохранении прежних катодных устройств. В настоящее время практически отсутствуют данные о промышленном использовании инертных анодов, поэтому разработка нерасходуемого анода из инертных материалов признана важнейшей и приоритетной задачей в области получения первичного алюминия [3].



Зарубежными, в том числе российскими исследователями уделяется большое внимание созданию нерасходуемых анодов, большие промышленные эксперименты по созданию инертных анодов предпринимаются за рубежом.

В последние 20 лет многих ученых занимает вопрос о замене угольных анодов на малорасходуемые, экологически безопасные аноды. Целый ряд публикаций [3,4,6] посвящен поиску нового материала для производства анода. Анализ данных публикаций приводит к выводу о необходимости создания инертного, то есть нерасходуемого анода. В них одни предлагают производить инертный анод из металлокерамики, другие – использовать даже такие металлы как серебро и платина. В целом выявлено, что инертный анод должен удовлетворять следующим требованиям:

- обладать термической стойкостью и не растворяться в расплаве фторидов при температуре до 1000 °С;
- иметь хорошую электрическую проводимость;
- быть коррозионно-стойким и не загрязнять алюминий примесями.

Таким образом, разработка и применение инертных анодов в алюминиевой промышленности позволяет выделить следующие преимущества:

- 1 Обеспечение стабильного прохождения электролиза;
- 2 Увеличение стойкости анода к воздействию атомарного кислорода и электрохимической коррозии в процессе электролиза;
- 3 Исключение выбросов парниковых газов и полиароматических углеводородов;
- 4 Снижение себестоимости производства более чем на 10 % за счет экономии анодов и электроэнергии.
- 5 Получение в процессе электролиза «побочного» продукта кислорода, а не углекислого газа [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Ибрагимов, А. Т., Пак, Р. В.** Технология производства алюминия на электролизерах АО «Казахстанский электролизный завод». Монография. – Павлодар : ТОО «Дом печати», 2012. – 288 с.
- 2 **Ибрагимов, А. Т., Пак, Р. В.** Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод. – 2009. – 263с.
- 3 Инертный анод для электролитического получения металлов. Ковров В. А., Храмов А. П., Зайков Ю. П., Чумарев В. М, Селиванов Е. Н., Мансурова А. Н. Патент РФ № 2401324. Оpubл. 10.10.2010. – 5 с.
- 4 Инертный анод электролизера для производства алюминия. Гусев А. О., Симаков Д. А., Кирко В. И., Степанов Е. И, Побызиков В. И., Васильев Ю. В. Патент РФ № 2408743. Оpubл. 10.01.2011. – 5 с.
- 5 **Лякишев, Н. П., Лайнер, Ю. А., Самойлов, Е. Н., Рожков, Д. Ю., Левашов, Е. А., Сенатулин, Б. Р.** Известия вузов. – №6. – Цветная металлургия. Исследование синтеза и стойкости инертных анодов при электролизе криолит-глиноземных расплавов. – Москва, 2005. – 126 с.

6 Способ производства металлов с керамическим анодом. Абакумов А. М., Алексеева А. М., Антипов Е. В., Бендовский Е. Б., Васильев С. Ю., Говоров В. А., Гусев А. О., Лауринавичюте В. К., Рябова Л. И., Симаков Д. А., Филатов А. Ю., Цирлина Г. А. Патент РФ № 2452797. Оpubл. 10.06.2012. – 6 с.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

*Ж. Т. Кимелова, Д. Б. Абдрахманова, С. М. Ахметов, А. А. Каирова, М. М. Суяндиков*  
**Анод өндірісінің даму перспективасы**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.04.14 баспаға түсті.

*Zh. Kimelov, D. Abdrakhmanova, S. Akhmetov, A. Kairova, M. Suyundikov*

#### **Перспективы развития производства анодов**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.04.14.

*Авторлар бұл мақалада «АВЭУ6-4М» қондырлығының жұмысының максималды тиімділігін қамтамасыз ету мақсатында оңтайлы конструктивтік пішіндерін анықтау үшін аудан жағына қатысты және де әр түрлі типті қалықтардың пішінін салыстыру арқылы жүзеге асырады.*

*In the article the authors compare the different types of blades in both the due form and on their relative area with an aim of exposure of the optimal structural parameters providing maximal efficiency of work of the wind turbine «АВЭУ6-4М».*

УДК 624.19.05

#### **Б. Ч. Кудрышова, В. Т. Станевич**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

#### **ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОМИНАНТА РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИКИ**

*В статье рассмотрены перспективы разработки и внедрения в производство широкой номенклатуры экологически безопасных строительных материалов. Показана экономическая эффективность комплексной утилизации многотоннажных отходов различных отраслей промышленности.*

В настоящее время в промышленных регионах Казахстана имеются огромные запасы побочных техногенных продуктов и отходов различных отраслей промышленности, которые могут быть использованы, например, в качестве алюмосиликатного компонента щелочных вяжущих. Это металлургические шлаки,

зола-унос и золошлаковые смеси тепловых электрических станции, бокситовый шлам глиноземного производства, отходы минераловатного производства, а также в качестве глинистых компонентов вскрышные породы угледобычи и другие.

Результаты многочисленных исследований доказывают, что отходы промышленных производств по своему химико-минералогическому составу близки к природному минеральному сырью и могут быть частично или полностью использоваться при производстве цементов, местных вяжущих, заполнителей, бетонов, керамических изделий и других материалов [1,2].

Программа инновационно-индустриального развития Республики Казахстан предполагает выявление и использование резервов народного хозяйства, в первую очередь вторичных сырьевых ресурсов. Так материалы, будучи отходом одного производства, могут являться ценным сырьем для производств строительной индустрии.

Одним из наиболее перспективных по своим свойствам, объему накопленному в отвалах, является бокситовый шлам глиноземного производства. По данным экологических служб Павлодарской области в шламохранилищах АО «Алюминий Казахстана» на сегодняшний день находится более 100 млн. тонн шлама, которые практически не используются. В тоже время они являются ценным сырьем для производства широкой номенклатуры строительных материалов и изделий, это вяжущие, различные бетоны на их основе и другие материалы и изделия.

По своим химическим и фазовым составам бокситовый шлам можно использовать в качестве вяжущего, так как он характеризуется как сырье с большим содержанием двухкальциевого силиката, гидроалюминатов и гидросиликатов различной основности, способных к гидратационному твердению. Результаты многочисленных исследований доказывают, возможность использования их в качестве низкомарочных вяжущих для бетонов, которые по своей цене будут в 2-3 раза дешевле стоимости цементных бетонов. Бокситовый шлам более эффективен в производстве автоклавных плотных и ячеистых бетонов. В тоже время автоклавный способ производства бетона значительно дороже традиционного.

Одним из путей утилизации бокситового шлама является использование его для получения эффективных строительных материалов по безобжиговой технологии. Данная технология состоит в углублении гидратации шлама в дисперсном состоянии, с целью получения гидратов с нестабильной структурой. Так гидравлические вяжущие вещества, представляющие собой гидраты с аморфной или нестабильной кристаллической структурой, обладают способностью конденсироваться в камневидное водостойкое тело. Эти вещества названы вяжущими контактно-конденсационного твердения, разновидностью его является гидратированный шлам. Наиболее эффективна эта технология при производстве мелкоштучных и фасонных строительных изделий, обладающие достаточно высокими показателями прочности 6-14 МПа, водонепроницаемости не менее 20, морозостойкости не менее 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Бокситовый шлам так же можно использовать в дорожном строительстве, в качестве устройств укрепленных оснований дорожных одежд.

Кроме того из промышленных шлаков можно получать шлакощелочные вяжущие, где в качестве алюмосодержащего компонента (добавка) криолита ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), обеспечивающего образование водостойких гидроалюмосиликатов (типа содалита и гидронефелина) с участием ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$ , которые связывают свободную щелочь в начальной стадии гидратации вяжущего, что приводит к снижению высолообразования и повышению водостойкости цементного камня. В качестве исходных шлаковых материалов были исследованы и использованы электротермофосфорный гранулированный шлак Шымкентского производственного объединения, доменный шлак Карагандинского металлургического комбината и другие отходы. Вяжущее получают совместным помолом в шаровой мельнице шлакового материала и криолита до тонины, соответствующей удельной поверхности 3-4  $\text{м}^2/\text{г}$  и последующего затворения щелочным раствором. В качестве щелочного компонента можно принять силикат натрия или калия, карбонат натрия, гидроксид натрия в количестве 8-9 % от массы шлака. В результате коэффициент водостойкости образцов составил от 0,86 до 1,38. Стоимость такого вяжущего значительно ниже стоимости традиционных вяжущих.

На Аксуском ферросплавном заводе в качестве отходов производства образуется конденсированный кремнезем, продукт имеет насыщенную плотность 180-250  $\text{кг}/\text{м}^3$ , удельную поверхность частиц 18000-25000  $\text{см}^2/\text{г}$ , а по минералогическому составу почти на 85 % представлен аморфным кремнеземом. При введении микрокремнезема в состав бетонной смеси можно получить высокопрочный и долговечный бетон. Многие годы в таких странах как Норвегия и США используют порошок кремнезема для получения особо высокопрочных бетонов работающих в особых условиях. Применение шлаковой пемзы в качестве крупного и мелкого заполнителя при изготовлении теплозвукоизоляционных материалов и конструкционного бетона уменьшают массу ограждающей конструкции на 10-15 %, расход цемента до 15 % и значительно улучшают теплоизоляционные свойства конструкций.

Одним из многотонажных промышленных отходов являются вскрышные породы Экибастузского каменно-угольного месторождения. Часть которых представлены аргиллитовыми и аллевролитовыми литологическими типами, а так же породами их переслаивания. Аргиллит-аллевролитовые породы характеризуются как экологически безопасное сырье, которое может быть использовано без ограничения для производства любых керамических строительных материалов.

При анализе данных было замечено, что глинистые вскрышные породы угледобычи характеризуются высокой степенью однородности. Естественная влажность пород составляет от 4,2 до 5,6 %. По содержанию  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (17,5-19,5 %) породы относятся к группе полукислого глинистого сырья, по содержанию  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{TiO}_2$  (4,5-7,3 %) к группе сырья с высоким содержанием красящих оксидов. Минеральный состав вскрышных пород угледобычи в основном представлен гидрослюдой, каолинитом, терригенным материалом в виде кварца, полевых шпатов, железистых минералов и карбонатных включений. Исходя из полученных данных по физико-механическим свойствам, химическому и минеральному составу отходы угледобычи аргилито-аллевролитового состава близки к традиционному

глинистому сырью и относятся к группе полукислого с высоким содержанием красящих оксидов сырья. Многочисленными исследованиями доказана возможность применения их в качестве основного сырья для производства черепицы, плитки, кирпича и других керамических материалов.

Таким образом, можно констатировать, что для относительно быстрого и успешного возрождения промышленности строительных материалов в нашей республике имеются экономические, технические и научные предпосылки.

Основные разработки имеют патентную защиту. Технологические регламенты производства для реконструкции действующих и строительства новых предприятий по выпуску материалов строительного назначения могут быть переданы заинтересованным предприятиям для практической реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

**1 Кудрышова, Б. Ч., Станевич, В. Т.** Образование и пути возможного использования промышленных отходов Павлодарской области. Актуальные проблемы науки: сб. науч. тр. по материалам Междунар. Науч.-практ. конф. 27 сентября 2011 г.: в 6 частях. Часть 1; М-во обр.и науки РФ. – Тамбов : Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2011. – С. 119-120.

**2 Торпищев, Ш. К., Кудрышова, Б. Ч. и др.** Вяжущее. бюл. № 12 Комитета по правам интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. Описание изобретения к инновационному патенту № 21929. – Астана, 2009. – С. 1-5.

Материал поступил в редакцию 10.04.14.

*Б. Ч. Кудрышова, В. Т. Станевич*

**Қазіргі заманғы экономика дамуының экологиялық доминанта ретінде өндіріс қалдықтарының негізінде жасалған құрылыс материалдарының өндірісі**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.04.14 баспаға түсті.

*B. Ch. Kudryshova, V. T. Stanevich*

**Production of building materials based on industrial wastes as ecological dominance of economic development**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.04.14.

*Экологиялық қауіпті құрылыс материалдарының кеңейтілген номенклатурасының өндірісінде түрлі жаңалықты еңгізулер мен перспективті құрастырулар мақалада қарастырылған. Сонымен қатар, өнеркісіп саласының түрлі көпқабатты қалдықтардың комплексті утилизациясының экономикалық тиімділігі көрсетілген.*

*The article deals with the prospect of development and introduction of wide nomenclature production of ecologically safe building. The economical effectiveness of complex utilization of different branches of industry in building materials in the new generation production are considered in the article.*

**Е. Н. МӘДЕНИЕВ, А. Ж. БОРАНБАЕВ, Б. М. ТАУОВА,  
М. М. СҮЙІНДІКОВ, Н. Қ. ҚҰЛЫМБАЕВ, М. Ж. ТҮСІПБЕКОВА,  
Д. Р. АБСОЛЯМОВА**

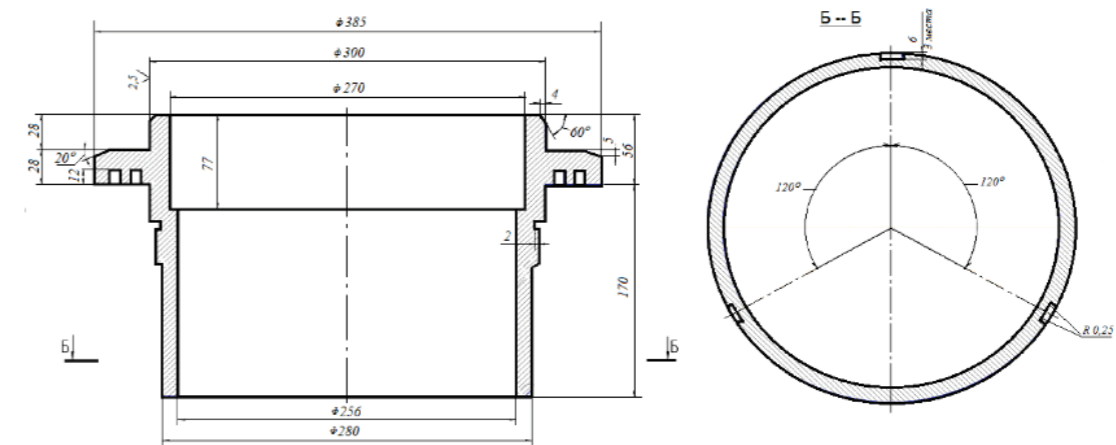
С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

**ҚҰЙМА ЖАСАУДЫҢ ҮНЕМДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ**

*Бұл мақалада авторлар «АВЭУ6-4М» желдіагрегатының максималды тиімді жұмысын қамтамасыз ететін оптималды сындарлы параметрлерін анықтау мақсатында олардың көлемі және формасы бойынша әртүрлі бөлшек түрлерін салыстырады.*

Кез келген кәсіпорынның қазіргі заманда ушығып тұрған бәсекеге қабілеттілігінің негізгі көрсеткіштерінің бірі оның өндіріске жұмсалатын шығыны аз болуында. Шығын азайтудың көзін әбден орнығып қалған технологияны сын көзбен қарап, талдай отырып көрсетуге де болады. Негізгі мәселе оны іске асыру жолын таба білуде.

