

## МАЗМҰНЫ

<b>Абдрахманов Е. С., Дейграф И. Э., Тусупбекова М. Ж., Аубакиров А. Ж.</b>	
ВСП-комби екпінді цилиндр қондырғысы есебінің инженерлік әдісі.....	6
<b>Асаинов А. А.</b>	
Отқатөзімді алюминийді электролизердің пеш түбінің және ернеуінің пайдалану шарттарына талдау .....	11
<b>Бабланов С. Т., Сержанов Р. И.</b>	
Екі құраушы қоспаларды алуға арналған орталықтанған тепкіш қалақ .....	17
<b>Жумабеков А. С., Козионов В. А., Саканов К. Т.</b>	
Құрғақ және ыстық климаттағы цементбетонды автомобиль жолдарының құрылымының жұмыс ерешеліктері.....	21
<b>Измагамбетов Д. Э., Никитин В. Д., Бекетова Г. О.</b>	
Танымал анықтамаларда кернеулердің шығыны бойынша тапсырмаларын шешу әдістемелерін талдау .....	28
<b>Исабеков Д. Д.</b>	
«AREVA» фирмасында электрберістерінің сызықтарын және күш беретін трансформаторларын қорғау үшін релейлі қорғанысының микропроцессорлық қондырғыларын қолдану.....	32
<b>Қабыкен М. Н., Абсолямова Д. Р., Шошай Ж. Ш., Абдрахманов Е. С.</b>	
Қоспа пакетінің газқұбырына тығыздығының ықпалын эксперименттік зерттеу .....	38

Кудерин М.К., д.т.н., профессор (главный редактор)  
Ыксан Ж.М., к.т.н., доцент (ответственный секретарь)

### Члены редакционной коллегии:

Бороденко В. А., 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);  
Новожилов А. Н., д.т.н., профессор;  
Нуржауов А. Н., д.т.н., доцент;  
Рашидов Т. Р., д.ф-м.н., профессор, член РНК (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);  
Еремин К. И., д.т.н., профессор (Россия);  
Ронни Берндстон, д.т.н., профессор (Швеция);  
Нургожина Б. В. (тех. редактор).

<b>Калискаров В. А.</b> Б. Нұржанов атындағы Екібастұз ГРЭС-1 қуаттылығы 500 мВт қоректендіргіш сорғыларын пайдалану мәселелері және ПН-1500-350-3 және ПН-1500-350-4 қоректендіргіш сорғыларының қайта құрастырылымдылығы кезіндегі жүзеге асырылған іс-шаралар.....	42
<b>Кимелова Ж. Т., Жаксалықова Н. К., Дуйсебаева Н. Б., Каирбаева Э. Е., Суюндиков М. М., Сержанов Р. И.</b> Алюминий өндірісінде шығындалмайтын анодтарды қолданудағы экологиялық бағалануы және технологиялық ерекшеліктері.....	48
<b>Кузеванов Р. С., Сембаев Н. С.</b> Илемдеу орнағының динамикалық ерекшеліктерін зерттеу.....	54
<b>Кусаинова К. С., Гурбик Н. И., Левенец М. А., Тарасенко А. С., Быков П. О.</b> Гильзаның толқынды ішкі профилімен қолдану есебінде сортты ДҮҚМ-ның кристаллизаторының құрастырылымдылығын жаңғырту.....	61
<b>Маденов С. А., Хацевский В. Ф.</b> Гильзаның толқынды ішкі профилімен қолдану есебінде сортты ДҮҚМ-ның кристаллизаторының құрастырылымдылығын жаңғырту.....	67
<b>Мурзабекова К. А., Жарлыгапова А. Э.</b> Іштен жану қозғалтқыштарының екі отынды жүйесінің ерекшеліктері.....	72
<b>Мырзабекова М. М., Зейнешев Е. Т., Темиров А. Х., Ықсан Ж. М.</b> Отандық кәсіпорындарда біріктірілген СМЖ-ні енгізудің тиімділігі.....	76
<b>Нуркимбаев С. М., Шумейко И. А.</b> АВЭУ6-4М желэнергетикалық қондырығысының желдөңгелігінің оптималдық параметерлерін дәлелдеу.....	80
<b>Орымбаева А. К., Жанабай Ф. С., Жакупов А. Н.</b> Ферритті-бейнитті құрылымымен жоғарыберікті құбырларының құрылымын және механикалық құрамдарына термиялық өңдеуінің ықпалы.....	88
<b>Родионов В. В., Шумейко И. А.</b> СББ білдектерімен жабдықталған класының мүмкіндіктерін зерттеу.....	93
<b>Сабитов И. М.</b> Қазақстан Республикасының энергетика саласында жаңғыртылған энергия көздерінің мәселелерін шешу рөлі.....	100
<b>Таңжарықов П. Ә., Амангельдиева Г. Б.</b> Мұнай қалдықтарын екінші ресурсты шикізат ретінде пайдалану негіздері.....	106
<b>Украинец В. Н., Гирнис С. Р., Алигожина Д. А., Жакиянова А. Х., Токтарбеков Е. Ч.</b> Терең орналасқан тоннеліне көлік жүктеме әрекетінен жыныс массивтің динамикалы белсенді қабаты.....	112
<b>Уткелбаева А. О.</b> Бетонның құрылымы құрылуына температуралық және ылғалдық факторлардың әсері.....	117
<b>Шайхислам Т., Мусаханова С. Т., Кудрышова Б. Ч.</b> Өндіріс қалдықтары негізінде белсенді бетон бұйымдарын өндіру мүмкіндіктері.....	124
<b>Шакуров С. А., Мендыбаев С. А.</b> Сенімділік – АСУТП жобалау кезіндегі аса маңызды сапа.....	130

<b>Шандыба Д. И., Денчик А. И., Ықсан Ж. М., Ткачук А. А.</b> Алюминий құймасының бетіндегі бедерін қалыптастыру.....	135
<b>Шошай Ж., Жүнісов А. Қ., Құлымбаев Н. Қ.</b> Жоғары темірлі болат балқыту өндірісінің қождарынан шойын алуды зертханалық зерттеу.....	138
Авторларға арналған ережелері.....	142

СОДЕРЖАНИЕ

**Абдрахманов Е. С., Дейграф И. Э., Тусупбекова М. Ж., Аубакиров А. Ж.**  
Инженерный метод расчета пневматического ударного цилиндра установки ВСП-комби.....6  
**Асаинов А. А.**  
Анализ условий эксплуатации подовых и бортовых огнеупоров алюминиевых электролизеров.....11  
**Бабланов С. Т., Сержанов Р. И.**  
Центробежные лопастные смесители для получения двухкомпонентных смесей.....17  
**Жумабеков А. С., Козионов В. А., Саканов К. Т.**  
Особенности работы дорожной конструкции цементобетонных автомобильных дорог в условиях сухого и жаркого климата.....21  
**Измагамбетов Д. Э., Никитин В. Д., Бекетова Г. О.**  
Анализ методики решения задач расчета сечения по потере напряжения в популярном справочнике.....28  
**Исабеков Д. Д.**  
Применение микропроцессорных устройств релейной защиты фирмы «Ageva», для защиты линий электропередач и силовых трансформаторов.....32  
**Кабыкен М. Н., Абсолямова Д. Р., Шошай Ж. Ш., Абдрахманов Е. С.**  
Экспериментальные исследования влияния плотности пакета смеси на ее газопроводность.....38  
**Калискарпов В. А.**  
Проблемы эксплуатации питательных насосов энергоблоков мощностью 500 мвт Экибастузской ГРЭС-1 им. Б. Нуржанова и мероприятия, реализованные при реконструкции питательных насосов ПН-1500-350-3 и ПН-1500-350-4.....42  
**Кимелова Ж. Т., Жаксалыкова Н. К., Дуйсебаева Н. Б., Каирбаева Э. Е., Суюндиков М. М., Сержанов Р. И.**  
Экологическая оценка и технологические особенности использования нерасходуемых анодов в производстве алюминия.....48  
**Кузеванов Р. С., Сембаев Н. С.**  
Исследование динамических особенностей стана.....54  
**Кусаинова К. С., Гурбик Н. И., Левенец М. А., Тарасенко А. С., Быков П. О.**  
Модернизация конструкции кристаллизатора сортовой МНЛЗ за счет применения гильз с волнистым внутренним профилем.....61