Ізденістер барысында «KSP Steel» ЖШС ПФ ҰҚЦ өндірісінде жасалатын құймалардың ішіндегі материал шығыны басқалармен салыстырғанда тым көп болып ерекшеленген құйма бөлшек таңдалып алынды (1 сурет). «Стакан» деп аталатын осы бөлшекті сыртқы тапсырыс бойынша жасайды. Аталмыш зауытта бөлшекті Ст45 болатынан құйып жүр. Құю кезінде болаттың бұл маркасы біршама шөгуге бейім тұратыны көрінді. Сол себепті бөлшектің құю технологиясын әзірлегенде оны қалып ішінде тігінен орналастырып қабырғасын төменнен жоғары қарай қалындатып тағайындайды. Мұндағы мақсат астынан үстіне қарай бағытталған кристалдандыру ережесін қамтамасыз ету. Ал шөгу қуысын құйманың денесінен сыртқа шығару үшін оның жоғарғы бетіне үстеме қойылған. Үстеме көлемі айтарлықтай үлкен болып келеді, құйманың массасы 103 кг болғанда, үстемемен бірге алғандағы құйма массасы 192 кг. Демек үстеме массасы 89 кг болып шыққан. Бұл бір құйма алу үшін шамасы одан екі еседей көп металл шығындалатынын көрсетіп тұр.



1 сурет – Құйманың сызбасы

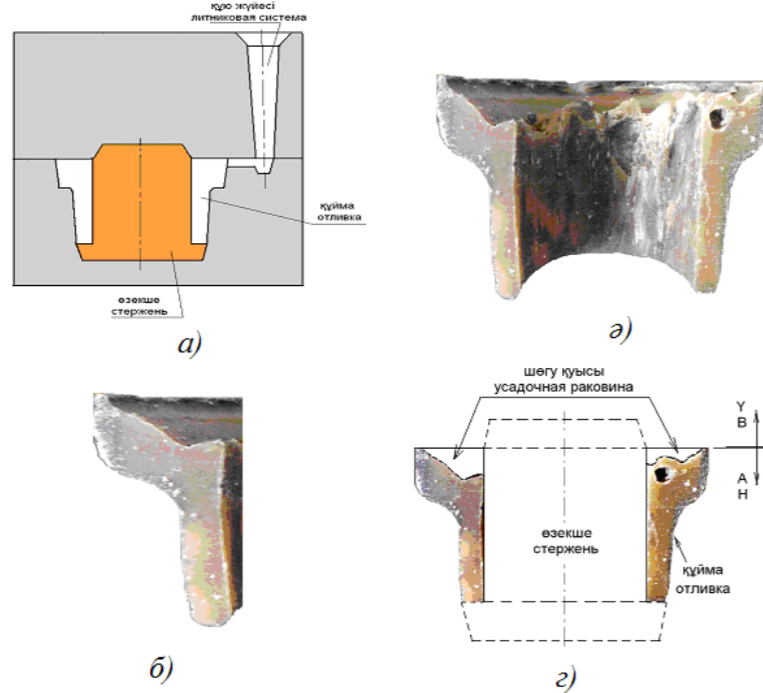


Сонымен қатар айтып отырған құйма технологиясында оның ішкі қуысын шығару үшін едәуір жуан (диаметрі 136 мм) өзекше қолданылады. Мұны материалдың тағы бір түрінің шығыны деп түсіну керек.

Зерттеу жұмысындағы алға қойған мақсатқа сай құйма өндірісіндегі шығындарды азайту үшін осындағы шөгу қуысымен күресудің басқа жолын іздестіру керек болды.

С. Торайғыров атындағы ПМУ металлургия кафедрасының лабораториялық кешенінде жүргізілген эксперименттік зерттеулер бірнеше кезеңнен құралды. Алғашқы кезеңде гидромодельдеу әдісімен алдын ала тексеру тәжірибелері өткізілді. Келесі кезеңде жоғарыдағы құйма бөлшектің бойындағы шөгу үрдісін оңай балқитын материал арқылы модельдеу тәжірибелері жүргізілді. Оңай балқитын материал ретінде балауыз алынды. Үшінші кезеңдегі тәжірибелер металл құйып орындалды. Шын мәнінде бұл да модельдеу болып табылады, себебі құйманың негізгі материалы болаттың орнына балқытуға ыңғайлы деп алюминий қолданылды. Осы зерттеулерде құйма бөлшектің көлемі кішірейтіліп 1:3 масштабпен дайындалған үлгілер қолданылғанын ескеру керек.

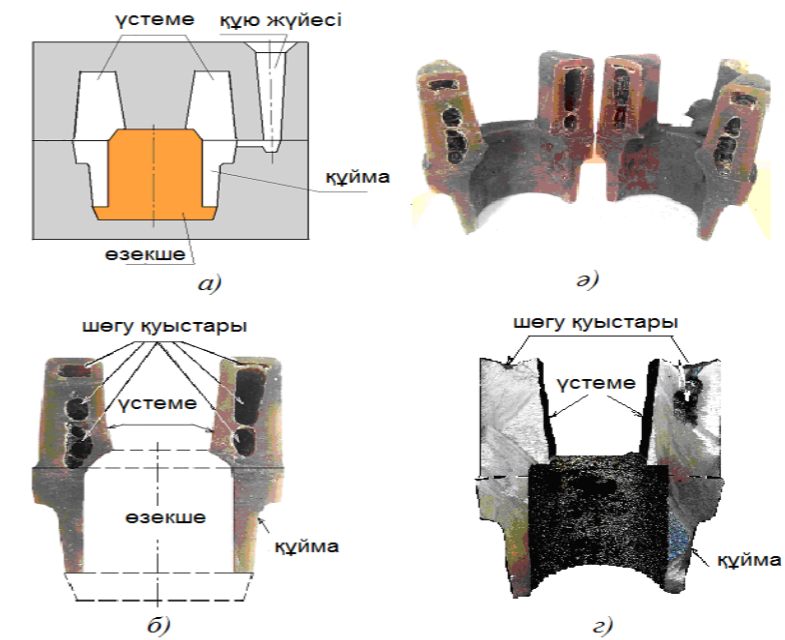
Балауыз балқытып құйған тәжірибелердің (2 сурет) біріншісінде ешқандай үстеме қолданбай құйғанда аталмыш құйма бойында шөгу қуыстары шығатыны күмән тудырмайтын айғақ екені анықталды. Шөгу қуыстары құйманың жоғары бөлігінде жинақы түрде орналасқан (2, г сурет).



2 сурет – Балауыз құйып модельдеу

а) құю технологиясының сұлбасы; ә) және б) балауыздан құйылған құйма бөлшектерінің қималары; г) балауыз құйманың шөгу қуыстарының орналасуы

Келесі тәжірибелерде дәстүрлі технологияға сәйкес өндірістің өзінде қолданып жүрген үстеме қойып құйма жасау технологиясы сынақтан өткізілді (3 сурет).



3 сурет – Дәстүрлі технология бойынша үстеме қолданып құю

а) үстеме қолданып құю технологиясының сұлбасы; ә) және б) балауыздан құйылған құйма бөлшектері мен үстемеге шыққан шөгу қуыстарының көріністері; г) металдан құйған құйманың шөгу қуыстарының үстемеге шығып орналасуы

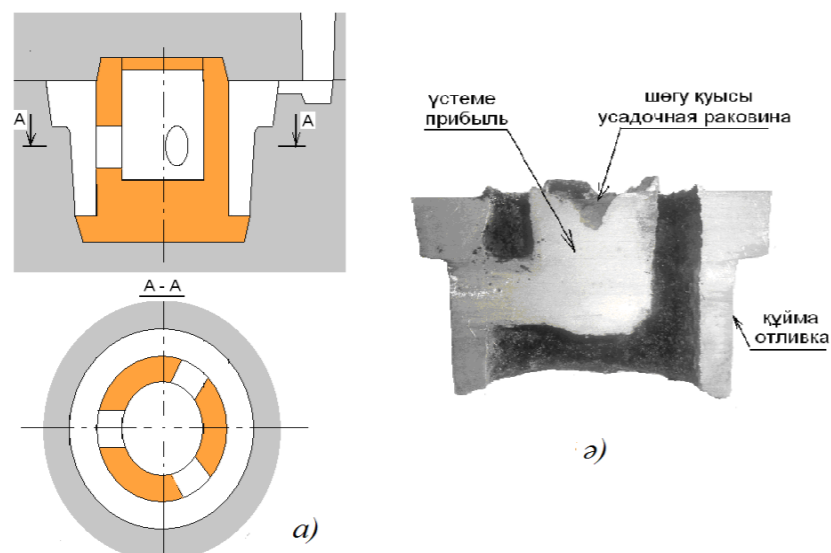
Бұл тәжірибелерде дәстүрлі технологияның мүмкіншілігін пайдаланып шөгу қуыстарын түгелдей үстеме ішіне орналастыруға болатыны анық көрінді (3, б және г сурет). Осының өзінде шөгу қуыстары тігінен созыла келіп, үстеменің түбіне тіреліп барып тоқтағанына назар аударған жөн. Олай болса, үстемені аласартып, кішірейтуге ешбір мүмкіндік қалмаған.

Осы тәжірибелерді сараптай келіп, өндірісте дәстүрлі технологияның мүмкіндігін барынша тауысып пайдалана білгеніне көз жеткізуге болады. Сөйте тұра қолданыста жүрген үстеменің соншалықты металл шығынына әкеліп соқтыратыны әзірге шешімін таппай тұрған кемшілік екені де көрінді. Демек, бұл бағыттағы ізденулерді басқа тәсілдермен жүргізу керектігі өз-өзінен сұранып тұрған мәселе.

Шөгу қуысымен күресудің бір жағынан сенімді, екінші жағынан тиімді, экономикалық тұрғыдан үнемді тәсілдерін іздестіру алға қойылған негізгі мақсат деп белгіленді. Ғылыми және техникалық әдебиет көздерін қарастырып, ондағы әдіс, тәсілдерді өзара салыстырып, саралай келе ең қолайлысы шөгу қуысын қолдан қалыптастырып, қалаған жерге орналастыру тәсілі деп табылды. Оның өзінде Рабинович Б. В., Апполонов А. А. қолданған тәсілді [1] негізге ала отырып сәл басқаша жолын іздестіру керек. Бұл ұсынылып отырған жаңаша тәсілдің мүмкіндігін ашып көрсету үшін қосымша эксперименттер жүргізілді.

Эксперименттер нәтижесінде үстеменің жұмысын жақсартып отырып, мүмкіндігінше көлемін азайтып, оған қоса өзекшеге кететін шығынды біршама

қысқартуға қол жетіп отыр. Үстеменің жұмысын жақсарту үшін ол өз жылуын ұзақ сақтауы керек, немесе оған басқа бір қосымша жылу келіп тұруын қамтамасыз ету керек болды. Баршаға мәлім қосымша жылу көзі болып саналатын экзотермиялық қоспа қолдану технологияны қиындатып және қымбаттатып жіберетіні анық. Іздестіру нәтижесінде табылған оңтайлы шешім бойынша үстемені құйманың ортасына орналастыру керек деп алдық. Сонда құйма қабырғасын толтырған ыстық металл үстемені жан-жағынан айналдыра қыздырады. Үстеменің жұмыс істеу тиімділігі артып, осының арқасында оның көлемін азайтуға мүмкіндік туады. Бұған қоса құйманың ортасындағы өзекшенің де көлемі азайып, өзекше материалы үнемделеді. Экспериментте қолданылған тәсілдің схемасы келесі 4 суретте көрсетілген.

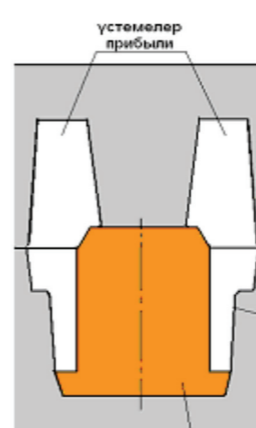
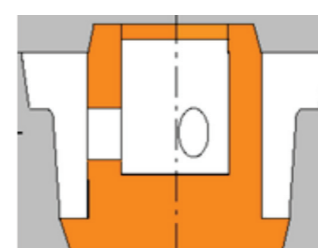
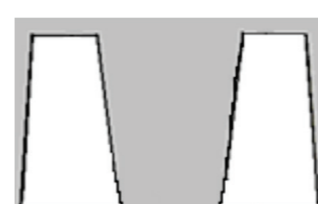
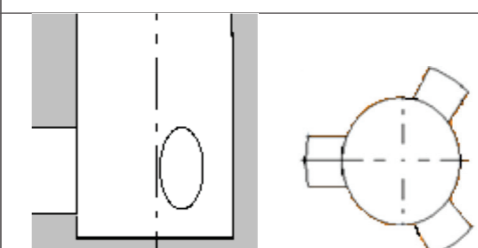
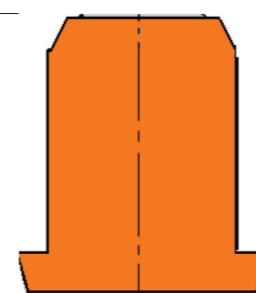
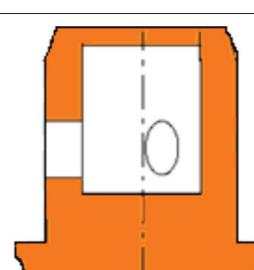


4 сурет – Жаңа технология бойынша үстемені өзекше ортасына қойып құю  
 а) жаңа технологияның сұлбасы; б) металдан құйылған құйма мен оның ортасындағы үстеменің шыққан шөгу қуысы

Суретте көрініп тұрғандай құйма қуысына құйылған металл өзекшенің ортасында қалдырылған келесі қуысқа үш арна арқылы құйылады. Осы ортаңғы қуыс үстеменің қызметін атқарады. Құю кезінде бір-бірімен жалғасып жатқан құйма мен үстемені бірге толады. Үстеменің жоғарғы жағы жабық. Қатаю үрдісі құйманың сыртқы қабатынан басталатыны белгілі. Ортасындағы үстеменің сыртындағы құйма қатайып шөге бастағанда, оның орнын толтыру үшін жанағы үш терезе арқылы ортаңғы үстеменің металлы келіп тұрады. Құйма әбден қатып болғанда үстеменің ішіндегі металл өзгеріс сұйық күйін сақтайды да, біраз уақыттан кейін өзі шөге бастайды. Ақыр соңында шөгу қуысы тек қана үстеменің үстіңгі жағына шығады. Жоғарыдағы 4 суреттен дәл осы үрдістің нәтижесін көреміз.

Алдындағы үстеменің жалпы массасы 740 г болғанда ұсынылып отырған жаңа технологиядағы үстеменің массасы 370 г болып шықты (1 кесте). Демек үстеменің көлемін (массасын) 2 есе азайтуға қол жетіп отыр. Ал, өзекше материалынан үнемделген шығын көлемі 20...30 % құрайды.

1 кесте – Технологиялардың шығындарын салыстыру

Өндірістегі технология	Жаңа технология
 <p>өстеменің қалдықтары</p> <p>өзекше стержень</p> <p><math>m = 2120 \text{ г};</math> <math>v = 680 \text{ см}^3</math></p>	 <p><math>m = 1670 \text{ г};</math> <math>v = 540 \text{ см}^3</math></p>
 <p>Үстеменің металлы:</p> <p><math>m = 740 \text{ г}</math> <math>v = 280 \text{ см}^3</math></p>	 <p>Үстеменің металлы:</p> <p><math>m = 370 \text{ г}</math> <math>v = 140 \text{ см}^3</math></p>
 <p>Өзекшеге кеткен қоспа:</p> <p><math>m = 1014 \text{ г}</math> <math>v = 634 \text{ см}^3</math></p>	 <p>Өзекшеге кеткен қоспа:</p> <p><math>m = 790 \text{ г}</math> <math>v = 494 \text{ см}^3</math></p>

Кеңінен қарастырғанда, ұсынылып отырған жаңа технология шөгу үрдісіне аса бейім металдардан массасы үлкен құймаларды құйып жасағанда айтарлықтай қомақты пайда әкелетініне көз жеткізу қиын емес.

1 Трухов, А. П. Технология литейного производства: Литье в песчаные формы – М. : Академия, 2005. – 528 с.

Материал 10.04.14 баспаға түсті.

*E. H. Madeniev, A. Zh. Boranbaev, B. M. Tauova, M. M. Suyundikov, N. K. Kulymbaev, M. Zh. Tusupbekova, D. P. Absolyamova*

**Экономически эффективная технология литья**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар  
Материал поступил в редакцию 10.04.14.

*E. Madeniev, A. Boranbaev, B. Tauova, M. Suyundikov, N. Kulymbaev, M. Tusipbekova, D. Absolyamova*

**Economically effective technology of casting**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.04.14.

*В настоящей статье авторы сравнивают различные типы лопастей как по форме, так и по их относительной площади с целью выявления оптимальных конструктивных параметров обеспечивающих максимальную эффективность работы ветроагрегата «АВЭУ6-4М».*

*In the article the authors compare the different types of blades in both the due form and on their relative area with an aim of exposure of optimal structural parameters providing maximal efficiency of work of the wind turbine «АВЭУ6-4М».*

УДК 666.973

**В. Г. Никифорова<sup>1</sup>, А. А. Айдарханова<sup>2</sup>, В. В. Никифоров<sup>3</sup>,  
Р. Н. Сулейменова<sup>3</sup>, А. Г. Нарханова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>к.т.н., ассоциированный профессор (доцент), <sup>2</sup>магистрант, <sup>3</sup>студенты, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ВЛИЯНИЕ ОМАГНИЧЕННОЙ ВОДЫ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ**

*В статье рассмотрен механизм осаждения и структурообразования цементно-шлаковых систем в обычной и омагниченной воде.*

В современных условиях усиливается острота проблемы утилизации золошлаковых материалов, получаемых в результате сжигания углей тепловых электростанций. Их накопление в возрастающих объемах приводит к стремительному

росту экологических, социальных и экономических издержек из-за крайне низкого уровня утилизации. Вместе с тем, по своему физико-химическому и агрегатному составу эти материалы являются уникальным ресурсом, который может найти полезное использование в различных отраслях экономики с получением значительного социального и эколого-экономического эффектов.

Применение промышленных отходов позволяет на 10-30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений достигает 35-50 %.

Для изучения процесса структурообразования цементно-шлаковых систем использовали седиментационный метод. Были исследованы составы на основе цемента при В/Ц = 0,8; 1,0 и 1,2. При этом часть опытов была проведена на обычной воде, а часть на магнитной. Результаты опытов представлены в виде графиков на рисунке 1.

Магнитную обработку воды при изготовлении бетонов стали применять в промышленности с целью улучшения свойств смесей, которые оказывают непосредственное влияние на качество бетона. Установлено [1], что магнитная обработка воды ускоряет процесс твердения и повышает прочность бетона, но механизм структурообразования под действием магнитной воды еще изучен недостаточно, тем более в цементно-шлаковых и цементно-зольных системах.

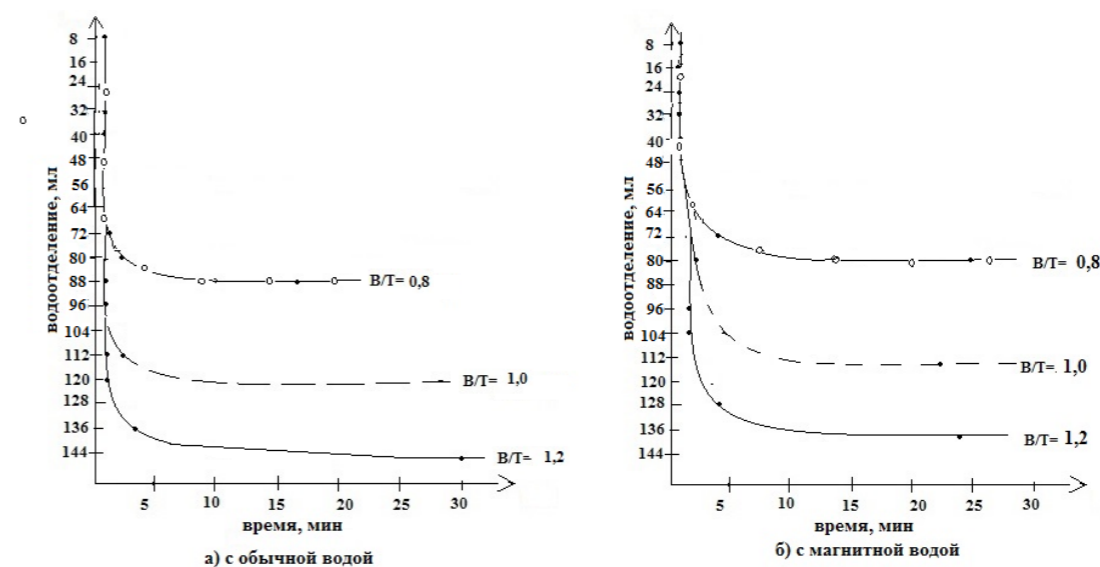


Рисунок 1 – Механизм осаждения цементно-шлаковых систем

Условно процесс осаждения можно разделить на три периода: период постоянного осаждения; переходный период; период уплотнения осадка.

Нами установлено, что на продолжительность осаждения вид воды существенного влияния не оказал, но изменилась кинетика осаждения. Например, продолжительность второго периода увеличилась примерно в два раза при использовании магнитной воды. Таким образом, когда протекает процесс чистого



осаждения, а частицы твердого вещества не связаны еще между собой, то вода не проявляет заметного влияния на этот процесс.

В то же время, когда возникают первые связи между осаждающимися частицами, т.е. происходит их “слипание” в агрегатные структуры и начинается процесс гидратации цемента, качество протекающих процессов резко меняется. Причем, количество воды в системе при сравнении графиков влияния на кинетику седиментации не оказало. Установлено, что при использовании магнитной воды объем отделившейся воды меньше, т.е. ее большее количество удерживается осадком.

Кроме этого, нами было изучено влияние вида воды на формирование структуры осадка. Результаты представлены на рисунке 2.

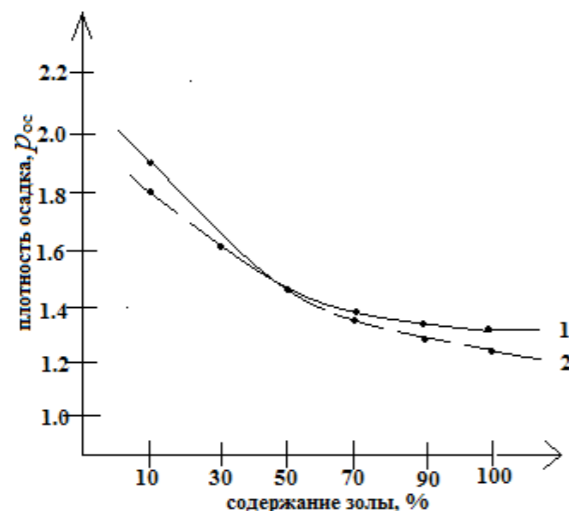


Рисунок 2 – Зависимость плотности осадка от содержания золы в цементной суспензии  
1 – обычная вода; 2 – магнитная вода

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что при использовании магнитной воды снижается плотность образующего осадка в суспензии примерно на 10 %, по сравнению с суспензиями, приготовленными на обычной воде, т.е. осадок становится более рыхлым. По нашим представлениям это может быть связано с образованием большого количества агрегированных структур – флоккул. Агрегирование может быть вызвано химией протекающих процессов, когда заряженные частицы воды начинают реагировать с тонкодисперсными частицами цемента и золы совсем по другому механизму в отличие от обычной воды. Существуют и другие причины, конкретика которых будет исследоваться в дальнейших работах.

Кроме этого, установлено, что при увеличении содержания золы резко снижается, более чем на 30 %, плотность образующегося осадка – с 1,9 г/см<sup>3</sup> при содержании золы 10 % до 1,3 г/см<sup>3</sup> при содержании золы 90 %. Введение золы способствует возникновению коагуляционных структур и препятствует сближению частиц цемента и золы. Возникает пространственная сетка, в

которой увеличивается количество воды, не связанной молекулярными силами и механически удерживаемой твердыми частицами в ячейках структуры. Таким образом, можно сделать первый вывод о том, что введение золы в состав цементных систем при использовании магнитной воды не оказало положительного влияния на качество образующегося осадка, т.е. плотность заметно уменьшилась, пористость увеличилась, а, следовательно, структура ухудшилась.

В то же время, если заменить часть цемента золой, уменьшить количество воды и при этом использовать магнитную воду, то можно получить смеси с прежней подвижностью, т.е. магнитная вода в этом случае оказывает пластифицирующий эффект.

По результатам работы было установлено, что при водотвердом отношении равном 1,2 с увеличением содержания золы в цементно-зольной системе относительный объем осадка уменьшается примерно в три раза, и при использовании магнитной воды вместо обычной, характер кривой практически не меняется. При водотвердом отношении равном 1,0 с увеличением количества золы относительный объем осадка и характер кривой практически не изменились, хотя отмечена тенденция к уменьшению объема. Отмечено также, что при более низких водотвердых отношениях объем осадка увеличивается. Объяснить это можно образованием крупных флоккул, которые «захватывают» в межзерное пространство большее количество воды. Кроме этого, осаждение при высоких водотвердых отношениях протекает дольше, а процесс седиментации – более полно, если условно принять, что зерна цемента еще не начали гидратироваться и гидратные новообразования не начали свое воздействие на формирование структуры осадка. При низких водотвердых отношениях кроме «чистой» седиментации практически сразу начинается фильтрация воды через осевший слой и уплотнение этого слоя. В свою очередь уплотнение происходит медленно из-за образовавшихся флоккул. Влияние магнитной воды отмечено только при низких водотвердых отношениях, а исследование химической кинетики этого процесса требует дальнейшей работы.

Таким образом, можно отметить, что количество введенной золы в цементные системы оказывает существенное влияние на формирование структуры цементных систем, причем до 50 %-ного содержания золы, по сравнению с составом из чистого цемента, пористость и плотность осадков остается практически прежней, а магнитная вода оказывает влияние при низких водотвердых отношениях. Введение до 50 % золы в цементные системы позволит экономить на дорогостоящем вяжущем, хотя для уточнения этого показателя требуется проведение испытаний на бетонах.

Решая эти вопросы, кроме экологических проблем утилизации зол, можно изменять структуру и составы бетонных смесей за счет применения магнитной воды, частично заменяя химические добавки.

Таким образом, проделанная работа позволяет нам сделать вывод, что магнитная обработка воды затворения цементно-золошлаковых смесей изменяет процесс структурообразования и дает информацию для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гульков, А. Н., Заславский, Ю. А., Ступаченко, П. П. Применение магнитной обработки воды на предприятиях Дальнего Востока. – Владивосток : Изд-во Дальневосточного университета, 2000 – 134 с.

2 Иванов, И. А. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. – М. : ИАСВ, 2004 – 234 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*В. Г. Никифорова, А. А. Айдарханова, В. В. Никифоров, Р. Н. Сулейменова, А. Г. Нарханова*  
**Магниттік судың цемент құрамының құрылуына әсер етуі**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
 Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*V. G. Nikiforova, A. A. Aydarkhanova, V. V. Nikiforov, R. N. Suleymenova, A. G. Narkhanova*  
**Influence of magnetic water on the structure of cement systems**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
 Material received on 10.06.14.

*Мақалада қалдықты цемент жүйесіне қалыпты және магнитті судың структуралық құрылымы мен тұңба механизмі туралы қарастырылған.*

*The article describes the deposition mechanism and the structure of cement-slag systems in normal and magnetized water.*

УДК 620.91.001.51

**С. М. Нуркимбаев, И. А. Шумейко**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВОГО КОЛЕСА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ МОДЕЛИ АВЭУ6-4М НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*В настоящей статье авторы сравнивают различные типы лопастей как по форме, так и по их относительной площади с целью выявления оптимальных конструктивных параметров обеспечивающих максимальную эффективность работы ветроагрегата «АВЭУ6-4М».*

Наблюдение за действующими ветроэнергетическими установками, в основном кустарного производства, в некоторых селах Лебяжинского района Павлодарской области показали их низкую эффективность и неустойчивость к ураганным порывам ветра. Установленная на одном из отгонных пастбищ ветроэнергетическая установка модели АВЭУ6-4м мощностью 4 кВт (рисунок 1),

ранее выпускавшаяся АО «Павлодарский машиностроительный завод», находится не в рабочем состоянии: выведено из строя двухлопастное ветровое колесо в результате воздействия ураганного порыва ветра, не работает механизм ориентации навстречу воздушному потоку. В период до выхода из строя установка АВЭУ6-4М при очень больших габаритах (диаметр ветрового колеса 6 м, высота мачты около 15 м) начинала свою работу при скорости воздушного потока не менее 3,5 м/с развивая при этом значительно более низкую мощность по отношению к номинальной.



Рисунок 1 – АВЭУ6-4М на отгоне в Лебяжинском районе

Потребность же в высокоэффективных ветроэнергетических установках, особенно на отгонных пастбищах, крестьянских подворьях и в других отдаленных от линий электропередач точках, очень высокая.

Целью настоящей работы является создание ветрового колеса (далее ВК) на базе ветроэнергетической установки модели АВЭУ6-4М, которое обеспечило бы значительное повышение эффективности по моменту, частоте вращения и мощности при общем снижении диаметра ВК и высоты мачты с использованием метода регулирования частоты вращения ВК применяемого в старом варианте. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующее задачи:

1. Разработать копию конструкции ВЭУ АВЭУ6-4М с сохранением механизма автоматического регулирования угла атаки лопастей и, соответственно, частоты вращения ВК№.

2. Разработать и изготовить аэродинамическую трубу диаметром соответствующим диаметру ВК модели-копии АВЭУ6-4М.

3. Выполнить экспериментальные исследования зависимостей момента (М), частоты вращения (n), мощности (N) от входных конструктивных параметров, а именно:

– оценить значение  $M$ ,  $n$  и  $N$  ВК с лопастями-копиями модели АВЭУ6–4М для числа лопастей равного двум, трем и четырем;

– оценить значение  $M$ ,  $n$  и  $N$  ВК с лопастями из листовой стали для различной относительной площади лопасти и различного числа лопастей, а также различной формы лопастей во фронтальной плоскости.

Разработана и изготовлена модель-копия ветроэнергетической установки АВЭУ6–4М в масштабе 1:4. Диаметр по концам лопастей оказался равным 1,6 м. Исследования выполнялись с помощью аэродинамической трубы, обеспечивающей постоянную скорость воздушного потока равную 3,5 м/с на выходе трубы. Момент измерялся с помощью специального тормозного устройства предусмотренного в модели-копии АВЭУ6–4М с предварительным получением тарировочного графика. Частота вращения определялась с помощью электронного тахометра. Мощность определялась как произведение момента на угловую скорость по формуле

$$N = M \cdot \frac{\pi n}{30}, \text{ Вт}$$

Как видно из полученных графических зависимостей  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки (рисунки 2-4) момент растет с увеличением угла с  $7^\circ$  до  $23^\circ$ , а именно: на 31 % для двухлопастного ветроколеса (ВК), на 20 % для трехлопастного ВК и на 16 % для четырехлопастного ВК. Частота вращения падает на 7 % для двухлопастного, на 4,7 % для трехлопастного и на 4,6 % для четырехлопастного ВК. Мощность также растет с увеличением угла атаки: для двухлопастного ВК на 26 %, для трехлопастного на 16 % и для четырехлопастного ВК на 16 %. Исходя из вышеизложенного наиболее оптимальным углом атаки является угол равный  $23^\circ$ . Дальнейшее увеличение угла атаки приведет к более значительным потерям по частоте вращения.