**Маденов С. А., Хацевский В. Ф.**  
Модернизация системы автоматического регулирования мощности турбины..67  
**Мурзабекова К. А., Жарлыгапова А. Э.**  
Особенности двухтопливной системы питания двигателей внутреннего сгорания.....72  
**Мырзабекова М. М., Зейнешев Е. Т., Темиров А. Х., Ыксан Ж. М.**  
Отандық кәсіпорындарда біріктірілген СМЖ-ні енгізудің тиімділігі.....76  
**Нуркимбаев С. М., Шумейко И. А.**  
Обоснование оптимальных параметров ветрового колеса ветроэнергетической установки «АВЭУ6-4М».....80  
**Орымбаева А. К., Жанабай Ф. С., Жакупов А. Н.**  
Влияние термической обработки на механические свойства и структуру высокопрочных труб с ферритно-бейнитной структурой.....88  
**Родионов В. В., Шумейко И. А.**  
Исследование возможностей компьютерного класса станков с ЧПУ.....93  
**Сабитов И. М.**  
Роль возобновляемых источников энергии в решении проблем энергетической отрасли Республики Казахстана.....100  
**Танжарыков П. А., Амангельдиева Г. Б.**  
Основа использование нефтяных отходов в качестве сырья вторичного ресурса.....106  
**Украинец В. Н., Гирнис С. Р., Алигожина Д. А., Жакиянова А. Х., Токтарбеков Е. Ч.**  
Динамически активный слой породного массива при действии транспортной нагрузки на тоннель глубокого заложения.....112  
**Уткелбаева А. О.**  
Влияние температурного и влажностного факторов на структурообразование бетона.....117  
**Шайхислам Т., Мусаханова С. Т., Кудрышова Б. Ч.**  
Өндіріс қалдықтары негізінде белсенді бетон бұйымдарын өндіру мүмкіндіктері.....124  
**Шакуров С. А., Мендыбаев С. А.**  
Надежность – как важнейшее качество при проектировании АСУ ТП.....130  
**Шандыба Д. И., Денчик А. И., Ыксан Ж. М., Ткачук А. А.**  
Формирование рельефа поверхности алюминиевого слитка.....135  
**Шошай Ж., Жунусов А. К., Кулумбаев Н. К.**  
Лабораторные исследования получения чугуна из высокожелезистых сталеплавильных шлаков.....138  
Правила для авторов.....142

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

ВЕРСТКА:  
М. Б. Касенова

© ПГУ им. С. Торайгырова

**Е. С. Абдрахманов<sup>1</sup>, И. Э. Дейграф<sup>2</sup>, М. Ж. Тусулбекова<sup>3</sup>,  
А. Ж. Аубакиров<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>к.т.н., профессор, <sup>2</sup>ст. преподаватель, <sup>3</sup>ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова, г. Павлодар, <sup>4</sup>магистрант, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар.

**ИНЖЕНЕРНЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПНЕВМАТИЧЕСКОГО УДАРНОГО ЦИЛИНДРА УСТАНОВКИ ВСП-КОМБИ**

*В данной статье речь идет о расчете и анализе динамики пневматического ударного цилиндра, имея в наличии исходные данные о кинетической энергии и рабочем ходе цилиндра.*

*Ключевые слова: динамика, пневматика, ударный цилиндр, кинетическая энергия, конструкция, инженерный метод.*

Задачей инженерного метода расчета является определение конструктивных размеров цилиндра при определенных заданных или известных параметрах его работы.

Перед началом работы проектирования конструктор зачастую имеет следующие известные параметры:  $E_x = \frac{mv^2}{2}$  – кинетическая энергия, которую должен развить пневмоцилиндр. Либо  $S'$  – рабочий ход (включая торможения), либо  $X'_m$  – ход, при котором цилиндр развивает требуемую величину;  $E_k$  – кинетической энергии;  $P_M, P_a$  – давления магистрали и окружающей среды;  $\alpha_{ш}$  – диаметр штока, размер которого определяется из прочностных соображений.

Примем следующие, не вносящие заметной погрешности, допущения; вследствие малого времени рабочего хода поршня не учитываем теплообмен с окружающей средой, приток воздуха в камеру А из магистрали и выход воздуха в атмосферу из камеры Б, утечки воздуха через уплотнения. С учетом этих допущений уравнение баланса энергии запишется в виде

$$E_x = A(P_1) - A(P_2) \pm A(P) \pm A(G), \quad (1)$$

где:  $E_x$  – необходимая (заданная) величина кинетической энергии;

$A(P_1)$  – внешняя работа расширяющегося в камере А газа;

$A(P_2)$  – внешняя работа сжимаемого газа в камере Б;

$A(P)$  – работа всех внешних сил, исключая давление воздуха и веса движущихся частей.

Исходя из вышеизложенных допущений, находим, что расширение воздуха в камере А и сжатие воздуха в камере Б подчиняется адиабатическому закону изменения состояния газа. Изменение давления в камере А:

$$P_M V_A^K = const \text{ или } P_M V_A^K = P_1 V_1^K$$

$$P_2 = P_a \left(\frac{V_0}{V_2}\right)^k = P_a l_0^k \frac{1}{(l-x)^k}$$

где:  $P_1, P_2$  – текущие значения давлений в камере А и в камере Б;

$V_1, V_2$  – текущие значения объемов камеры А и камеры Б;

$l_A, l_B$  – параметры, характеризующие размеры камеры А и камеры Б, до начала движения поршня;

$x$  – перемещение поршня;

$A(P)$  – работа внешних сил; в основном определяется силами трения. Исходя из технических условий на изготовление цилиндров потери энергии за счет сил трения составляют около 15% от потребляемой энергии.

$A(G)$  – работа веса вертикально движущихся частей. Знак (-) в уравнении (1) перед величиной  $A(G)$  берется при рабочем ходе поршня вверх.

С учетом вышеизложенного, уравнение (1) можно переписать в виде:

$$\frac{mv^2}{2} = a P_M l_A^k \frac{\pi^2}{4} \int_{x_1=l_A}^{x_2=x_M} x^{-k} dx - P_a l_0^k, \quad (2)$$

$$x \frac{(D^2 - d_{ш}^2)}{4} \int_{x_1=l_A}^{x_2=x_M} (l-x)^{-k} dx \pm G \int_{x_1=l_A}^{x_2=x_M} dx$$

где:  $a = 0,35$  – коэффициент, учитывая потери энергии за счет сил трения.

Анализ динамики пневматического ударного цилиндра, приведенный в работе [2] показывает, что у высокоскоростных пневмоцилиндров с торможением в конце хода оптимальная величина разгона движущихся масс до максимальной скорости находится в пределе:  $X_M = (0,5 \div 0,6)S + l_A$ ; а оптимальный параметр  $l_A$ , характеризующий величину объема камеры А, для данной величины разгона находится в пределе:  $l_A = (0,65 \div 0,8)S$ . Исходя из данных соотношений определяем величину:

$$S = (0,7 \div 0,37)X_M;$$

$$l_A = (0,115 \div 0,7)X_M;$$

$$l_B = S' = (0,7 \div 0,87)X_M; \quad (3)$$

$$l = l_B + l_A = (1,18) \div 1,57)X_M;$$

После интегрирования уравнения (2) получаем:



$$\frac{mv^2}{2} = \frac{aP_m \pi d^k (1-k)}{4(1-k)} D^2 - \frac{\pi P_a t_B^k [(0,3+0,525)x_M]}{4(1-k)} (D^2 - d_{ш}^2) \pm G[(0,3 + 0,525)x_M] \quad (4)$$

Из уравнения (4) определяется диаметр поршня. Полученный результат можно округлить, но при этом необходимо пересчитать величину развиваемой цилиндром кинетической энергии. Приняв в уравнение  $P_1 = P_M$ ;  $P_2 = P_a$ , определяем площадь отверстия сверления в промежуточном теле цилиндра при известном- диаметре цилиндра:

$$F_1 = \frac{P_a F_2 + P}{P_M} = \frac{P_a \frac{\pi}{4} (D^2 - d_{ш}^2) + P}{P_M} \quad (5)$$

Объем камеры А

$$V_A = \frac{\pi D^2}{4} l_A \quad (6)$$

Объем камеры Б

$$V_B = \frac{\pi (D^2 - d_{ш}^2)}{4} l_B \quad (7)$$

Длина гильзы цилиндра:

$$L = h_{пр.т} + h_{п} \quad (8)$$

где:  $h_{пр.т}$  – толщина стенки промежуточного тела;

$h_{п}$  – толщина поршня.

Время срабатывания пневматического ударного цилиндра определяется по формуле:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (9)$$

где:  $t_1$  – время срабатывание распределительного органа;

$t_2$  – время распространения волны давления в трубопроводе от распределительного органа до цилиндра;

$t_3$  – время наполнения объема от давления  $P_a$  до  $P_M$  (опорожнение объема от  $P_M$  до  $P_a$ );

$t_4$  – время разгона поршня до величины необходимой кинетической энергии.

Величины  $t_1, t_2, t_4$  малы по сравнению с величиной  $t_3$ , поэтому с достаточной точностью можно записать  $T \approx t_3$ . Время срабатывания пневмоцилиндра соответствует большему значению из двух, определяемых по уравнениям.

Величина кинетической энергии и ход поршня  $X$  зависит от размеров подводимых трубопроводов в пределах допущений, принятых в данной методике. Размер трубопроводов определяется временем срабатывания пневмоцилиндра.

Расход воздуха определяется по уравнениям (8) и (9).