С увеличением числа лопастей для наиболее оптимального угла атаки ( $\alpha = 22^\circ$ - $23^\circ$ ) частота вращения ВК незначительно падает: на 3,8 % при переходе с двух- на трехлопастное и на 4,6 % при переходе с двух- на четырех лопастное ВК. Момент и мощность при этом значительно возрастают: момент возрастает на 27 % при переходе с двух- на трехлопастное ВК и на 36 % при переходе с трех- на четырехлопастное ВК. По мощности трехлопастное колесо эффективнее двухлопастного на 25 %, а четырехлопастное ВК эффективнее по мощности трехлопастного ВК на 10 %. Таким образом, в случае необходимости выбора ВК по числу лопастей-копий АВЭУ6-4М конструкции ВК целесообразно остановить выбор на четырехлопастном ВК.

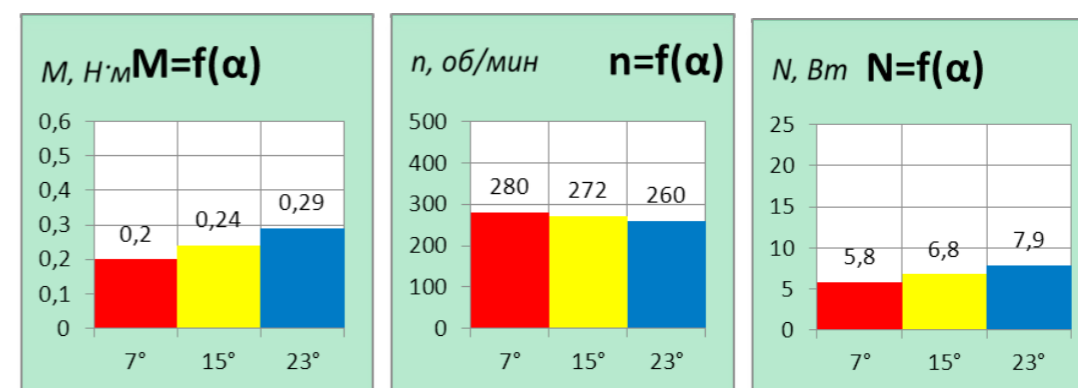


Рисунок 2 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей – копиями равным двум

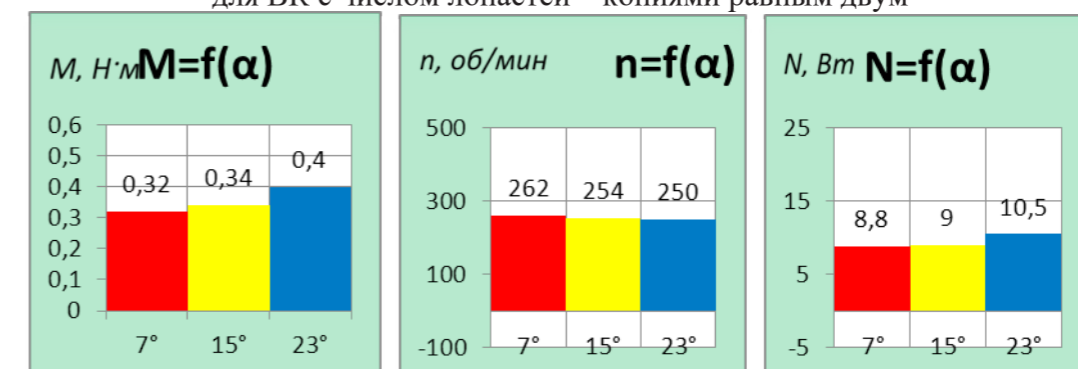


Рисунок 3 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей – копиями равным трем

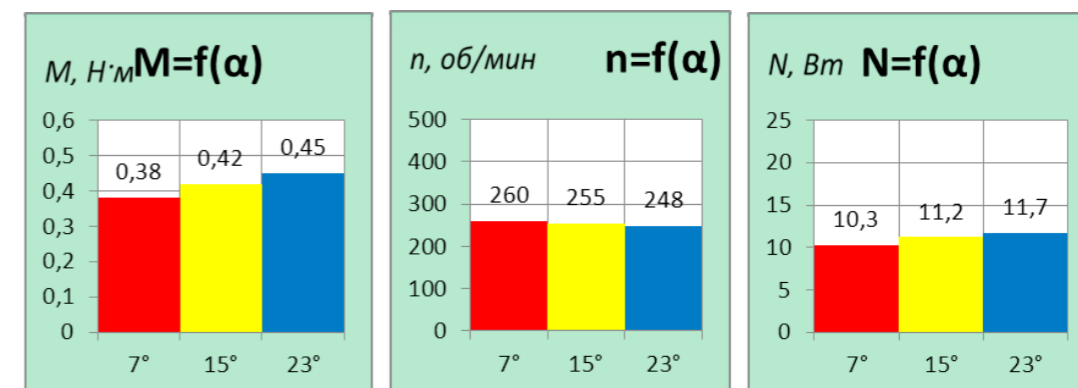


Рисунок 4 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей – копиями равным четырем

Значения  $M$ ,  $n$  и  $N$  при использовании центробежного механизма регулирования угла атаки практически не изменились, что говорит о недостаточной частоте вращения ВК для данных условий.



Однако сравнительно низкая эффективность исследованного ВК с традиционной формой лопасти во фронтальной плоскости с аэродинамическим профилем в поперечном сечении и очень малой относительной площадью вызвала необходимость поиска конструкции лопастей, которая при меньшем диаметре ВК обеспечила бы повышение эффективности по  $M$ ,  $n$  и  $N$ .

Исследовались  $M$ ,  $n$  и  $N$  развиваемые ВК с лопастями из листовой стали трапецеидальной формы во фронтальной плоскости с переменной вогнутостью  $k$  (рисунок 5)

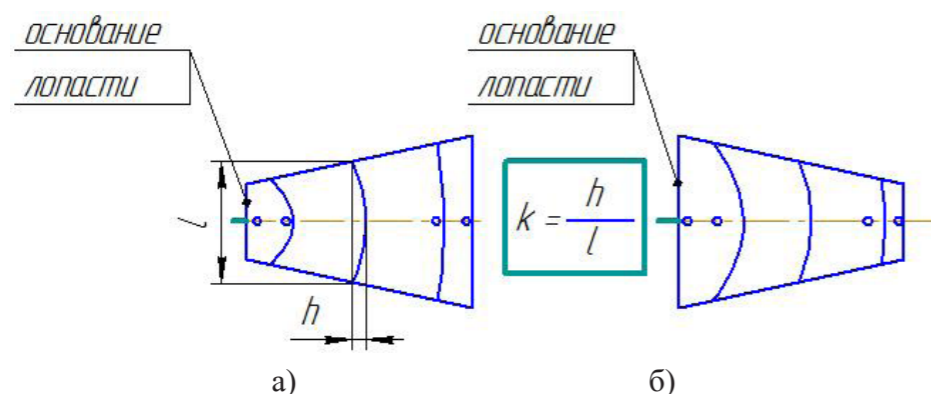


Рисунок 5 – Лопасти из листовой стали трапецеидальной формы

К периферийной части лопасти вогнутость уменьшается. Такие лопасти, как показали исследования [6], повышают эффективность по всем параметрам на 20-25 % по сравнению с лопастями с постоянной вогнутостью. Причем в процессе исследований менялось положение основания лопасти: за основание принималось меньшее основание трапеции (рисунок 5, а) и большее основание трапеции (рисунок 5, б).

Экспериментальные исследования зависимостей  $M$ ,  $n$  и  $N$  от конструктивных параметров выполнялись в следующей последовательности:

1. ВК с числом лопастей  $i = 2$ , основание лопасти – меньшее основание трапеции, углы атаки фиксированные ( $7^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $23^\circ$ ); менялась относительная площадь лопасти (отношение площади лопасти к омываемой воздушным потоком полезной площади ВК):  $S_1 = 0,02$ ,  $S_2 = 0,032$ ,  $S_3 = 0,041$ .

2. Для наиболее оптимального значения относительной площади оценивалось значение  $M$ ,  $n$  и  $N$  для ВК с тремя и четырьмя лопастями.

3. Для наиболее оптимального значения относительной площади оценивались значения  $M$ ,  $n$  и  $N$  для ВК с двумя, тремя лопастями, но с основанием лопасти соответствующего большему основанию трапеции.

4. Для ВК обеспечивающего максимальную эффективность выполнены исследования зависимости  $M$ ,  $n$  и  $N$  с использованием механизмов поворота лопастей. Результаты исследований представлены в виде графиков зависимости  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки, относительной площади, числа лопастей (рисунки 6-8).

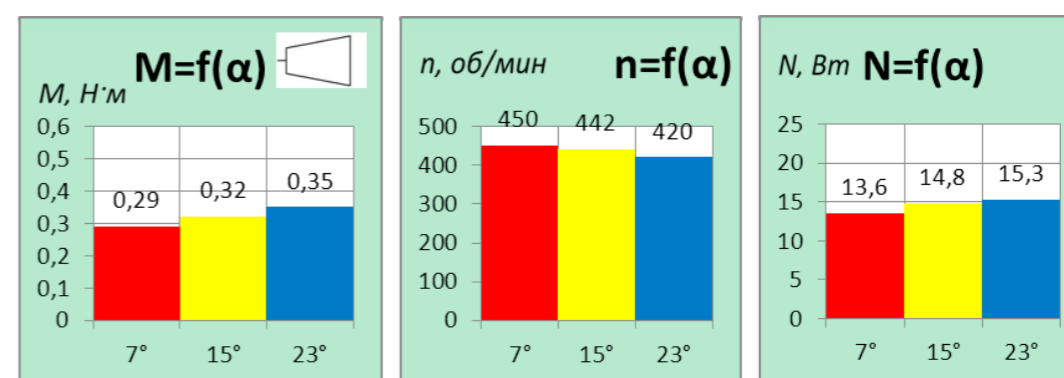


Рисунок 6 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей равным двум с относительной площадью – 0,020

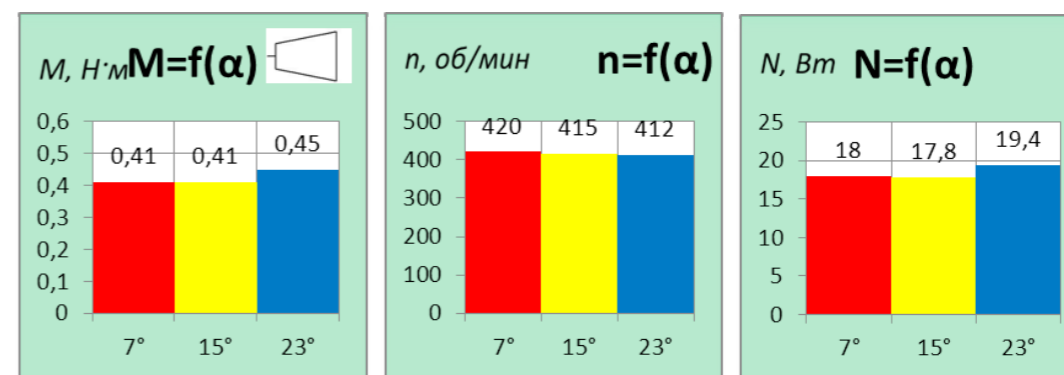


Рисунок 7 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей равным двум с относительной площадью – 0,032

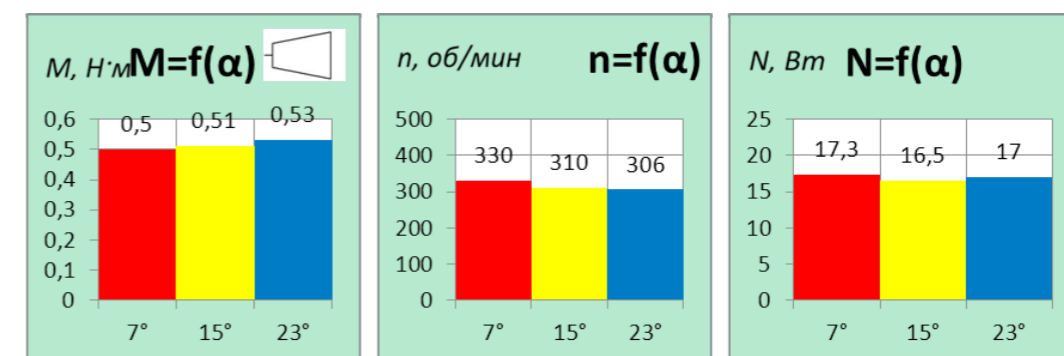


Рисунок 8 – Зависимость  $M$ ,  $n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей равным двум с относительной площадью – 0,041

Из приведенных графиков видно, что наиболее оптимальным углом атаки является угол равный  $23^\circ$ . Поэтому все сравнительные оценки по  $M$ ,  $n$  и  $N$  выполнялись для этого угла.

С увеличением относительной площади с  $S_1 = 0,02$  до  $S_2 = 0,032$  (рисунки 6 и 7) для ВК с двумя лопастями момент возрастает на 22 %, частота вращения падает на 1,9 %, мощность растет на 21 %, с  $S_2 = 0,032$  до  $S_3 = 0,041$  момент возрастает на 15 %, частота вращения падает на 26 % и мощность также падает на 12 %. Таким образом оптимальным значением относительной площади является значение равное  $S_2 = 0,032$ .

Для ВК с этим значением относительной площади выполнено сравнение  $M, n$  и  $N$  для ВК с тремя и четырьмя лопастями (рисунки 9 и 10). Момент, развиваемый трехлопастным ВК на 41 % больше момента развиваемого двухлопастным ВК, частота вращения трехлопастного ВК на 2 % ниже двухлопастного и мощность на 12 % больше мощности развиваемым трехлопастным ВК.

Четырехлопастное ВК развивает момент на 17 % больше трехлопастного, частота вращения его на 2 % ниже и мощность на 16 % выше. Следовательно, наиболее эффективным является ВК с числом лопастей  $i = 4$ , относительной площадью  $S_2 = 0,032$ , трапецидальной формы из листовой стали с переменной вогнутостью.

Значения  $M, n$  и  $N$  оценивались для двух-, трех- и четырехлопастных колес с основанием со стороны большего основания трапеции. Результаты исследований незначительно отличаются от ранее полученных для ВК с основанием меньшего основания трапеции.

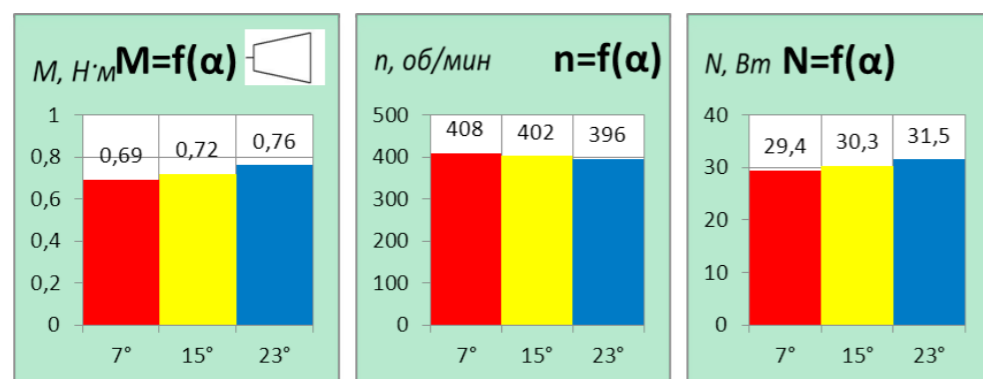


Рисунок 9 – Зависимость  $M, n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей равным трем и относительной площадью – 0,032

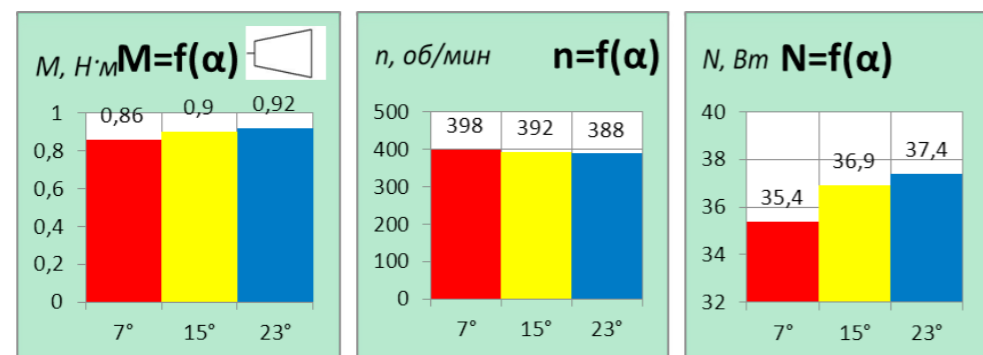


Рисунок 10 – Зависимость  $M, n$  и  $N$  от угла атаки для ВК с числом лопастей равным четырем и относительной площадью – 0,032

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Дорошин, Г. А.** Перспективы использования ветроэнергетики в Казахстане. Доклад. В рамках проекта «Проект Программы развития ООН и Правительства Казахстана «Казахстан – инициатива развития рынка ветроэнергетики». – Алматы, 2006.
- 2 **Шефтер, Я. И.** Использование энергии ветра. – М. : «Энергия», 1983. – 201 с.
- 3 **Ордабаев, М. Е., Шумейко, И. А., Коваль, Ю. А.** «Исследование момента, частоты вращения ветрового колеса и мощности на валу в зависимости от числа, формы лопастей и угла атаки». – Алматы, 2011. – 5 с.
- 4 **Шумейко, И. А., Нуркимбаев, С. М.** «Повышение эффективности маломощных ветровых электрических установок». – Praha, Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2013. – 7 с.
- 5 **Шумейко, И. А., Нуркимбаев, С. М., Христордов, А. А.** Выбор оптимального варианта формы и относительной площади лопасти ветрового колеса ветроводоподъемной установки на основе моделирования. – «Наука и техника Казахстана». – № 1-2, 2013. – 8 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*С. М. Нуркимбаев, И. А. Шумейко*  
**Модельдеу негізінде «АВЭУ6-4М» моделінің желді энергетикалық желдік дөңгелегін құрудың тиімді конструктивті өлшемдерін табу**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
 Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*S. M. Nurkimbayev, I. A. Shumeiko*  
**Choice of the optimal structural parameters of the wind wheel of the wind turbine «АВЭУ6-4М» on the basis of design**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
 Material received on 10.06.14.

*Авторлар бұл мақалада «АВЭУ6-4М» қондырлығының жұмысының максималды тиімділігін қамтамасыз ету мақсатында оңтайлы конструктивтік пішіндерін анықтау үшін аудан жағына қатысты және де әр түрлі типті қалықтардың пішінін салыстыру арқылы жүзеге асырады.*

*In the article the authors compare the different types of blades in both the due form and on their relative area with an aim of exposure of the optimal structural parameters providing maximal efficiency of work of the wind turbine «АВЭУ6-4М».*

**А. С. Смагулова**

магистрант, специальность 6М071100 «Геодезия», Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

**РАЗРАБОТКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ**

*В данной научной статье рассматриваются разработка проектирования геодезических работ при изысканиях. В том числе в статье приводятся результаты геодезического обеспечения строительства.*

Для составления карт и планов, решения геодезических задач, в том числе геодезического обеспечения строительства, на поверхности Земли располагают ряд точек, связанных между собой единой системой координат. Эти точки маркируют на поверхности Земли или в зданиях и сооружениях центрами (знаками). Совокупность закрепляемых на местности или зданиях точек (пунктов), положение которых определено в единой системе координат, называют геодезическими сетями.

Принцип построения плановых геодезических сетей заключается в следующем. На местности выбирают точки, взаимное положение которых представляется в виде геометрических фигур: треугольников, четырехугольников, ломаных линий и т.д. Причем точки выбирают с таким расчетом, чтобы некоторые элементы фигур (стороны, углы) можно было бы непосредственно измерить, а все другие элементы вычислить по данным измерений. Например, в треугольнике достаточно измерить одну сторону и три угла (один для контроля правильности измерений) или две стороны и два угла (один для контроля правильности измерений), а остальные стороны и углы вычислить. Для вычисления плановых координат вершин выбранных точек необходимо кроме элементов геометрических фигур знать еще дирекционный угол стороны одной из фигур и координаты одной из вершин.

Основная задача инженерно-геодезических изысканий при проектировании сооружений линейного типа независимо от их назначения сводится к определению на местности положения оси сооружения (железнодорожной дороги) в плане и по высоте.

Разнообразие видов сооружений этого типа и их эксплуатационные и конструктивные особенности обуславливают некоторую специфику инженерно-геодезических изысканий в каждом отдельном случае. Наиболее полной по объему и одновременно наиболее типичной является программа геодезических работ применительно к дорожным изысканиям; сущность ее сводится к следующему.

Вначале на карте мелкого масштаба выполняют камеральное трассирование дороги, т.е. намечают в первом приближении наиболее целесообразное ее направление.

Для этого возможные варианты трассы изучают, затем на планах более крупного масштаба (1:5000-1:10000) и выбирают оптимальный вариант. Обычно трассу приходится проектировать, обходя различные препятствия – жилые

кварталы и ценные земли, болота, обеспечивая мостовой переход в наиболее узком месте реки, уменьшая уклон дороги и т.п.

В процессе полевого трассирования утвержденный вариант трассы переносится на местность по координатам вершин углов поворота или по данным их привязки к местным предметам.

По трассе прокладывается теодолитный ход. Вдоль трассы разбивают пикетаж, для чего от ее начального пункта, называемого нулевым пикетом, последовательно откладывают отрезки по 100м. Концы каждого из них закрепляют деревянными кольями – пикетами, сокращенно обозначаемыми ПК0, ПК1, ПК2 и т.д. При таком счете номер пикета указывает расстояние в сотнях метров, пройденное от начала трассы.

Кроме того, кольями обозначаются точки перегиба скатов, т.е. точки, где меняется уклон местности, а также места пересечения трассы с реками, дорогами, подземными и наземными коммуникациями. Положение каждой из таких точек, называемых плюсовыми, определяется ее расстоянием от ближайшего младшего пикета.

Для обеспечения плавного движения транспорта в местах поворота трассы ее смежные прямые участки сопрягаются кривыми, чаще всего круговыми, т.е. дугами окружностей определенного радиуса. При проходе трассы по косогору с поперечным уклоном более 0,200 на местности разбиваются перпендикулярные к трассе линии – поперечники.

Длины поперечников назначаются в зависимости от ширины дороги. При разбивке поперечника закрепляют кольями его концы, точку пересечения с трассой, а также точки перегиба скатов. Одновременно с разбивкой пикетажа и кривых ведется съемка ситуации прилегающей к трассе местности в полосе шириной по 100м с каждой стороны трассы. Результаты съемки заносятся в пикетажный журнал, в котором трасса изображается условно в выпрямленном виде, а углы поворота указываются стрелками.

Пикетажный журнал ведется в крупном масштабе, например, 1:2000. В случае сложной ситуации и рельефа с большим количеством плюсовых точек применяют более крупный масштаб; для местности с однообразной ситуацией и слабо выраженным рельефом масштаб пикетажного журнала уменьшают.

На завершающем этапе изысканий производится техническое нивелирование трассы в прямом и обратном направлениях. В прямом ходе нивелируются пикеты, плюсовые точки, главные точки кривой и поперечники; в обратном ходе – только пикеты.

Необходимым условием полевого трассирования является привязка трассы к реперам государственного нивелирования.

По данным нивелирного и пикетажного журналов составляется продольный профиль трассы.

В связи с широким внедрением в геодезическое производство электронных методов измерения расстояний для стадии технического проекта предложен новый способ трассирования линейных сооружений, названный беспикетным.



По вынесенной на местность трассе сооружения прокладывается полигонометрический ход, в котором измеряются длины сторон и расстояния между створными знаками, расположенными по трассе через 500 м.

Затем по створу трассы нивелируются одни только створные точки и характерные точки рельефа; расстояние до последних определяют нитяным дальномером зрительной трубы нивелира. Положение и отметки стометровых пикетов определяют графически по профилю, построенному на основе нивелирования створных и плюсовых точек.

В настоящее время развитие аэрофотосъемки и методов ее обработки позволяет сократить сроки изыскательских работ в 2-3 раза. Такое повышение эффективности изысканий обеспечивается заменой полевого трассирования на первой стадии проектирования камеральным трассированием по аэроснимкам на стереоприборах. Используя пространственное изображение местности, на снимках стереопары намечают положение основных пунктов трассы, разбивают пикетаж, кривые, поперечники и определяют отметки всех точек трассы фотограмметрическим нивелированием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Дьяков, Б. Н. Геодезия // М. : Недра, 1993. – 171 с.
- 2 Маслов, А. В., Гордеев, А. В. Геодезия. – М. : Недра, 1988. – 616 с.
- 3 Разумов, О. С. и др. Инженерная геодезия в строительстве. – М. : Высш. шк., 1984. – 151 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*C. A. Смагулова*

**Ізденістер кезіндегі геодезиялық жұмыстарды жобалаудағы өңдеулер**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ.  
Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*A. S. Smagulova*

**Development of designing the geodetic work in prospecting**

L. N. Gumilev Eurasian national university, Astana.  
Material received on 10.06.14.

*Бұл ғылыми мақалада ізденістер кезіндегі геодезиялық жұмыстарды жобалаудағы өңдеулер қарастырылған. Соның ішінде бұл мақалада, құрылысты геодезиялық қамтамасыз етуі көрсетілген.*

*This article discusses the development of the scientific design of geodetic work in prospecting. The article describes the geodesic support construction.*

**М. Р. Суенова, С. Ю. Маркова**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

#### **ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОТБРАКОВКИ БЕЗЭЛЕКТРОДНЫХ ПЬЕЗОМЕТРИЧЕСКИХ ПЛАСТИН ЗАГОТОВОК**

*Статья посвящена вопросам исследования влияния бесконтактных измерений пьезометрических пластин изготовок с применением статистических методов обработки информации.*

При изготовлении малогабаритных фильтров высоких частот (более 5МГц) в современной пьезотехнике широко применяются пьезокерамические резонаторы толщинных колебаний. Основным элементом резонатора является пьезокерамическая пластина – заготовка, поляризованная по толщине. Толщина  $t$  служит частотодающим размером. В процессе изготовления резонатора заготовку шлифуют по толщине, достигая заданной резонансной частоты  $f_p$ . Для контроля этой частоты в процессе шлифования заготовку периодически размещают между накладными электродами измерительного устройства, имитируя таким образом пьезоэлемент, и измеряют его резонансную частоту. Такой метод имеет низкие воспроизводимость и точность результатов измерений [1, 2]. Метод измерения резонансной частоты  $f_p$  с воздушным зазором между заготовкой и накладными электродами дает возможность повысить точность измерения на 2-3 порядка, а также измерить такой параметр, как добротность  $Q$ . Как показали экспериментальные исследования, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) пьезокерамической заготовки, полученная при наличии воздушного зазора между ее поверхностью и накладными электродами, существенно «очищена» от паразитных резонансов по сравнению с АЧХ, полученной при плотном механическом контакте заготовки с накладными электродами.

Ниже приведены результаты исследований, позволяющие установить связь между параметрами заготовки  $f_p$  и  $Q$  и такими параметрами звеньев фильтров, как средняя частота  $f_{cp}$  и вносимое затухание  $a_0$ . Исследования проведены на заготовках звеньев фильтров ФП1П8-3 и ФП1П8-5, подготовленных к нанесению топологии.

Добротность  $Q$  связана с величиной  $\Delta f = f_2 - f_1$  соотношением [2]  $Q = 0,5(f_1 + f_2) / (f_2 - f_1)$ , где  $f_1$  и  $f_2$  равны, соответственно, частотам резонанса  $f_p$  и антирезонанса  $f_a$  имитированного пьезоэлемента, упомянутого выше. Добротность пьезоэлемента  $Q$  на исследуемом типе колебаний, в данном случае толщинном [2], можно оценить, измерив  $\Delta f$ . Для этого партию заготовок для звеньев фильтров ФП1П8-3, подготовленных к нанесению топологии, разделим на три группы:

- 1 группа:  $\Delta f < 25$ кГц
- 2 группа:  $\Delta f = 25-40$ кГц
- 3 группа:  $\Delta f > 40$ кГц.

После нанесения топологии каждая из этих групп была в свою очередь разбракована по  $a_0$  и по полученным результатам построены гистограммы, приведенные на рисунке 1. Из этих гистограмм видно, что с ростом  $Q$  наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению  $a_0$ .

Аналогичные исследования проведены для заготовок фильтров ФП1П8-5. На ранней стадии (доводочном шлифовании) отбраковывались все заготовки, у которых  $\Delta f > 17$  кГц. После нанесения топологии все звенья фильтров этой группы оказались бракованными. Таким образом, при отсутствии разбраковки по  $\Delta f$  получается до 40 % брака, что обнаруживается только на стадии измерения готовых звеньев фильтров.

На операции доводочного шлифования пьезокерамические заготовки шлифуют по толщине, достигая заданной частоты, и определяют среднее значение ее понижения  $\Delta f_p$  по сравнению с заданной средней частотой звеньев фильтров  $f_{cp}$ . По значениям частот  $f_{cp}$  и  $\Delta f_p$  рассчитывают резонансную частоту  $f_p$ , которую обеспечивают шлифованием всей партии заготовок. В то же время вследствие неизбежного разброса электротехнических и упругих свойств заготовок частота  $\Delta f_p$  будет также иметь статистический разброс. Поэтому даже при одинаковых  $f_p$  средняя частота  $f_{cp}$  будет распределена по определенному статистическому закону.

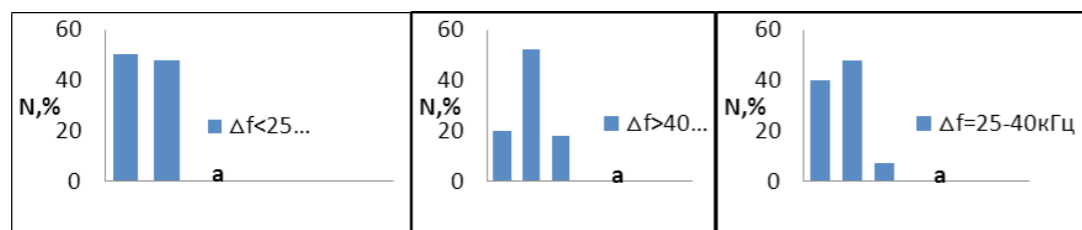


Рисунок 1 – Результаты разбраковки групп заготовок для звеньев фильтров ФП1П8-3 по  $a_0$

На рисунке 2 приведены гистограммы распределения готовых звеньев фильтров ФП1П8-3 по  $f_{cp}$  в зависимости от резонансного промежутка  $\Delta f$  безэлектродных пластин-заготовок.