На основании расчета был спроектирован рабочий орган формовочной машины (рисунок 1). Ударный пневмоцилиндр содержит аккумулирующую 1 и поршневую 2 полости, разделенные промежуточной крышкой 3 с отверстием 4 и полый шток-поршень 5, с цилиндрическим пояском 6 и уплотняющим элементом 7, в исходном положении взаимодействующим с отверстием 4. Промежуточная крышка 3 имеет дренажное отверстие 3, а шток-поршень 5 взаимодействует с пусковым устройством 9 и образует с корпусом 10 пневмоцилиндра штоковую полость 11. Размер отверстия 4 в промежуточной крышке 3 необходимо по возможности уменьшать, чтобы снизить усилие воздействия давления, установившегося в аккумулирующей полости 1 перед пуском, на пусковое устройство 9, однако он должен быть достаточным, чтобы обеспечить оптимальную перетечку сжатого воздуха на аккумулирующей полости 1 в поршневую 2 при движении поршня-штока 5. Размер дренажного отверстия должен быть достаточным, чтобы компенсировать перетечки сжатого воздуха через уплотняющий элемент 7, но его чрезмерно увеличение приведет у непроизводительным потерям энергии сжатого воздуха при движении штока-поршня 5.

Пневмоцилиндр работает следующим образом. В исходном положении в штоковую полость 11 подано давление, в аккумулирующая 1 и поршневая 2 полости связаны с атмосферой. Перед пуском аккумулирующая полость 1 соединяется с источником сжатого воздуха, а штоковая 11 с атмосферой, при этом поршневая полость 2 остается связанной с атмосферой через дренажное отверстие 3. К моменту включения пускового устройства 9 давление в аккумулирующей полости 1 выравнивается с давлением источника сжатого воздуха, а в штоковой полости 11 с атмосферой, то на пусковое устройство действует сила, определяемая лишь размером отверстия 4, а не всего диаметра штока-поршня 5. После срабатывания пускового устройства 9 шток-поршень 5 начинает двигаться вниз под действием веса падающих частей, и силы давления воздуха на площадь отверстия 4. Как только уплотняющий элемент 7 выйдет из отверстия 4, то давления воздуха начинает действовать на всю площадь штока-поршня 5, и осуществляется разгон падающей части, при этом, поскольку в начальный момент движения давление в штоковой полости равняется атмосферному, разгон приводится наиболее эффективно, что и определяет повышение К.П.Д. механизма.

Такая конструкция разработана для того, чтобы пакет смеси во второй стадии уплотнения, в начальный момент, двигался бы с места плавно, без рывков и сотрясений, а затем с максимальной скоростью.

Эта разработка осуществлена на установке «ВСП-КОМБИ».

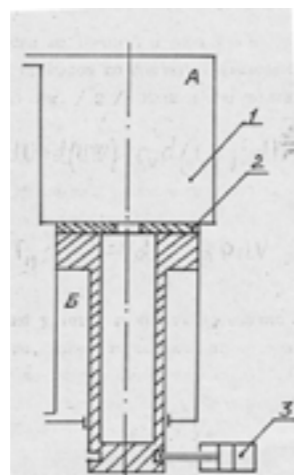


Рисунок 1 – Схема ударного механизма

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Matveyenko, I., Abdrakhmanov, Y.** Impulse Compaction of Sand Package with Mould Surface Strengthening. *Manag. And Technol.* - NY, 1993. – №11. p. 17-18.
- 2 Авторское свидетельство СССР №1613242, кл. В22С 15/02, 1990. Способ изготовления литейных форм// Матвеев И. В., Абдрахманов Е. С., Кушербаев Е. М.
- 3 **Матвеев И. В., Шалимова, М. А.** Образование поверхностного упрочненного слоя в песчаной форме. *Литейное производство.* – №12. – 1997. – с. 9-10.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*Е. С. Абдрахманов<sup>1</sup>, И. Э. Дейграф<sup>1</sup>, М. Ж. Тусупбекова<sup>1</sup>, А. Ж. Аубакиров<sup>2</sup>*

**ВСП-комби екпінді цилиндр қондырғысы есебінің инженерлік әдісі**

<sup>1</sup>С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.;

<sup>2</sup>Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ.

Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*E. S. Abdrakhmanov<sup>1</sup>, I. E. Deigraf<sup>1</sup>, M. Zh. Tusupbekova<sup>1</sup>, A. Zh. Aubakirov<sup>2</sup>*

**Engineering calculation method of the pneumatic impact cylinder of HSC-combi equipment**

<sup>1</sup>S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar;

<sup>2</sup>Innovative University of Eurasia, Pavlodar.

Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада цилиндрдің жұмыс жүрісінің және кинетикалық энергиясының алынған мәліметтері болғандықтан, пневматикалық екпінді цилиндрінің динамикасына және есебіне талдау жүргізу туралы баяндалады.*

*The article deals with calculation and analysis of a pneumatic impact cylinder dynamics, basing on the initial data on kinetic energy and working stroke of a cylinder.*

УДК 669.713

**А. А. Асаинов**

магистрант, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар

**АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДОВЫХ И БОРТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ**

*В данной статье, исследуется качество образцов углеродистых и кремнеземистых огнеупоров на экспериментальном стенде.*

*Ключевые слова: алюминиевый электролизер, электролиз, анод, футеровка, огнеупорность, термическая нагрузка, эксперимент.*

Алюминиевые электролизеры (с обожженными электролизерами и самообжигающимися анодами), футеруются огнеупорными материалами. Срок службы алюминиевых электролизеров, во многом, определяется сроком службы футеровки. При термическом воздействии на футеровку печи возникают такие физические явления, как термическое расширение, пластическая деформация и растрескивание, которые определяют возможность осуществления термотехнологического процесса, стойкость футеровки без нарушения геометрических форм рабочей камеры, длительность эксплуатации и технико-экономические показатели процесса получения целевого продукта [1].

Огнеупорные материалы – изделия на основе минерального сырья, отличающиеся способностью сохранять свои свойства в условиях эксплуатации при высоких температурах, и которые служат в качестве конструкционных материалов и защитных покрытий [2].

Функционально любое огнеупорное изделие может выполнять от одной до четырёх основных задач:

1 удерживать расплавленный металл или раскалённые газы (а также их потоки) в заданном объёме или пространстве;

2 предотвращать вторичное окисление и загрязнение металла неметаллическими включениями;

3 служить тепловой изоляцией металлических частей агрегатов;

4 поддерживать заданную температуру металла (газов) или заданные минимальные потери из агрегата.

Конструкторы, строители электролизеров, изготовители огнеупоров и инженеры-эксплуатационники это хорошо понимают. Целесообразный выбор футеровки электролизеров только тогда возможен, если с одной стороны, известны как можно точнее особенности характеристик огнеупорных материалов и с другой – нагрузки материалов на реальном производстве. Связь между различными

видами термических нагрузок в промышленных электролизерах и важнейшими эксплуатационными характеристиками огнеупоров (таблица 1) образуют основу для классификации их свойств и выбора испытательных методов. Эти методы также важны для контроля качества и разработки новых огнеупорных материалов.

*Термическая стойкость* – это способность огнеупорных изделий выдерживать резкие колебания температур, не растрескиваясь и не разрушаясь.

Растрескивание или разрушение огнеупорных изделий при резких изменениях температуры объясняется возникновением в них напряжений при уменьшении или увеличении объема.

При нагревании температура наружных слоев огнеупорных изделий (до наступления теплового равновесия) значительно выше, чем внутренних, причем эта разница тем больше, чем меньше их теплопроводность и чем выше скорость повышения температуры при нагревании.

Под влиянием термического расширения при нагревании, т. е. увеличения объема, наружные слои огнеупорных изделий расширяются значительно больше, чем более холодные внутренние слои, при этом в определенных слоях огнеупорных изделий появляются скалывающие напряжения; если по своей величине они превосходят силы сцепления частиц между собой, то в них появляются трещины и отколы.

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики огнеупоров

Вид испытания	Важные для практики свойства
Термическое и термомеханическое	Огнеупорность Температура деформации под нагрузкой Ползучесть под нагрузкой Предел прочности при высоких температурах Термическое расширение Дополнительная усадка / расширение (огнеупоров в процессе службы) Термостойкость
Термотехническое	Теплопроводность Удельная теплоёмкость Плотность сырого материала Температуропроводность

При охлаждении наружные слои огнеупорных изделий остывают быстрее, чем внутренние, причем уменьшение объема наружных слоев всегда происходит с опережением изменения объема внутренних, более нагретых слоев. Возникающие при этом растягивающие напряжения, так же как и при нагревании огнеупоров, приводят к их растрескиванию и разрушению.

На рисунке 1 изображено устройство для термомеханических испытаний материалов.

Устройство содержит печь 1, в которой находятся верхняя 2 и нижняя 3 плиты. Для нагружения имеется пресс 4, который посредством силовой тяги 5 воздействует на верхнюю плиту 2. Измерение создаваемой нагрузки определяется по силоизмерительному устройству 6. Для вычисления температуры  $t$  используется вторичный прибор – сумматор 7.