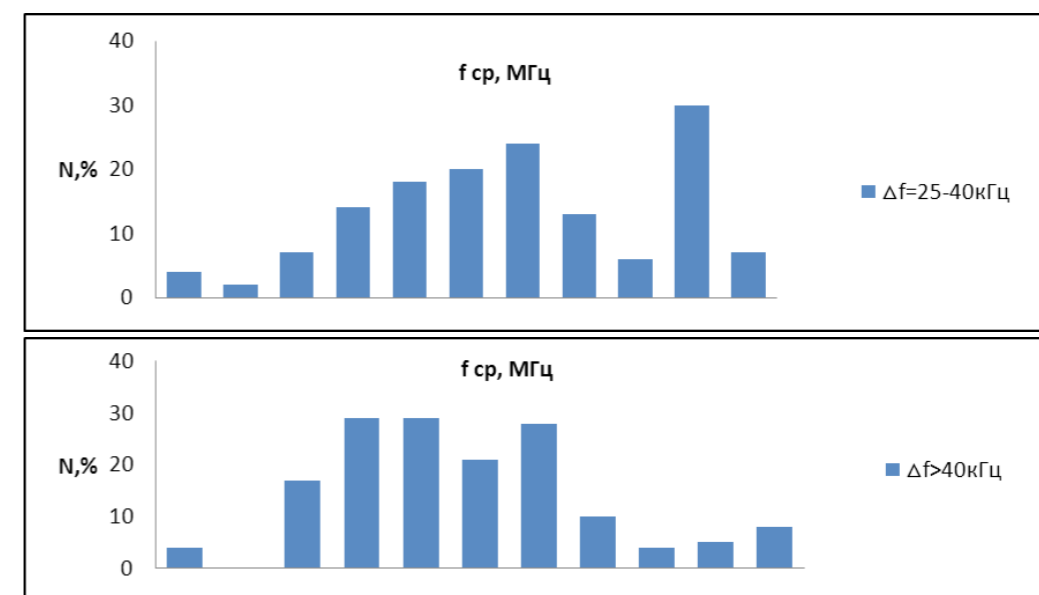
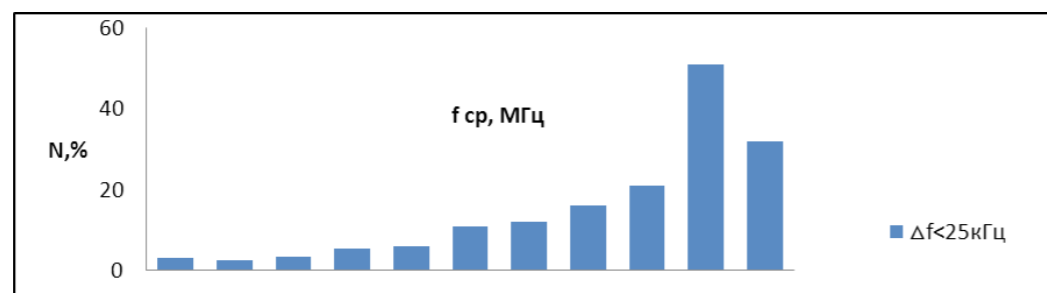


Рисунок 2 – Распределение готовых звеньев фильтров ФП1П8-3 по  $f_{cp}$  в зависимости от резонансного промежутка  $\Delta f$  безэлектродных пластин-заготовок

Заготовки звеньев фильтров были разбракованы по  $\Delta f$  на три группы, как описано выше. В ходе работы, как видно из гистограмм, выявлена устойчивая тенденция к смещению  $f_{cp}$  в сторону увеличения – для случая изготовления звеньев фильтров из заготовок с  $\Delta f < 25$  кГц и, наоборот, в сторону уменьшения – при использовании заготовок с  $\Delta f > 40$  кГц.

Из анализа полученных результатов следует, что разбраковка пьезокерамических заготовок по  $\Delta f$  даже на 2-3 группы и определение  $\Delta f_p$  отдельно для каждой группы позволяет существенно снизить статистический разброс по  $f_{cp}$  и это приведет в условиях производства к снижению процента изделий, забракованных за счет завышения или занижения  $f_{cp}$ .

Таким образом, чем выше добротность заготовок, тем лучше характеристика готовых фильтров по вносимому затуханию  $a_0$ , но тем вероятнее их бракование по  $f_{cp}$ . Использование предложенных экспериментальных приемов позволит в большей степени устранить эти недостатки и повысить процент выхода годных фильтров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Зинченко, В. Н. // Измерительная техника. – 1986. – №5. – С. 40.
- 2 Зинченко, В. Н., Мешкова, Л. В. // Электронная техника. Микроэлектроника. – 1987. – № 3. – С. 36.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*М. Р. Суенова, С. Ю. Маркова*

**Дайындық электродты емес пьезометрикалық тілімдерді ақаулы ету үшін түйіспелі емес өлшемдерді қолдану**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*M. Suenova, S. Markova*

**Application of non-contact measurement for rejection of the electrodeless piezoceramic blank plates**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.06.14.

*Мақала ақпаратты өңдеудің статистикалық әдісін қолдану арқылы пьезометрикалық дайындама пластиналарын контактісіз өлшеу ықпалын зерттеуге арналған.*

*In the article the application of non-contact measurement for rejection of the electrodeless piezoceramic blank plates is considered.*

УДК 621.74.01:004.9

**А. С. Тарасенко, Н. И. Гурбик, М. А. Левенец,  
Р. Р. Литвиненко, С. О. Шамкенова, П. О. Быков**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ ПРОЦЕССОВ В CAE LVMFLOWCV**

*В статье представлены результаты исследований и обработки информации при проектировании литых деталей в CAE LVMFLOWCV для эффективного решения современных методов проектирования в литейном производстве.*

Актуальной задачей развития литейного производства в Казахстане является повышение энергоэффективности, снижение материалоемкости и дальнейшее повышение качества выпускаемой продукции.

Одним из эффективных решений для этого является развитие современных методов проектирования литейных технологий, к которым в первую очередь необходимо отнести применение компьютерных систем моделирования литейных процессов.

Этапы проектирования литейной технологии представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Этапы проектирования изготовления литых деталей с применением компьютерных систем моделирования литейных процессов

Как видно из рисунка, применение компьютерного моделирования позволяет исключить натурные испытания при отработке технологии изготовления, что значительно снижает финансовые и временные затраты и способствует повышению эффективности производства новых литых деталей.

В качестве примера рассмотрим моделирование изготовления отливки «Букса».

Технологические данные решаемого примера:

1 Материал отливки: сталь 20Л.

2 Температура заливки: 1550-1580 °С.

3 Время заливки: 20-25 сек.

4 Формовка в двух опоках по сырому.

5 Плотность формы 85-90 ед.

6 Опоки: 910×610×400(низ)/250(верх) [мм].

7 Формовочная смесь песчано-глинистая состава:

– отработанная горелая земля: 94.0-97.0 %;

– песок кварцевый ГОСТ 2138-91 3-5 К1-2 О3-4 02(025): 3.0-6.0 %;

– суспензия бентонитовая (сверх 100 %) 3.2 %;

Суспензия бентонитовая плотностью 1.10-1.30 г/см, РН = 10,5-12,5;

Активация бентонита производится при приготовлении суспензии отработанным щелочным раствором, с РН = 11,0-12,5.

Свойства формовочной смеси:

– газопроницаемость  $\geq 100$  ед.;

– прочность на сжатие 0,6-0,9 МПа;

– влажность 3,8-4,4 %.

8 Стержень изготавливается по нагреваемой оснастке.

9 Состав стержневой смеси:

– формовочный песок – 100 %;

– композиция фенол-формальдегидной смолы – 2,4-2,6 %;



- пыль от электродуговых печей – 1,0 %;
- FeCl<sub>3</sub> (от веса композиции) – 5,0-5,7 %;
- керосин – 0,05 %.

Состав композиции фенол-формальдегидной смолы:

- фенол-формальдегидная смола по ТУ 6-05-1164-87 – 100 %;
- карбамид по ГОСТ 2081-85.

Свойства стержневой смеси:

- газопроницаемость  $\geq 100$  ед;
- влажность 1,0 – 1,4 %;
- сырая прочность на сжатие  $\leq 0,003$  МПа;
- прочность на растяжение в отвержденном состоянии  $\geq 2$  МПа.

Процесс моделирования можно разбить на несколько шагов:

Шаг 1. Импортировать отливку и литниково-питающую систему в программу LVMFlowCVCV.

Шаг 2. Создать расчетную сетку.

Шаг 3. Задать свойства материалов.

Шаг 4. Задать граничные условия.

Шаг 5. Провести расчет температурных полей.

Шаг 6. Контролировать изменение расчетных параметров.

Все расчетные результаты и в дальнейшем доступны для просмотра в постпроцессорном модуле «Банк паспортов».

На рисунке 2 представлены результаты расчетов по моделированию отливки «Букса». На рисунке 3 представлен результат расчета усадочных дефектов.

Выводы

Из рисунка 3 видно, что в теле отливки наблюдается усадочная пористость, что требует изменения конструкции литниково-питающей системы и повторения расчетов.

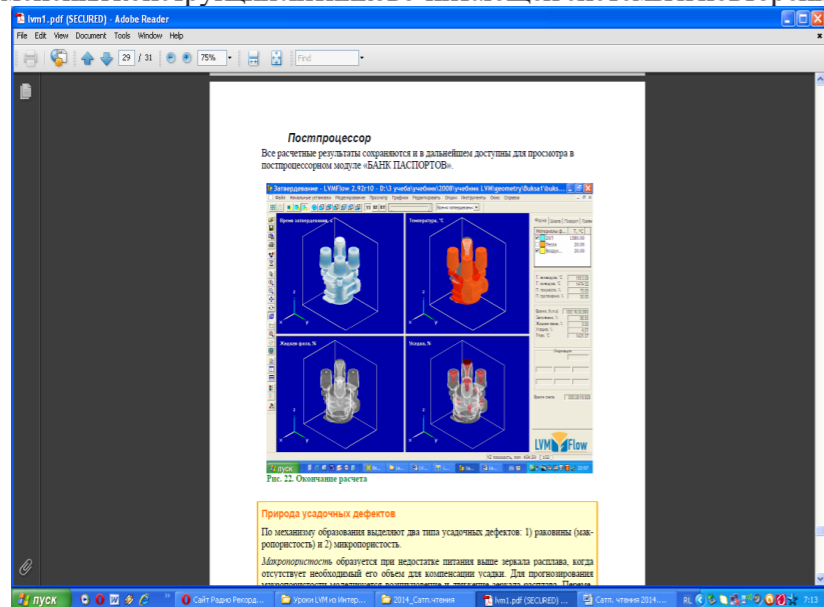


Рисунок 2 – Окончание расчета



Рисунок 3 – Результат расчета усадочных дефектов

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Берлинер, Э. М., Таратынов, О. В. САПР в машиностроении. – М. : Форум, 2011. – 448 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

A. С. Тарасенко, Н. И. Гурбик, М. А. Левенец, Р. Р. Литвиненко, С. О. Шамкенова, П. О. Быков

CAE LVMFlowCV құю үдерісін компьютерлік модельдеу

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 10.06.14 баспаға түсті.

A. Tarasenko, N. Gurbik, M. Levenec, R. Litvinchenko, S. Shamkenova, P. Bykov

Computer simulation of the casting processe in CAE LVMFlowCV

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 10.06.14.

Мақалада құю өндірісіндегі қазіргі жаңа жобалау әдістерін тиімді шешу үшін CAE LVMFlowCV-де құйма бөліктерін жобалау кезіндегі ақпараттың оңделуі және зерттеу нәтижелері ұсынылған

The article presents the results of research and information processing in the design of molded parts in CAE LVMFlowCV for effective solution of the modern design techniques in the casting industry.

УДК 316:314.3

**Е. О. Шакабаев, Г. Д. Кусаинова**

Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана

### **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ**

*В данной научной статье рассматривается техническая характеристика и ход работы современных электронных тахеометров TRIMBLE S06 BLUETOOTH и их применение в области геодезического обеспечения строительства зданий и сооружений, а также при изыскательских работах.*

Известно, что требования к качеству строительной продукции с каждым годом быстро растут. Возрастает и необходимость постоянного повышения общего технического уровня строительных работ, надежности, долговечности, эстетичности, технологичности топографо-геодезического производства. Современный геодезический прибор сегодня – это продукт высоких технологий, объединяющий в себе последние достижения электроники, точной механики, оптики, материаловедения и других наук. А использование спутниковой навигации систем GPS-Глонасс (в том числе и в целях геодезии) – можно смело считать новым достоянием цивилизации.

Конкуренция на международном рынке электронных тахеометров обуславливает их непрерывное совершенствование, заставляя производителей находить все более эффективные решения, упрощать процессы измерений и использовать максимально удобные пользовательские интерфейсы, создавать интегрированные системы, комбинирующие функции компьютеров, тахеометров, спутниковых приемников, инерциальных систем.

Современные тахеометры значительно различаются не только своими техническими характеристиками, конструктивными особенностями, но и прежде всего ориентацией на конкретного пользователя или определенную сферу применения. Поэтому тахеометры можно также классифицировать по их предназначению для решения конкретных задач. Точность и дальность измерений в данном случае уже не играют существенной роли.



Рисунок 1 – Тахеометр Trimble S06 BLUETOOTH

Тахеометр Trimble S6 – один из самых производительных тахеометров в мире. Он позволяет обеспечить проведение практически всех видов топографо-геодезических работ, начиная от развития обоснования и заканчивая разбивочными работами, включая вынос в натуру цифровых моделей поверхностей.

Лазерный дальномер прибора имеет возможность измерений как с использованием призмы, так и без нее. Кроме того, при работе с призмой имеется возможность производить измерения в стандартном режиме и режиме усиленного сигнала, дающего возможность измерений увеличенной дальности.

Тахеометр Trimble S6 имеет встроенный в крепление контроллера на веху активный радиомодем, что дает возможность производить работы в роботизированном режиме. При таком виде работ контроллер крепится на вехе с отражателем, веха устанавливается в точке съемки. Держащий веху исполнитель работ с контроллера подает сигнал по радиоканалу на тахеометр для запуска измерений. Одновременно производится измерение длины линии, вертикальных углов и расстояний. На экран контроллера выводятся не только эти данные с учетом коллимационной ошибки и места нуля, но и горизонтальное проложение, превышение, уклон линии, координаты измеренной точки.

Измерительный блок тахеометра устроен следующим образом. Механический датчик угловой системы встроен в корпус сервомотора. Центральный блок состоит из оптического диска, лазерного излучателя, приемников изображения и сохранения угловых данных, но также и для снабжения серво системы данными для угловых вычислений. Помимо быстрого получения точных углов, система угловых измерения компенсирует следующие ошибки:

- Автоматическая коррекция наклона вертикальной оси.
- Автоматическая коррекция коллимационных ошибок.
- Автоматическая коррекция наклона горизонтальной оси вращения.
- Арифметическое усреднение результатов с целью уменьшения ошибок наведения.

Прибор содержит несколько уникальных технологий:

#### **MagDrive Servo (Серво привод)**

В основе этой технологии лежит принцип использования электромагнитов для транспортных двигателей, аналогичный движению поездов на магнитной подушке, что обеспечивает инструменту самую высокую скорость вращения в мире в сочетании с малым потреблением энергии. Вращение без трения, кроме того, делает вращение прибора практически бесшумным и замедляет износ инструмента.

В сервотехнологии используются три следующих рабочих режима:

Режим движения. Вращение управляется серво винтами или самой системой.

Режим торможения. Привод позволяет вращать прибор вручную

Режим удержания. Привод работает как закрепительный винт для удержания инструмента в неподвижном положении, препятствуя смещениям. Максимальная скорость вращения я инструмента составляет 115 градусов в секунду.

**Sure Point (Точная фиксация точки)**

Тахеометр Trimble S6 удерживает точное наведение, активно корректируя нежелательное воздействие ветра, вибрации, толчков или проседания. Суть технологии заключается в том, что после установки инструмента в рабочее положение на станции, прибор «запоминает» его и корректирует измерения в случае его изменения. Двухосевой компенсатор автоматически исправляет горизонтальные и вертикальные углы отклонений от отвесной линии, вызванных нарушением горизонтирования.

**Target ID (Идентификатор цели)**

Данная технология позволяет инструменту работать с различными отражателями, разной формы, а также характеристиками. В частности, с таким тахеометром могут работать как пассивные отражатели, так и активные, в режиме автоматического слежения за отражателем и активного их поиска. Кроме того, при работе с активным отражателем в роботизированной съемке один тахеометр может работать с 8 активными отражателями, не путая их.

Таблица 1 – Технические характеристики

Trimble S06	
Точность	5»
Автоматический компенсатор	Двухосевой, ±6'
Дальность измерения	2500 м
Точность (СКО) өлшеулердің дәлдігі	±3 мм + 2 ppm
Безотражательный режим	300-400 м
Точность безотражательного режима	2 мм + 2 ppm
Увеличение зрительной трубы	30x
Оптический трегер	Встроенный трегер
Минимальное измеряемое расстояние	2 м
Подсветка сетки нитей	Переменная(10 уровней)
Время работы	Около 6 часов от одной батареи
Вес прибора, кг	5,25
Рабочая температура	от -20°C до + 50°C
Интерфейс связи	USB, последовательный, Bluetooth®7
Дальность при съемке в режиме Robotic (дистанционное наведение) д	500-700 м

*Применение тахеометров TRIMBLE S06 в топографо-геодезических работах*

**Топографическая съемка** – это комплекс работ, выполняемых с целью получения съемочного оригинала топографической карты или плана, а также получение

топографической информации в другой форме. Конечным продуктом при производстве топографической съемки является топографический план местности (геоподоснова).

*Выделяют следующие виды топографических работ:*

Топографическая съемка общего назначения и (или) ее обновление (корректур) масштабов 1:500-1:10000 при ведении инженерных изысканий для строительства, эксплуатации зданий и сооружений, ведении кадастров, межевании земель, проведении других изысканий и специальных работ; рельефа, трёхмерное моделирование растительности и объектов, а также построение векторного плана местности. При этом применяется технология воздушного лазерного сканирования; получение производных материалов аэросъемочных работ в фотографическом и цифровом (электронном) видах. Выполнения при помощи летательных аппаратов самих аэросъемочных работ.

**Инженерно-геодезические изыскания**

Комплекс геодезических работ по изучению и съемки ситуации и рельефа на территории предполагаемого строительства. Включает в себя: создание планово-высотного обоснования, топографическую съемку, построение крупномасштабных планов для снятого участка, составление проекта вертикальной планировки

**Геодезические разбивочные работы**

В состав разбивочных работ входит: построение геодезической разбивочной основы, вынос в натуру главных (основных) осей здания и проектных отметок, детальные разбивочные работы выполняемые на разных стадиях строительства от раскопки котлована до монтажа технологического оборудования.

**Исполнительные съёмки**

По мере возведения зданий для определения планового и высотного положения окончательно установленных конструкций выполняют комплекс геодезических работ, который называют исполнительная геодезическая съемка. Исполнительной съемке подлежат те элементы и части зданий, от правильного положения которых зависит прочность и устойчивость всего сооружения. Точность, принятая при исполнительной съемке, должна быть не ниже точности разбивочных работ.

**Создание геодезических сетей**

Создание, реконструкция, сгущение плановых и высотных геодезических сетей

**Наблюдение за деформациями зданий и сооружений**

Наблюдения за деформациями представляют собой комплекс геодезических измерений по результатам которых выявляют величины деформаций и причины их возникновения, также систематические наблюдения за деформациями своевременно предупреждают о возможных авариях и нарушениях эксплуатационных качеств сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Багратуни, Г. В. и др.** Инженерная геодезия. – М. : Недра, 1984.  
 2 **Авакян, В. В.** Прикладная геодезия. Технология инженерно-геодезических работ. – М., 2012.  
 3 <http://www.rusgeocom.ru/taheometrTrimble S6>



*Е. О. Шакабаев, Г. Д. Кусаинова*

**Геодезиялық жұмыстардағы жаңа технологиялар**

Л. Н. Гумилев атындағы еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ.  
Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*Y. O. Shakabayev, G. D. Kusainova*

**New technologies in geodesy works**

L. N. Gumilev Eurasian National University, Astana.  
Material received on 10.06.14.

*Бұл ғылыми мақалада қазіргі замаңғы TRIMBLE S06 BLUETOOTH электронды тахеометрінің техникалық мінездемесі техникалық мінездеме және жұмыс істеу жүрісі қарастырылады. Оларды ғимараттардың құрылысында, сонымен қатар ізденіс жұмыстары кезіндегі геодезиялық қамтамасыздандыруда қолдануын қарастырады.*

*This article discusses the scientific and technical characteristics of the progress of modern electronic tachometers TRIMBLE S06 BLUETOOTH and their application in the field of geodetic support in the construction of buildings and structures as well as surveying work.*

УДК 669-416.001.5

**С. Е. Шакарова, Е. С. Абдрахманов**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОИЗВОДСТВА ФОЛЬГИ ИЗ АЛЮМИНИЯ**

*В данной статье представлены сведения об эффективности и свойствах алюминиевой фольги для применения фольги в технических сферах, пищевой и бытовой промышленности.*

Алюминий по содержанию в земной коре различных элементов занимает третье после кислорода и кремния, место, а среди металлов он является неоспоримым лидером, достигая, несмотря на малый удельный вес, 8,8 % от массы всех, содержащихся в недрах металлов. Для сравнения в земле содержится 4,2 % железа, 0,003 % меди, а золота – 0,000005 %.

Однако, из-за высокой химической активности, алюминий в природе в свободном состоянии не встречается и присутствует только в виде разнообразных по составу соединений, например, бокситов, глинозема, корунда и т.п. Поэтому вплоть до 1835 года, когда датскому физическому Гансу Эрстеду удалось открыть серию последовательных реакций по восстановлению алюминия из глинозема, этот уникальный по свойствам металл не только не использовался, но и не был известен. Промышленное производство алюминия было освоено лишь в конце XIX века.

«Алюминий – самый распространенный металл на Земле, его доля в земной коре составляет до 8,8 %. Однако вопреки распространенному мнению, алюминиевых рудников в природе не существует. Благодаря своей химической активности алюминий практически не встречается в свободном виде – для промышленного производства подходят лишь немногие из содержащих его минералов и горных пород».

Этот легкий, блестящий, коррозионностойкий, пластичный, легко поддающийся обработке различными способами, металл получил в XX веке очень широкое применение в различных отраслях техники, в том числе в производстве упаковочных материалов.

Для придания алюминиевым сплавам специфических или специальных свойств в алюминий в процессе его производства вводят микродобавки различных металлов. В результате становится возможным, например, с помощью одних добавок повысить коррозионную стойкость сплава, а благодаря другим, улучшить перерабатываемость и повысить пластичность, смачиваемость, устойчивость к высоким температурам (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние добавок на изменение характеристик сплавов алюминия

Присадки в алюминиевом сплаве	Улучшаемые характеристики
Марганец и магний (Mn + Mg)	Прочность и формуемость
Магний и кремний (Mg + Si)	Коррозионная стойкость
Медь и цинк (Cu + Zn)	Прочность
Хром и марганец (Cr + Mn)	Однородность структуры
Хром и титан (Cr + Ti)	Однородность структуры
Железо и кремний (Fe + Si)	Качество поверхности изделий
Магний, кремний и медь (Mg + Si + Cu)	Предел текучести
Магний, литий и медь (Mg + Li + Cu)	Предел текучести
Магний, цинк и медь (Mg + Zn + Cu)	Предел текучести

Процесс производства алюминия включает в себя добычу бокситов, их переработку в глинозем и последующее производство алюминия. Ограниченный доступ к коммерчески извлекаемым запасам бокситов и истощение руд являются основным ограничением для развития алюминиевой отрасли.

Фольга (ср. лат. Fulgur – молния, т. е. блестящая) – металлическая «бумага», тонкий (толщиной от 0,001 до 0,5 мм; в большинстве стран – до 0,2 мм) и гибкий металлический лист, например из алюминия, стали, олова, серебра или золота. Измерение толщины фольги микрометром.

Для тонкой фольги из олова и оловянных сплавов используют термин станиоль.

Очень тонкая золотая фольга называется сусальным золотом. Золотая фольга считается самой тонкой фольгой. Её толщина составляет 0,00001 мм.

Долгое время в качестве упаковочного средства использовались оловянная фольга или жёсть, покрытая оловом. Однако эти материалы были слишком жестки, не обладали должной пластичностью. Развитие массового производства алюминия помогло решить проблему упаковочных средств.

В 1910 году швейцарцами была разработана методика непрерывного проката этого металла, что позволило создать алюминиевую фольгу, обладающую исключительными эксплуатационными свойствами. Интересную идею тут же подхватили «вездесущие» американцы. Спустя три года жевательную резинку и конфеты ведущие компании США упаковывали уже именно в алюминиевую фольгу.

Последующее развитие инновационной технологии сводилось к тому, что усовершенствовались производственные приемы и оборудование, улучшались качества новой фольги. Ее научились окрашивать, лакировать и ламинировать, на нее стали наносить печатные изображения.

#### **Производство алюминиевой фольги**

В настоящее время алюминиевая фольга является крайне востребованной продукцией в промышленной, торговой и бытовой сфере. Ее получают методом последовательного многократного холодного проката алюминия и его различных сплавов. Металл пропускают сквозь специальные стальные валы, расстояние между которыми на каждом последующем этапе уменьшается.

Чтобы получить сверхтонкую фольгу, на производстве прокатывают сразу два металлических полотна, отделенные друг от друга особой смазывающе-охлаждающей жидкостью. Конечный продукт имеет некоторую специфику. В частности, одна сторона фольги получается блестящей, а другая – матовой. Во многих случаях готовую продукцию подвергают высокотемпературному отжигу, в результате чего она становится практически стерильной.

Толщина фольги варьируется в пределах от 0,006 мм до 0,2 мм.



Рисунок 1

#### **Свойства и преимущества фольги**

Уникальное сочетание свойств алюминиевой фольги – непроницаемость, легкость, прочность, пищевая безопасность и экологичность – позволили ей стать одним из самых востребованных упаковочных материалов на мировом рынке, применяемых во множестве отраслей - от упаковки пищевых продуктов до изоляции зданий.

- Высокая эстетичность;
- Непроницаемость для водяных паров, кислорода, газов за счет плотной и упорядоченной атомной сетки макромолекул, что расширяет возможности, а также улучшает условия хранения различных товаров;
- Отличную сопротивляемость коррозии благодаря присутствию на поверхности фольги естественной оксидной пленки, предотвращающей разрушительное воздействие химически активной среды;
- Гигиеничность, экологическую чистоту, что исключает проникновение в продукты посторонних запахов, воды, болезнетворных микробов;
- Инертность к любым пищевым продуктам, лекарствам, косметике;
- Способность принимать нужную форму и сохранять ее за счет изгибания или складывания фольги;
- Полную непрозрачность, что важно при хранении целого ряда продуктов;
- Отсутствие статического электричества, что облегчает работу с фольгой на упаковочном оборудовании;
- Устойчивость к воздействию высоких температур, благодаря чему фольга из алюминия хорошо поддается пайке без деформации и плавления;
- Высокую электропроводность;
- Великолепное светоотражение.

#### **Разновидности алюминиевой фольги и их использование**

В настоящее время производится разнообразная фольга из алюминия, которая обладает определенными параметрами и качественным составом, ориентированная на конкретные цели применения.

Техническая промышленная фольга бывает мягкой, текстурированной, обработанной битумом или изоляционными средствами. Она используется для изготовления:

- паро-, гидро- и теплоизоляции полов, крыш, труб, вентиляционных систем;
- экранов кабелей;
- самоклеящихся лент;
- конденсаторов;
- решеток кондиционеров;
- трансформаторов;
- контейнеров;
- радиаторов и теплообменников;
- воздухопроводов;
- ряда приборов;

- технологических упаковок;
- тиснения полиграфической продукции;
- солнцезащитных панелей.

В частности, фольга для дальнейшей обработки, в том числе пищевая фольга, может быть ламинированной, кашированной, окрашенной. Она используется для упаковки:

- скоропортящихся продуктов;
- сигарет;
- лекарств;
- кофе и чая;
- детского питания и сухого молока;
- кондитерских изделий;
- специй;
- масла, маргарина, мороженого, творожных изделий;
- фарша и т.д.

В банях и саунах техническая алюминиевая фольга дает возможность обеспечить максимальную сохранность теплового излучения внутри помещения. Использование технической фольги позволяет быстрее нагревать помещение и сохранять тепло. Причем затраты на отопление значительно сокращаются. Данный теплоизолятор создает так называемый эффект термоса.

Кроме того, промышленная (техническая) фольга используется при оборудовании бань и саун, в системах теплых полов. Этот материал позволяет рационально, равномерно распределить тепловую энергию, предотвращает продавливание кабеля, уменьшает тепловые потери, а также значительно экономит электроэнергию.

Бытовая пищевая фольга активно используется в домашнем хозяйстве для хранения и приготовления различных продуктов.

#### **Альтернативные способы получения алюминиевой фольги**

Облицованная фольгой бумага и картон находят все возрастающее использование во влагонепроницаемых упаковках. Наиболее распространенным материалом для изготовления фольги является металлический алюминий; фольга наносится одним или несколькими слоями на целлюлозные волокна. Такие слоистые материалы используются для упаковки различных пищевых продуктов, а также таких изделий как сигареты.

Целлюлозные компоненты многослойной фольги часто изготавливают из высокосортных материалов, которые являются ценным вторичным сырьем, используемым в бумажной промышленности.

Переработка отходов многослойной фольги осуществляется при интенсивном механическом перемешивании в устройствах типа гидропульпера. При такой обработке фольга быстро измельчается под действием турбинной мешалки гидропульпера. Отделяемые целлюлозные волокна загрязнены чешуйками металла, которые трудно отделить от целлюлозы на последующих стадиях переработки.

Полученная таким образом бумажная масса, загрязненная металлом, направляется в производство бумажных изделий, качество которых ниже, чем в случае бумажной массы, очищенной от частиц фольги.

Процесс, разработанный Х. Мамерсиу, Дж. Е. Роуни (патент США 4168199 18 сентября 1979 г.), предназначен для выделения целлюлозных волокон для производства бумаги из многослойной фольги. При этом исходное сырье нагревается под давлением в присутствии водного раствора, после чего быстро перемещается в камеру с низким давлением при механическом перемешивании массы в случае необходимости. Такая переработка обеспечивает получение смеси, из которой могут быть выделены целлюлозные волокна для производства бумажных изделий и металлическая фольга для переработки в металлические изделия.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**1 Снурников, А. П.** Комплексное использование сырья в цветной металлургии. – М. : Металлургия, 1977. – 272 с.

**2 Рыбин, В. В.** Большие пластические деформации и разрушение металлов. – М. : Металлургия, 1986. – 224 с.

**3 Бондарев, Б. И.** Профили пресованные из алюминиевых и магниевых сплавов: Каталог-справочник. – М. : Металлургия, 1980. – 367 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*С. Е. Шакарова, Е. С. Абдрахманов*

**Алюминийден фольга өндіру технологиясын зерттеу және талдау жүргізу**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*S. Shakarova, E. Abdrakhmanova*

**Research and analysis of the aluminium foil production technology**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 10.06.14.

*Бұл мақалада техникалық салада, азық-түлік және тұрмыстық өндірісте фольгаларды қолдану үшін алюминий фольгаларының қасиеттері мен тиімділігі туралы мәліметтер қарастырылған.*

*The article presents the data on the effectiveness and properties of the aluminium foil for use in technical areas, food and household industry.*



**Б. К. ШАПИХОВ, Е. Н. МАДЕНИЕВ, А. Ж. БОРАНБАЕВ,  
Р. С. ТРОЯНОВ, Е. С. АБДРАХМАНОВ**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ МЕХАНИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В БЛОКАХ**

*Статья посвящена вопросам эффективности принципа работы модели мембранного аппарата для замораживания пищевых продуктов, приведены схемы и результаты исследований.*

По санитарным соображениям и для лучшего сохранения исходного количества сырья блоки продуктов намечено замораживать в упаковке.

В наибольшей степени поставленной выше задаче удовлетворяет холодильный аппарат для непрямого контактного замораживания продуктов в блоках.