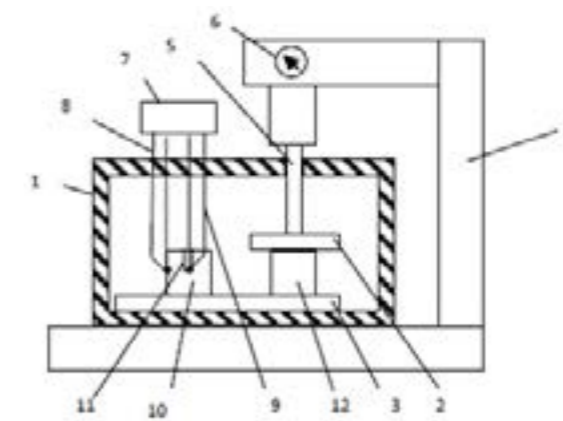


Рисунок 1 – Устройство для термомеханических испытаний материалов

К сумматору 7 подключены термопары 8 и 9. Термопары 8 и 9 расположены в контрольном образце 10 из исследуемого материала, расположенном на нижней плите 3. Горячий спай термопары 8 максимально приближен к геометрическому центру. Например, это может быть канал 11, просверленный по вертикальной оси симметрии до половины высоты контрольного образца. Термопара 9 расположена на любой боковой поверхности контрольного образца 10. Испытуемый образец 12 располагается в печи 1 между верхней 2 и нижней 3 плитой.

Способ осуществляется следующим образом.

Из исследуемого материала изготавливаются два одинаковых образца в форме цилиндра или прямоугольного параллелепипеда: контрольный 1 и испытуемый 2. В контрольном образце 1 размещают термопару 4, горячий спай которой максимально приближен к геометрическому центру (по вертикальной оси симметрии высверливают канал 3 до половины высоты контрольного образца). Термопару 5, для измерения температуры на поверхности контрольного образца 1, устанавливают в любой точке на боковой поверхности. Контрольный образец 1 с закреплёнными термопарами и испытуемый образец 2 помещают в печь 6 на нижнюю плиту 7. При этом цилиндрические образцы устанавливают на любое основание, а образцы в виде прямоугольного параллелепипеда – на любую грань.

Термопары подключают к вторичному прибору для измерения температуры – сумматору 8, который показывает значение температуры  $t$ , определяемое по формуле:

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2}, \quad (1.1)$$

где  $t_1$  – показания термопары внутри контрольного образца;  
 $t_2$  – показания термопары на поверхности контрольного образца.  
 Затем включают печь и начинают нагрев образцов.

Предел прочности при сжатии  $\sigma_{сж}$  (Н/м<sup>2</sup>) испытуемого образца вычисляют по формуле:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F}, \quad (1.2)$$

где  $\sigma_{сж}$  – предел прочности при сжатии, Н/м<sup>2</sup>;

P – наибольшая нагрузка, при которой произошло разрушение образца, Н;

F – площадь поперечного сечения образца, м<sup>2</sup>.

Предлагаемый способ позволяет получить значение предела прочности на сжатие различных материалов при повышенных температурах материала с меньшей погрешностью.

В соответствии с данным способом был использован экспериментальный стенд (рисунок 2) и произведены исследования зависимости предела прочности на сжатие огнеупоров от температуры.



Рисунок 2 – Экспериментальный стенд

Для измерения давления в цилиндре пресса с рабочей жидкостью используется манометр. Для повышения точности измерений была проведена поверка этого прибора.

В качестве исследуемых образцов использовались огнеупоры состава углеродистые и кремнеземистые. При этом заявляемый предел прочности на сжатие равен 40 МПа (паспортные данные завода-изготовителя).

Характерным для прочности реальных тел является так называемый масштабный фактор — зависимость прочности от размеров тела. При стандартных испытаниях материала на образцах различных размеров для приведения результатов в сопоставимый вид используются переводные коэффициенты. Масштабный фактор объясняется в основном статистической природой процессов

разрушения, связанной с влиянием неоднородностей макроструктуры и дефектов материала на процесс возникновения и развития трещин. С увеличением размеров образцов вероятность неоднородностей структуры возрастает и среднее значение предела прочности материала уменьшается.

Следует отметить, что циклы скалывания зависят от расположения изделий относительно уровня металла.

На рисунке 3 показано хрупкое разрушение периклазоуглерода при комнатной температуре.



Рисунок 3 – Разрушение катодного образца при комнатной температуре

Определение предела прочности проводилось в диапазоне температур 18-500 °С. Результаты измерений приведены на рисунке 4.

Кривая зависимости предела прочности от температуры имеет следующие тенденции: начиная с температуры ~90 °С предел прочности огнеупора растёт, доходя до значения 51,2 МПа (при температуре ~200 °С), затем значение предела прочности начинает плавно снижаться, доходя до 40 МПа (при ~400 °С).

Таким образом, значение предела прочности на сжатие в интервале температур 150-300 °С увеличивается на 18-28 %, что даёт дополнительный резерв для повышения скорости разогрева и снижения времени и энергоресурсов на разогрев.

Анализируя полученные значения, можно сделать следующие выводы:

1 Скачок значений термических напряжений возникает вследствие резкого повышения температур при разогреве.

2 При значении предела прочности на сжатие 40 МПа скорость разогрева футеровки не должна 8-10 °С/мин.

3 При разогреве футеровки определяющим критерием из пределов прочности (на сжатие и растяжение) является предел прочности на сжатие. Именно его величина, в первую очередь, определяет темп разогрева.



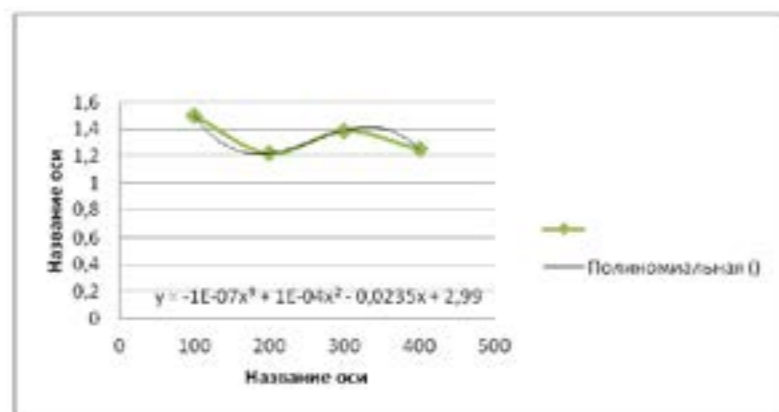


Рисунок 4 – Зависимость предела прочности от температуры

Кроме того, можно однозначно считать, что при разогреве футеровки нельзя допускать скачкообразного подъёма и особенно снижения температуры, а также неравномерного нагрева огнеупоров на разных участках (как по высоте, так и по окружности).

Всё сказанное позволяет сделать вывод о необходимости рационализации графика разогрева, который должен быть рассчитан из условия недопущения градиентов температур, вызывающих появление термических напряжений выше допустимых, с учётом найденной зависимости предела прочности на сжатие от температуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Антипин, В. Г., Чухаль, П. А., Вяткин, Ю. Ф. Служба огнеупоров в сталеплавильных агрегатах // Сталь, 1991. – № 8. – С. 21-27.
- 2 Кузнецов, А. Т., Кокушкин, И. В., Сенявин, Н. К., Шершнёв, А. А. Напряжённо – деформированное состояние и разрушение огнеупоров при тепловом воздействии // Огнеупоры, 1987. – № 2. – С. 52-56.
- 3 <http://www.magnezit.biz/ru/about/press/news/index.php?from4=2&id4=719>.

Материал поступил в редакцию 01.06.15

А. А. Асаинов

**Отқатөзімді алюминийді электролизердің пеш түбінің және ернеуінің пайдалану шарттарына талдау**

Еуразиялық инновациялық университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

А.А. Асаинов

**An analysis of the operating conditions of the hearth and board refractories in aluminium electrolyzers**

Innovative University of Eurasia, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада, эксперименталдық стендтерде көміртекті және кремнезімді отқатөзімді үлгілерінің сапалары зерттелінеді.*

*This paper examines the quality of the carbon and siliceous refractories samples on the experimental stand.*

УДК 621.929.2

**С. Т. Бабланов<sup>1</sup>, Р. И. Сержанов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

#### **ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ЛОПАСТНЫЕ СМЕСИТЕЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЕЙ**

*В данной работе экспериментально устанавливаются оптимальные геометрические и режимные параметры центробежно лопастного смесителя типа ЦЛ.  
Ключевые слова: смеситель, фракция, двухкомпонентная смесь.*

Общие сведения о процессах смешивания. Процессы смешивания сыпучих материалов используются во многих химических производствах, в том числе в таких крупнотоннажных, как производства сложных удобрений, моющих средств, красителей, инсектофунгицидов, пластмасс, химикатов, резинотехнических изделий и т.д. Основная цель процесса смешивания – получение однородной смеси из отдельных компонентов. Соотношение масс компонентов, входящих в смесь, изменяется в различных производствах в широком диапазоне (иногда в соотношении 1:10<sup>6</sup> и более).

Обратный процессу смешивания является процесс сегрегации, приводящий к разделению смеси на отдельные фракции или компоненты. Процессы смешивания и сегрегации могут протекать одновременно в одном аппарате, но с разными скоростями.

В результате перемещений частиц отдельных компонентов внутри смешиваемого объема возможно бесконечное разнообразие их сочетаний в микрообъемах смеси, что позволяет считать соотношение компонентов величиной случайной. Поэтому большая часть известных методов оценки однородности (качества) смеси основаны на методах статистического анализа. Для упрощения расчетов многие исследователи процессов смешивания все смеси считают условно двухкомпонентными, состоящими из так называемого ключевого компонента и условного, включающего все остальные компоненты смеси. Это позволяет оценивать однородность смеси

параметрами распределения одной случайной величины – содержанием ключевого компонента в пробах смеси. В качестве ключевого компонента выбирают такой компонент, который либо легко анализируется, либо его распределение в смеси особенно важно по техническим требованиям.

Для оценки однородности смеси предположено несколько десятков критериев, отличающихся входящими в них параметрами. Однако в большинстве из них присутствует в той или иной интерпретации статистический результат пробоотбора смеси: размах значений концентраций компонентов, дисперсия значений концентраций ключевого компонента, вероятность отклонения значений концентрации от среднего значения, информационная энтропия, фрактальная размерность и т.д.

Наиболее часто для оценки однородности смеси используется коэффициент вариации, %,

$$V_c = \frac{100}{\bar{c}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c})^2}$$

где  $\bar{c}$  – среднее арифметическое значение концентрации ключевого компонента во всех  $n$  пробах смеси, %;  $c_i$  – концентрация ключевого компонента в  $i$ -й пробе.

Коэффициент вариации  $V_c$  часто называют коэффициентом неоднородности, так как его увеличение связано с понижением однородности смеси. Смесь сыпучих материалов высокого качества оценивается значениями  $V_c = 0,5 \dots 2,5$  %; среднего качества  $V_c = 2,5 \dots 4$  %; низкого качества  $V_c > 4$  %. Однако подобное деление следует считать условным, так как качество смеси, ее необходимая однородность определяются техническими условиями на готовую смесь.

Необходимое количество проб, отбираемых случайным образом из смеси для анализа ее однородности, можно назначить, используя неравенство

$$n \geq \frac{t_\alpha^2 V_c^2}{\varepsilon^2}$$

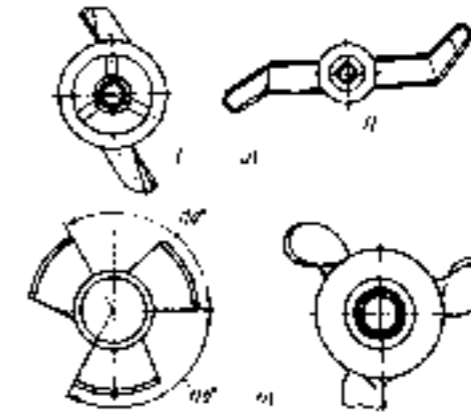
где  $t_\alpha$  – нормированное отклонение функции Лапласа для заданной вероятности  $\alpha$  оценки однородности смеси;  $\varepsilon$  – относительная предельная погрешность определения действительной средней концентрации ключевого компонента  $c_0$  в смеси по выборочной средней  $\bar{c}$ , %.

Значение  $V_c$  перед исследованием нового типа смесителя обычно неизвестно, в этом случае его можно принять  $V_c = 20$  %. В ранее обследованных смесителях величина  $V_c$  должна быть известна.

Минимально допустимая масса пробы, г,

$$m \approx 1.26 \cdot 10^4 \frac{d_H^3 \rho_H}{c_0}$$

где  $c_0$  – концентрация ключевого компонента во всей смеси, %.



а – для которых измельчение частиц недопустимо; б – для которых допустимо измельчение; I – верхняя; II – нижняя

Рисунок 1 – Мешалки смесителя типа ЦЛ для сыпучих материалов

Центробежный лопастной смеситель типа ЦЛ относится к циркуляционным смесителям с быстровращающимся рабочим органом, переводящим смешиваемый материал в псевдооживленное состояние. В качестве рабочего органа в этих смесителях используются мешалки, выполненные в виде радиальных лопастей, пропеллеров или дисков.

Смесители типа ЦЛ предназначены для смешивания сыпучих материалов с  $\rho_H < 1300$  кг/м<sup>3</sup>, а также сыпучих материалов с небольшими добавками жидких компонентов при условии, что смесь остается сыпучей. Время смешивания у них короткое (15...25 мин). Для большинства промышленных смесей в них достижима однородность  $V_c = 1,2 \dots 2,5$  %.

Смешивание компонентов в смесителях типа ЦЛ происходит при циркуляции псевдооживленной массы частиц вверх по стенкам и вниз по центру корпуса. В смесителях, имеющих верхнюю мешалку, циркуляция по указанному контуру увеличивается.

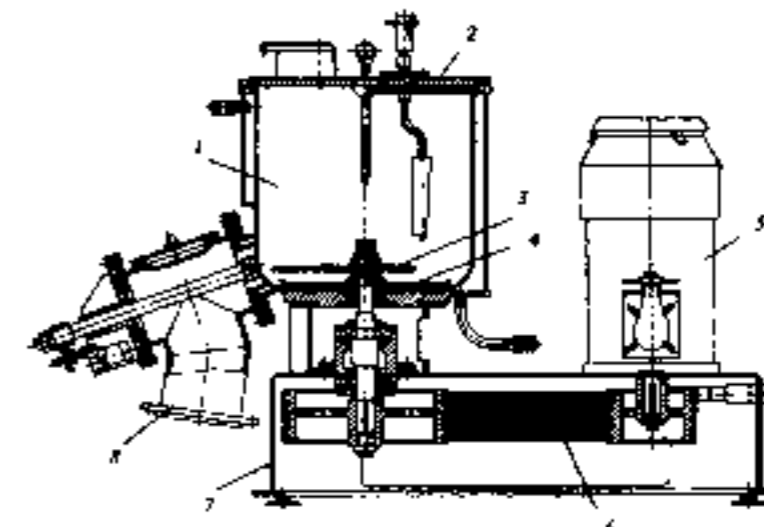


Рисунок 2 – Центробежный лопастной смеситель типа ЦЛ

Экспериментально установлены следующие оптимальные геометрические и режимные параметры смесителей типа ЦЛ:

– высота смесительной камеры  $H = (0,7...0,9)D$ , где  $D$  – диаметр смесительной камеры, определяемый с учетом полного внутреннего объема  $V_n$  смесителя,  $D = 1.15\sqrt[3]{V_n}$ , и аппаратов стандартных диаметров, регламентированных ГОСТ 9931;

– линейная скорость вращения нижней мешалки в зависимости от физико-механических свойств смешиваемого материала  $u_{кр} = 5...8$  м/с;

– диаметр верхней лопасти  $d_{вл} = (0,85...0,9)D$  для смесителей с цилиндрическим корпусом и  $d_{вк} = (0,5...0,6)D$  для смесителей с коническим корпусом; диаметр нижней лопасти  $d_n = (0,85...0,9)D$ ;

– расстояние между лопастями  $h_u = 0,12D$  для смесителей с цилиндрическим корпусом и  $h_k = 0,2D$  для смесителей с коническим корпусом;

– высота лопастей  $b = (0,13...0,15)D$  коэффициент заполнения корпуса сыпучим материалом  $\psi = 0,65$ .

Мощность, необходимая для перемешивания сыпучих материалов в смесителях типа ЦЛ с использованием мешалок, кВт,

$$N = C_2 K_\phi \rho_n (L\omega^2) H_c^{0,63} b^{0,6} S^{0,2} \sin \alpha,$$

где  $C_2$  – коэффициент, зависящий от физико-механических свойств смешиваемого материала;  $K_\phi$  – коэффициент формы лопастей мешалок; для прямых лопастей  $K_\phi = 1$ , для спиральных  $K_\phi = 1,06$ , а для серийно выпускаемых смесителей  $K_\phi = 0,72$ ;  $L$  и  $b$  – соответственно длина и высота лопастей мешалки, м;  $H_c$  – высота слоя материала над нижней лопастью, м;  $\alpha$  – угол наклона лопастей мешалок к горизонтали, °;  $S$  – радиальный зазор между краем лопасти нижней мешалки и стенкой корпуса, м;  $\omega$  – частота вращения мешалок, с<sup>-1</sup>.