В нем продукты упаковываются, формируются в блоки и замораживаются между подвижными плоскостями вертикальных мембранных камер. При циркуляции внутри этих камер нагнетаемого под давлением хладоносителя плоскости расходятся и плотно прилегают к замораживаемому продукту; при отсосе хладоносителя, наоборот, сжимаются и отходят от замороженных блоков настолько, что последние можно удалить из аппарата. Продукты замораживаются путем непрямого контакта с хладоносителем, омывающим стенки мембранных камер с такой скоростью, при которой достигается высокий теплообмен и быстрое замораживание блоков.

Для проверки принципа действия и устройства мембранного аппарата были изготовлены действующие лабораторные модели. Исследования их показали, что наиболее эффективным является аппарат, имеющий камеры с металлическими мембранами, подвижность которых обеспечивается резиновыми манжетами. Для манжет мембранных камер была выбрана и испытана в рабочих условиях резина ГОСТ 14896-84.

Она достаточно эластична и надежна в работе при низких температурах. Сопротивление разрыву у нее не менее  $40 \text{ кг/см}^2$ , относительное удлинение не менее 350 %, остаточное удлинение после разрыва не более 25 %, температура наступления хрупкости при замораживании не выше  $-45^\circ$ , удельный вес  $1,09 \pm 0,005$ , твердость по Джонсу 5-8  $\text{кг/см}^2$ .

При изготовлении и испытании моделей были разработаны конструкции крепления резиновых манжет к металлическим мембранам и способ ремонта манжет в случае повреждения (накладыванием заплат, как это делается при ремонте камер у автомашин).

На основе этих поисковых исследований был сделан экспериментальный макет мембранного аппарата (рисунок 1). Макет имеет две вертикально установленные мембранные камеры, каждая из которых выполнена из двух стальных листов, соединенных между собой по периметру резиновыми манжетами. Один лист камеры неподвижный, другой перемещается по горизонтали, работая как мембрана.

Мембранные камеры обращены друг к другу подвижными стенками, пространство между которыми разделено съемными ограничителями-перегородками на 4 блокообразователя.

Подвижные стальные мембраны под давлением хладоносителя (раствора хлористого кальция), циркулирующего в мембранных камерах, плотно прижимаются к ограничителям и продукту, уложенному в блокообразователи, в которых его и замораживают в виде блоков прямоугольной формы толщиной 100, шириной 190 и высотой 380 мм; вес каждого блока 7-7,5 кг. При отсасывании хладоносителя из мембранных камер в последних создается разрежение, стальные мембраны отодвигаются от замороженных блоков, образуя зазоры до 10-15 мм по каждой стороне, что позволяет свободно удалять замороженные блоки из макета.

При этом способе замораживания нет необходимости в поддержании температуры охлаждающего раствора в точке его замерзания [1, с.103].

Макет аппарата был смонтирован на стенде и присоединен к испарителю, охлаждаемому автоматически действующей холодильной установкой (рисунок 2).

Испытания макета аппарата позволили выявить наиболее рациональные способы упаковки продуктов и формовки из в блоки, загрузки и разгрузки аппарата, санобработки аппарата и т.п. Результаты испытаний показали следующее.

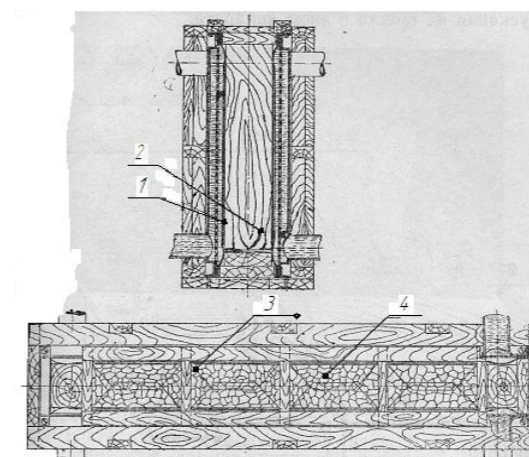


Рисунок 1 – Макет мембранного аппарата  
1 – Стальная мембрана; 2 – резиновая манжета;  
3 – ограничитель; 4 - блокообразователь

Расфасовывать и упаковывать продукты целесообразнее всего во влагонепроницаемые бумажные мешки-пакеты.

Загрузку продуктов, как в мешки, так и в морозильный аппарат удобно производить с помощью прямоугольной бездонной воронки в то время, когда мембранные камеры освобождены от хладоносителя и сечения блокообразователей имеют большие размеры, чем заданные сечения блоков и, следовательно, бумажных

мешков. Бездонный патрубок воронки вместе с надетым на него бумажным мешком опускали в блокообразователь аппарата и через воронку загружали продуктом; воронку затем вынимали, а мешок с продуктами оставляли в блокообразователе.

Формовка упакованных продуктов в блоки осуществляется действием мембран в блокообразователях аппарата.

Выгрузка замороженных блоков из аппарата производится быстро и легко, без отепления блоков, путем опускания их вместе с дном аппарата.

При испытаниях выяснилось, что блокообразователи аппарата нельзя заполнять на полную емкость. Продукты при замораживании увеличиваются в объеме на 5-8 % и, расширяясь, упираются в мембраны, дно, крышку и ограничители аппарата. Потребовалось предусмотреть недогрузку блокообразователей, для чего ширину упаковок уменьшили на 10 мм против ширины блокообразователей. Блоки продуктов, замороженные в таких упаковках, не заклинивались между ограничителями и легко удалялись через отъемное дно аппарата.

При испытании макета изыскивались наиболее целесообразные упаковочные материалы и конструкции упаковок для замораживания и хранения блоков.

Испытания показали, что наиболее целесообразными являются парафинированные однослойные мешки из крафт-бумаги. При загрузке продуктов и в процессе замораживания эти мешки не пропускают влагу и не примерзают к продукту и мембранам аппарата; они достаточно жестки, хорошо сохраняют форму и удобны для работы.

Замораживать мясо в виде блоков исключает необходимость размораживания, уменьшает затраты холода, повышает коэффициент использования холодильных емкостей, а также уменьшается расход холода на единицу массы, особенно при замораживании жилованного мяса [2, с.54].

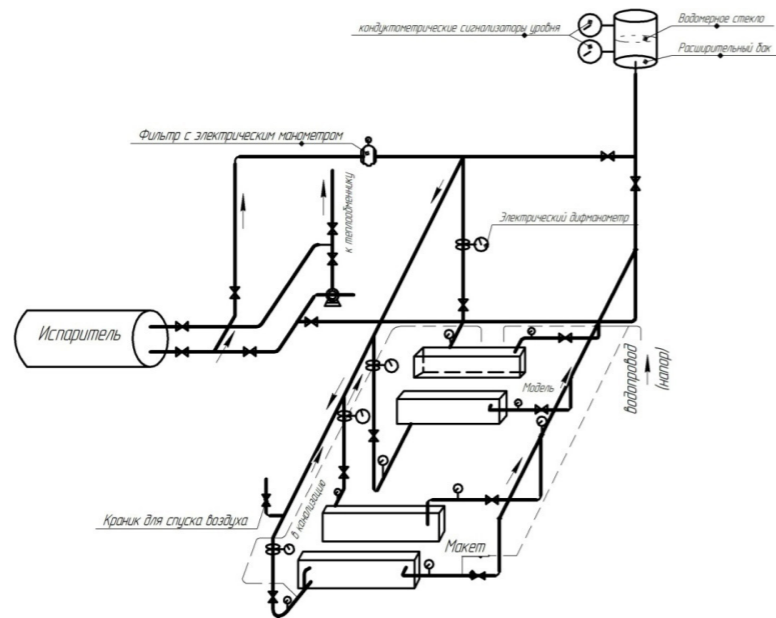


Рисунок 2 – Схема охлаждения макета и мембранного аппарата

Замораживать мясо в виде блоков исключает необходимость размораживания, уменьшает затраты холода, повышает коэффициент использования холодильных емкостей, а также уменьшается расход холода на единицу массы, особенно при замораживании жилованного мяса [2, с. 54].

Регулировку подвода холода к месту заморозки блока мы контролируем с помощью дифференциальных электрических манометров, а контроль объема хладагента в контуре – электронными кондуктометрическими сигнализаторами уровня, измеряя уровень в расширительном баке (рисунок 3).

В настоящее время блоки мяса и субпродуктов вырабатываются следующих размеров (таблица 1). Допускается производить блоки размеров, мм: 480x390x65; 750x370x95 и 800x250x60 [2, с. 55].

Профессор Христодуло Д.А. в своих статьях неоднократно указывал на нецелесообразность замораживания мясopодуkтов в блоках толщиной более 150 мм, потому что длительность заморозки их в сравнении с блоками, толщиной, например 100 мм, увеличивается почти в 2 раза и, следовательно, структурные изменения в мускульной ткани мяса будут более значительны, чем при замораживании блоков меньшей толщины, что имеет большое значение для качества продукции.

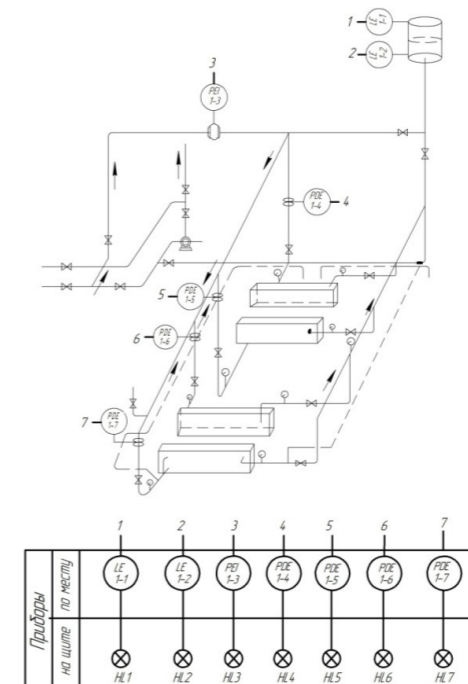


Рисунок 3 – Схема автоматизации управления

1,2 – электронные кондуктометрические сигнализаторы уровня, 3 – электрический манометр, 4,5,6,7, – электрические дифманометры.

Таблица 1 – Типы и размеры мясных блоков

Тип	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
1 тип	370	370	150
2 тип	370	370	75(95)
3 тип	370	180	95
4 тип	550	230	75

Учитывая вышеизложенные данные и соображения, мы приняли размеры мясных блоков следующими: высота – 95 мм, длина, 370 мм, ширина – 180 мм, т.е. 3 тип из таблицы 1, вес блока – 7-8 кг.

При таких размерах блоков в мембранном аппарате можно также замораживать мясную обрезь, какой она получается при туалете туш, печень, легкие, мозги, свиные языки, почки, творог, молоко, масло, мелкую рыбу, рыбное филе, ягоды, фрукты, овощи и т.п. продукты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Грубы, Я.** Производство замороженных продуктов. – Агропромиздат, 1990. – 336 с.

2 **Кецелашвили, Д. В.** Технология мяса и мясных продуктов. Часть 1: Учебное пособие в 3-х частях, 2004. – 130 с.

Материал поступил в редакцию 10.06.14.

*Б. К. Шапихов, Е. Н. Мадениев, А. Ж. Боранбаев, Р. С. Троянов, Е. С. Абдрахманов*  
**Тағам өнімдерін блоктарда қатыру үшін механизацияланған құрылғы жұмысын зерттеу**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 10.06.14 баспаға түсті.

*B. Shapikhov, E. Madeniev, A. Boranbaev, R. Troyanov, E. Abdrakhmanov*

**Research of the mechanized apparatus work for freezing food blocks**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 10.06.14.

*Мақала азық-түлік өнімдерін мұздандыру үшін мембрана аппаратының жұмыс істеу принципінің тиімділігіне арналған және зерттеу нәтижелері мен сұлбалары ұсынылған.*

*Статья посвящена вопросам эффективности принципа работы модели мембранного аппарата для замораживания пищевых продуктов, приведены схемы и результаты исследований.*

#### ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакционная коллегия просит авторов при подготовке статей для опубликования в журнале руководствоваться следующими правилами.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

**Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:**

В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в 1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с межстрочным интервалом 1,5, с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **8-10 страниц печатного текста**. Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка). Межстрочный интервал – 1,5 (полуторный);

**УДК** по таблицам универсальной десятичной классификации;

**Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках, абзац по левому краю (см. образец);

**Название статьи** – на казахском, русском и английском языках, заглавными

буквами жирным шрифтом, абзац по левому краю (см. образец);

**Аннотация** дается в начале текста на казахском, русском и английском языках: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см, интервал 1,5 (8–10 строк, 100-250 слов). Аннотация является кратким изложением содержания научного произведения, дающая обобщенное представление о его теме и структуре. (см. образец);

**Ключевые слова** оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см, интервал 1,5. Для каждой статьи задайте 5-6 ключевых слов в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке. (см. образец);

**Список использованной литературы** должен состоять не более чем из 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

**Иллюстрации, перечень рисунков и подрисовочные надписи** к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

**Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

**На отдельной странице**

**В бумажном и электронном вариантах приводятся:**

– **название статьи, сведения о каждом из авторов: Ф.И.О. полностью, ученая степень, ученое звание и место работы на казахском, русском и английском языках);**



– полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

**Информация для авторов**

Все статьи должны сопровождаться двумя рецензиями доктора или кандидата наук для всех авторов. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

**Наши реквизиты:**

РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654	РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654
АО «Цеснабанк» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSESKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. **Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).**

Статью (бумажная, электронная версии, оригинал квитанции об оплате) следует направлять по адресу: **140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.**

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147), факс: 8 (7182) 67-37-05.

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

Оплата за публикацию в научном журнале составляет **5000 (Пять тысяч) тенге.**

**ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:**

УДК 316:314.3

**А. Б. Есимова**

к.п.н., доцент, Международный Казахско-Турецкий университет имени Х. А. Яссави, г. Туркестан

**СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА**

*В настоящей статье автор дает анализ отличительных особенностей репродуктивного поведения женщин сквозь призму семейно-родственных связей.*

*Ключевые слова: репродуктивное поведение, семейно-родственные связи.*

На современном этапе есть тенденции к стабильному увеличению студентов с нарушениями в состоянии здоровья. В связи с этим появляется необходимость корректировки содержания учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студентами, посещающими специальные медицинские группы в.

*Продолжение текста публикуемого материала*

*Пример оформления таблиц, рисунков, схем:*

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 – Показатели репродуктивного поведения

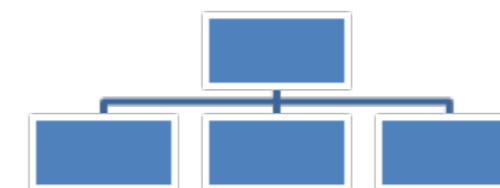
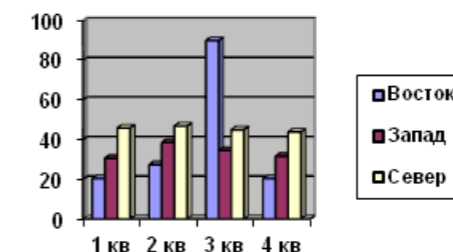


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.

*A. B. Yessimova*

**Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде**

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық казах-түрік университеті, Түркістан қ.

*A. B. Yessimova*

**The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors**

K. A. Yssawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.

*Бұл мақалада автор Қазақстандағы әйелдердің отбасылық-туыстық қатынасы арқылы репродуктивті мінез-құлқында айырмашылықтарын талдайды.*

*In the given article the author analyzes distinctions of reproductive behavior of married women of Kazakhstan through the prism of the kinship networks.*

Басуға 23.06.2014 ж. қол қойылды.  
Форматы 297\*420/2. Кітап-журнал қағазы.  
Көлемі шартты 5,57 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген А. Р. Омарова  
Корректорлар: З. С. Исакова,  
А. Р. Омарова, А. Елемесқызы  
Тапсырыс №2473

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.  
67-36-69  
E-mail: kereky@mail.ru