Особый интерес вызывают конструкционные особенности лопастей, воздействие которых в процессе смешивания невозможно измерить напрямую. Соответственно, степень влияние оценивается статистически, либо лабораторным анализом механических свойств смеси. Важно отметить, что влияние конструкционных особенностей лопастей на качество смеси требует комплексного изучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Баранов, Д. А. и др. Процессы и аппараты химической технологии. Т. 2 / Под ред. А. М. Кутепова. – М. : Логос, 2001. – С. 600
- 2 Барский, М. Д. Фракционирование порошков. – М. : Недра, 1980. – С. 328.
- 3 Бахтюков, В. М. Бипланетарные и адаптивные циклоидальные смесители. – М. : Индрик, 2000. – С. 56
- 4 Бочаров, В. С., Артюшин, А. Б. Смесительные установки двухэтапного перемешивания. – М. : Машиностроение, 2000. – С. 378

5 Макаров, Ю. И. Аппараты для смешивания сыпучих материалов. – М.: Машиностроение, 1973 – С. 216

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*С. Т. Бабланов, Р.И. Сержанов*

**Екі құраушы қоспаларды алуға арналған орталықтанған тепкіш қалақ**

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*S. T. Bablanov, R. I. Serzhanov*

**Centrifugal paddle mixers for two-component mixtures**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 01.06.15.

*Аталған жұмыста ЦЛ типті орталықтан тепкіш қалақты қоспалауыштардың оңтайлы геометриялық және режимдік параметрлерін тәжірибеде орнатады.*

*In this paper there are set experimental optimum geometrical and operational parameters for the centrifugal paddle mixer type CP.*

УДК 625.84

**А. С. Жумабеков<sup>1</sup>, В. А. Козионов<sup>2</sup>, К. Т. Саканов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>к.т.н., доцент, профессор; <sup>3</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

**ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ СУХОГО И ЖАРКОГО КЛИМАТА**

*Выполнен расчётный анализ факторов, влияющих на работу цементобетонных автомобильных дорог. Установлена необходимость тщательного контроля качества устройства грунтовой насыпи в условиях сухого и жаркого климата.*

*Ключевые слова: цементобетонное покрытие, сухой и жаркий климат, расчёт дорожной конструкции, коэффициент постели, программа SCAD, программа КРОСС.*

**Введение.** Конструирование дорожной одежды состоит в выборе материалов для конструктивных слоев, назначении их числа и толщины, а также последовательности размещения, позволяющей использовать возможности материалов в отношении распределения и восприятия нагрузок.

Основой проектирования конструкций дорожных одежд является анализ напряженного состояния, возникающего при воздействии нагрузки, передаваемой



через колесо автомобиля и атмосферных факторов. Возникающие при этом нормальные (вертикальные) и касательные (горизонтальные) напряжения затухают с глубиной, что позволяет проектировать дорожную одежду как многослойную, применяя в нижних слоях менее прочные материалы.

При действии нагрузки под колесом автомобиля в дорожной одежде образуется прогиб, при этом в верхних слоях происходит сжатие, а в нижних растяжение. Величина прогиба зависит от нагрузки. Различают упругие деформации, которые исчезают после снятия нагрузки, и остаточные деформации, накапливающиеся после последовательных нагружений и снятий нагрузки. Когда накопление остаточных деформаций достигает определенной величины в конструкции дорожной одежды появляются трещины и она разрушается. Деформации обычно выражают отношением измеренного прогиба к диаметру круга, равновеликого следу колеса  $D$ , которое вызывает этот прогиб.

Несмотря на значительный объём выполненных исследований закономерности работы цементобетонных автодорог изучены ещё недостаточно полно. В частности это относится к расчётам автодорог в условиях жаркого климата. Целью работы является исследование влияния факторов при строительстве автомобильных дорог в сухом и жарком климате.

**Расчётная схема.** Для расчёта дорожной одежды была применена программа SCAD 11.5. Предмет исследования визуально изображён на рисунке 1. Расчётная схема представляет собой плиту, вырезанную из участка дороги. Размер плиты 5,4x5,4 метра, подобран под диаметр обобщённого отпечатка, который составляет 0,6 метра от двух колёс тяжёлого транспорта, давящего на поверхность дорожной одежды.

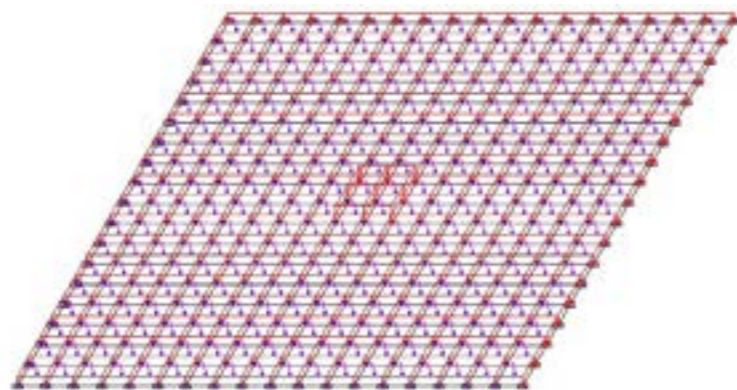


Рисунок 1 – Расчётная схема

При подготовке расчётов плита разбивалась на конечные элементы прямоугольной формы размером 0,3 м.

Слой дорожного покрытия принят из тяжёлого бетона класса В30.

После присвоения жёсткостей были назначены нагрузки на расчётную схему: собственный вес, нагрузка от отпечатка колеса и температурная нагрузка. При проектировании дорожных одежд на автомобильных дорогах международного

значения расчётную нагрузку следует принимать равной 130 кН на одиночную ось [4] по группе расчётной нагрузки  $A_3$ .

Для моделирования реальной нагрузки на цементобетонное покрытие был выбран грузовой автомобиль марки КАМАЗ-65201-63 с колесной формулой 8x4. Данное транспортное средство из всех допустимых для прохождения по дороге при полной загрузке может быть рассмотрено одним из самых неблагоприятных сочетаний внешних сил на цементобетонное покрытие.

**Расчёт дорожной конструкции.** До расчёта напряжённо-деформированного состояния дорожной конструкции было выполнено определение коэффициентов постели основания по программе КРОСС. Эта программа предназначена для определения коэффициентов постели (коэффициент Винклера) для расчета фундаментных конструкций на упругом винклеровском основании на основе моделирования работы многослойного грунтового массива. Геологическая структура грунтового массива предполагается произвольной и устанавливается по данным инженерно-геологических изысканий.

Перед расчетом в программе КРОСС было задано основание в программе SCAD, созданы соответствующие комбинации загружений для расчета осадок и проведён линейный расчёт. Далее выполнен возврат в окно «Расчётная схема», выбран пункт «Назначения» и нажата иконка «Расчёт коэффициентов упругого основания». При этом для начала расчёта создавалась схема в программе КРОСС и введены габариты плиты.

Для выполнения расчётов использовались данные геологических изысканий по четырем скважинам и введены их параметры (рисунок 2).

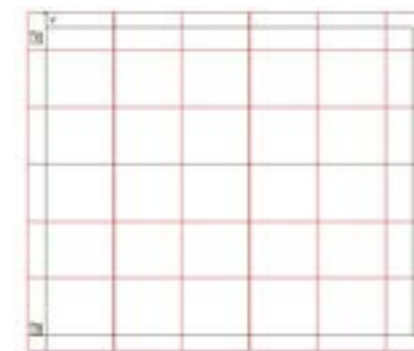
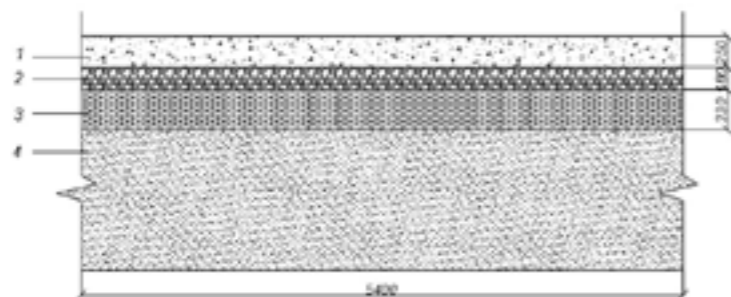


Рисунок 2 – Схема плиты, созданная в программе КРОСС

Рассматривается трёхслойное основание: первый слой – ЩЩС, второй слой – гравийно-песчаная смесь, третий слой – грунт, суглинок (лёгкий, пылеватый). На рисунке 3 изображены все слои, включая цементобетонное покрытие.





1 – цементобетонное покрытие; 2 – ЩПС; 3 – гравийно-песчаная смесь; 4 – грунт суглинок, лёгкий пылеватый  
Рисунок 3 – Слои дорожного полотна

Все данные о слоях дорожного полотна были взяты из проектной документации по строительству дороги «Западный Китай – Западная Европа» и результатов контроля качества строительного материала. Все характеристики слоёв приведены на рисунке 4. В параметрах скважин введены слои дорожного полотна и их отметки верхних границ.

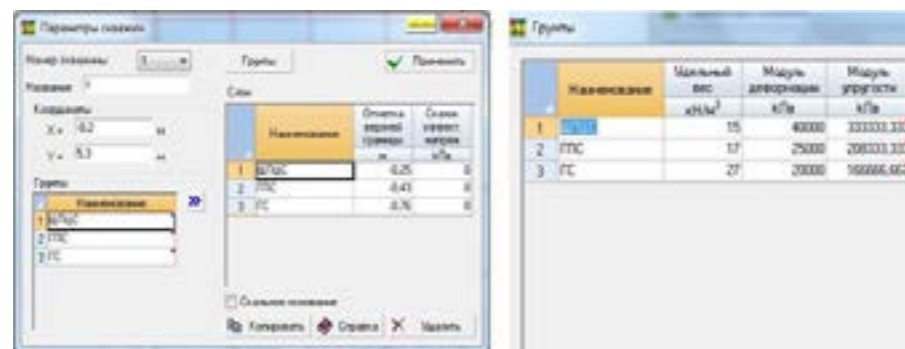


Рисунок 4 – Отметки верхних границ слоёв и осреднённые характеристики грунтов

Для определения коэффициента постели вводились начальные нагрузки и отметка подошвы. Нагрузка принималась из расчёта, произведённого в программе SCAD. Отметка подошвы цементобетонного покрытия составляла – 0,25 м. Выполняется расчёт, далее «сохранить данные для SCAD», тем самым были переданы эти значения (коэффициенты постели) в программу SCAD. Производится линейный расчёт с этими значениями и получается результат. Прделанные операции представляют первый шаг для определения коэффициентов постели (коэффициентов Винклера). Для получения окончательных результатов производился перерасчет в программе КРОСС, до тех пор, пока в отчетах предыдущего и следующего расчетов коэффициенты постели не уравниваются (будут максимально близки по значениям). Далее выполнялась описанная выше процедура расчёта. Программа выдает окно с сообщением «Использовать результаты расчёта реакций грунта в качестве давления на грунт под плитой фундамента?» (это те значения, которые посчитаны в SCAD), подтверждается

кнопкой «Да» и выбирается из списка комбинация нагрузок, которая была задана на начальной стадии расчёта. В КРОСС прделывались те же операции с назначением нагрузки и отметки подошвы. Прикладывается нагрузка равная нулю, при этом данные программы SCAD автоматически переносятся на схему в КРОСС. Производится повторный расчёт и сохраняется полученный результат. Аналогично производится линейный расчёт в программе SCAD и получают более точные данные.

Был проведен ряд расчётов с разными температурными нагрузками и модулями деформаций гравийно-песчаной смеси и грунта. Все исходные значения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Варианты комбинаций температурных нагрузок и модулей деформаций слоёв дорожного полотна

Температурная нагрузка, °С	Модуль деформации грав.-песч. смеси, кПа	Модуль деформации грунта, кПа
50	20000	15000
50	30000	25000
50	30000	15000
50	20000	25000
20	20000	15000
20	30000	25000
20	30000	15000
20	20000	25000
35	25000	20000

На рисунках 5 и 6 даны графические результаты напряжённого состояния от комбинации нагрузок «Собственный вес + Нагрузка от транспорта + Температурная нагрузка».

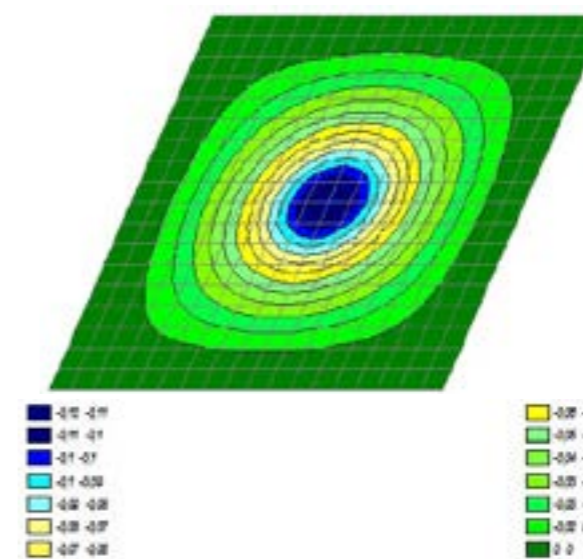


Рисунок 6 – Перемещения по Z, t – 50°С, гравийно-песчаная смесь – 20000 кПа, грунт суглинок – 15000 кПа

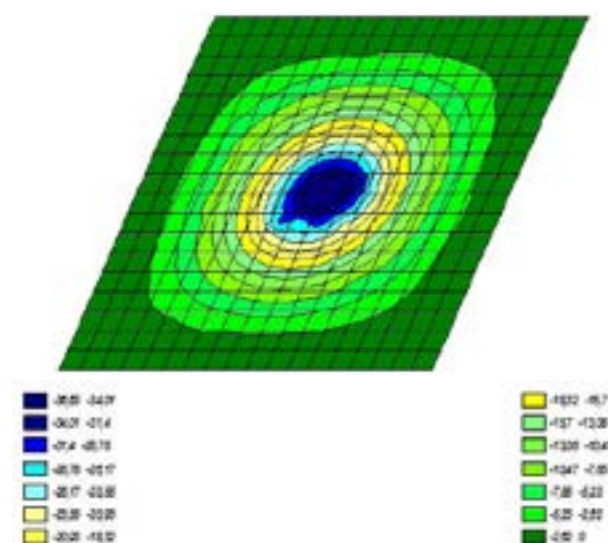


Рисунок 7 – Напряжения RZ, t – 50°C, гравийно-песчаная смесь – 20000 кПа, грунт суглинок – 15000 кПа

В таблице 2 приведены результаты выполненных расчётов с различными комбинациями температурных нагрузок и модулей деформаций слоёв дорожной одежды.

Таблица 2 – Результаты расчётов с различными комбинациями

Темп. нагрузка, °C	Модуль деформации грав.-песч. смеси, кПа	Модуль деформации грунта, кПа	Перемещения по Z, мм	Напряжения RZ, кН/м <sup>2</sup>
50	20000	15000	-0,12...-0,11	-36, 63...-34,01
50	20000	25000	-0,18...-0,17	-27,86...-25,87
50	30000	25000	-0,17...-0,16	-29,11...-27,03
50	30000	15000	-0,12...-0,11	-36,63...-34,01
35	25000	20000	-0,15...-0,14	-30,79...-28,59

При температурном воздействии в 20°C и 50°C все показатели идентичны.

Вывод: при строительстве автомобильных дорог в условиях сухого и жаркого климата необходимо уделить особое внимание контролю над качеством работ при устройстве дорожной насыпи и, в частности, контролю над плотностью-влажностью глиняного грунта. Температурные воздействия необходимо учитывать при сохранении заданной по проекту влажности грунтов. Для этой цели рекомендуется использовать современные приборы оперативного контроля влажности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Васильев, А. П. Эксплуатация автомобильных дорог : в 2 т. – Т.1 : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Васильев. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 320 с.
- 2 Карпиловский, В. С., Криксунов, Э. З., Маляренко, А. А., Перельмутер, А. В., Перельмутер, М. А. Вычислительный комплекс SCAD. – М. : Издательство СКАД СОФТ, 2007. – 609 с. – ISBN 978-5-903683-02-4.
- 3 Учебное пособие. SCAD Office. Шаг за шагом / Кардаенко А. П. – СПб., Проектно-строительная компания «КАПроект». – 87 с.
- 4 СНиП РК 3.03-09-2006. Автомобильные дороги.
- 5 СН РК 3.03-34-2006. Инструкция по проектированию жёстких дорожных одежд.
- 6 ГОСТ 23735-79. Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия.
- 7 ГОСТ 25607-94. Смеси щебёночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*A. S. Zhumabekov, V. A. Kozionov, K. T. Sakanov*

**Құрғақ және ыстық климаттағы цементбетонды автомобиль жолдарының құрылымының жұмыс ерешеліктері**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*A. S. Zhumabekov, V. A. Kozionov, K. T. Sakanov*

**The specificity of the road construction work in cement concrete auto roads in dry and hot climate conditions**

S. Toraighyrov State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Цементбетонды автомобиль жолдарының жұмысына әсер ететін факторлары есептік анализ жасалған құрғақ және ыстық климатта құм үйіндісін салуда жұмыс сапаны бақылауға көңіл аудару керек.*

*The computative analysis of the factors affecting the work of cement concrete auto roads was completed. The necessity of the accurate quality control of the ground fill in conditions of dry and hot climate was established.*

**Д. Э. Измагамбетов, В. Д. Никитин, Г. О. Бекетова**

магистранты, НИ Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия.

**АНАЛИЗ МЕТОДИКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАСЧЕТА СЕЧЕНИЯ ПО ПОТЕРЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ПОПУЛЯРНОМ СПРАВОЧНИКЕ**

*В данной работе проведен критический анализ методики расчетов в Справочнике для проектирования электрического освещения Г. М. Кнорринга.*

*Ключевые слова: Г. М. Кнорринг, справочник, проектирование, расчет сечения, методика расчета.*

«Справочник для проектирования электрического освещения» Г. М. Кнорринга [1] пользовался заслуженным вниманием, выдержав с 1938 г. по 1968 г. шесть изданий. Последнее прижизненное издание состоялось в 1976г; в связи с ростом объема, 24 печатных листа, стало называться «Справочной книгой для проектирования электрического освещения». В 1992 г. вышла «Справочная книга для проектирования электрического освещения» Г. М. Кнорринга, И. М. Фадиной, В. Н. Сидорова [2], объем вырос в полтора раза за счет появления: примеров (один из них будет проанализирован далее); нормативных и других материалов, едва ли нужных светотехнику (длительно допустимый ток для кабелей: переносных шланговых с медными жилами с резиновой изоляцией: для торфопредприятий, таблица 12.16; для передвижных электроприемников, таблица 12.17; проводов: с медными жилами с резиновой изоляцией для электрифицированного транспорта 1,3 и 4 кВ, таблица 12.18; неизолированных бронзовых и сталебронзовых, таблица 12.39); схем вводных, распределительных, вводно-распределительных панелей (рисунок 13.2,13.3,13.4 и др.) [2], нужных скорее электроснабженцам, нежели светотехникам.

У таблиц моментов 12.53 и 12.54 [2] отсутствует указание на металл, и лишь по столбцу  $S=1,5 \text{ мм}^2$  догадливый читатель может определить «видовую принадлежность». Некоторая небрежность (чего при Кнорринге никогда не было) проявляется и в других главах, так, рисунки 7.33 и 7.43 поменялись местами; линейные изолюксы остались лишь для (исчезающего из проектной практики) светильника ПВЛМ; нет внятных пояснений по некоторым рисункам.

**1 Расчет коэффициента С**

Анализ начнем с обсуждения значений коэффициента С, связывающего характеристики сети. В таблице 12.46 приведено ошибочное выражение  $C=10^{-5}$  (вместо  $10^{-2}$ , поскольку  $C = \frac{U^2 \cdot n^2 \cdot \gamma}{10^2 \cdot m}$  [3], где n – число фаз, m – число нагруженных жил.

Некоторые тонкости, касающиеся коэффициента С и смежных вопросов, анализируются в таблицах 1 и 2.

Отметим еще 2 обстоятельства. На с.305 [2] используется завышенное значение  $C = 7,74$  (хотя на с. 304 дано  $C = 7,4$ ), поскольку для А1 взято значение  $\gamma = 32$  (но даже «установившееся» в проектной практике значение

$\gamma = 30,5 \text{ MSm} \cdot \text{m}^{-1}$  представляется по ряду причин требующим снижения). Реально на значение  $\gamma$  «относят» влияние 4-х факторов (таблица 1).

Таблица 1 – Факторы, влияющие на значение  $\gamma$ , и анализ значений коэффициента С

Факторы, влияющие на значение $\gamma$	Аналитическое описание эффекта
Загрязнение металла при выплавке, прокатке (волочении)	В литературе отсутствует (из-за неопределенности факторов)
Рост длины L при скрутке жил и провисании	$1 + \Delta L \cdot L^{-1}$
«Экономия» $\Delta S$ металла производителями (Sфакт < Sном), особенно в случае меди	$(\frac{S - \Delta S}{S})^{-1} = 1 + \Delta S \cdot (S)^{-1}$ , где $\Delta S$ – разность номинального и фактического значений)
Факторы, влияющие на значение $\gamma$	Аналитическое описание эффекта
Зависимости проводимости от температуры провода; «установившееся» в светотехнике значение берется для средней эксплуатационной температуры 35°C	$\gamma_t \cdot \gamma_{20}^{-1} = [1 + \alpha \cdot (t - 20^\circ \text{C})]^{-1}$ , где температурный коэффициент сопротивления $\alpha = 0,004(^\circ \text{C})^{-1}$
Объект анализа	Существенные обстоятельства и результат анализа
Ф о р м у л ы (12.20, 12.21 и другие) и таблица 12.46 в [2]	В выражении S~M действительно имеется коэффициент $10^5=10^{3+2}$ ; куб - для перерасчета kW в W, квадрат - для перехода к процентам; значение 105 неправомерно перешло в таблицу 12.46, где дается характеристика системы напряжения и материала сети (мощность электроприемников не упоминается вообще)
Т а б л и ц ы моментов	При пользовании этими таблицами пересчет kW в W и «самостоятельный» учет % не требуется - таблицы моментов уже «подстроены» под kW и значения потери напряжения (ПН) в %
Таблица 12.46	Содержит (редуцированные) зависимости $C=C(U, n, m, \gamma)$ , с моментами (нагрузками, плечами) не сопряженные; здесь лучше бы прямо дать $C = \frac{U_\phi^2 \cdot n^2 \cdot \gamma}{10^2 \cdot m} \cdot \frac{GW}{m\%}$ , чем приводить три варианта знаменателя (с сомножителями 1; 2,25; 2; притом без пояснений, которые есть, например, в [3]), да еще с его-aneous значением 105

Таблица 2 – Зависимость коэффициента С от характеристик сети

Доказательство ошибочности формул $C \sim 10^{-5}$ *	Путь 1 (на основе самой таблицы значений коэффициента $C=C(U)$ .)	Путь 2 (на основе таблиц моментов нагрузки для А1 или Сu проводников)
С зависит от характеристик сети как таковой, а не от электроприемников. Поэтому к С относится только 10-2 (значение ПН дается в процентах).	Воспользоваться любой из трех формул таблицы 12.46; так, для А1, $3\phi+0$ , $\frac{\gamma \cdot U_\phi^2}{10^2} = 30,5 \cdot 10^6 \cdot 380^2 \cdot 10^{-5} = 44 \cdot 10^6 \frac{W}{m\%} = 44 \cdot 10^5 \frac{W}{m\%}$ (Разницу в 3 порядка не заметили)	Взять любую из таблиц моментов, например, таблицу 12.47; при $\Delta U=1,0\%$ , $S = 10 \text{ мм}^2$ , $M = 440 \text{ kWm}$ ; тогда $C = M \cdot (S \cdot \Delta U)^{-1} = 440 \text{ kWm} \cdot (10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 \cdot 1\%)^{-1} = 44 \frac{GW}{m\%}$ , а не $44 \text{ MW}(m\%)^{-1}$



\* Отметим:

Значение  $C \sim 10^{-5}$  было бы верным при задании напряжения в kV (но в таблице – вольты).

2. Анализ решения задачи 12.3 в [2]

Исходные данные и узловые моменты решения приведены в таблице 3.

Выполним расчет ПН. С целью снижения объема вычислений

Таблица 3 – Информация по примеру 12.3 [2]

Условия задачи	Рисунок 1. Схема сети (в компактном виде)
<p>Определить наибольшие потери напряжения в разветвленной двухпроводной линии напряжением 220 В, выполненной алюминиевыми проводами. Схема сети показана на рисунке 1: нагрузки (kW), длина участков - подчеркнута (m), сечения - в кружках (mm<sup>2</sup>).</p>	
<p>Пример решения для участка А - I</p>	<p>Результаты расчета для других участков</p>
<p><math>\Delta U = (1 \cdot 20 + 1 \cdot 50) \cdot (7,74 \cdot 25)^{-1} = 0,36\%</math>                      . (О том, что это головной участок сети с нагрузкой <math>P &gt; 7</math> kW - ни намека). [На самом деле вся нагрузка - 7,4 kW, и при <math>C = 1</math>  <math>\Delta U = (7,4 \cdot 20 + 6,4 \cdot 30) \cdot (1 \cdot 25)^{-1} = 13,6\%</math>                      ; реально при <math>C = 7,4</math>: <math>\Delta U = 13,6 / 7,4 = 1,83 \neq 0,36</math> в [2]; здесь имеет место пятикратная разница]</p>	<p>Участок                      I – II                      I – Б                      II – В                      II – Г</p> <p><math>\Delta U, \%</math>                      1,19                      2,58                      0,86                      0,68</p> <p>Вывод по [2]: наибольшие ПН в сети имеют место до точки Б. Ошибка очевидна: так, на участке I – В больше нагрузка (<math>4,4 &gt; 1,0</math>) и плечо (<math>180 &gt; 120</math>), что «перевешивает» рост сечения на участке I – II.</p>

Нагрузки суммируем и прикладываем к средней точке для участков: А – I ( $P = 1,0 + 1,0 = 2,0$ ; ( $L = 20 + 30 / 2 = 35$ )), I – Б ( $P = 0,5 + 0,5 = 1,0$ ; ( $L = 80 + 80 / 2 = 120$ )), I – II ( $P = 0,5 + 0,5 = 1,0$ ; ( $L = 40 + 40 / 2 = 60$ )), II – Г ( $P = 0,6 + 0,6 = 1,2$ ; ( $L = 50 + 40 / 2 = 70$ )), что показано на рисунке 2; поскольку в пределах данного примера  $C = \text{const}$ , то используем в ходе расчетов условное значение  $C = 1 \frac{\text{GW}}{\text{m}\%}$ , а реальное значение  $C$  введем лишь в конце расчета.

Уязвимость примера, реализованного в [2], становится особенно заметной, если на головном участке вообще убрать нагрузку (1+1) кВт; и что же тогда – потери напряжения  $\Delta U = 0$ ?

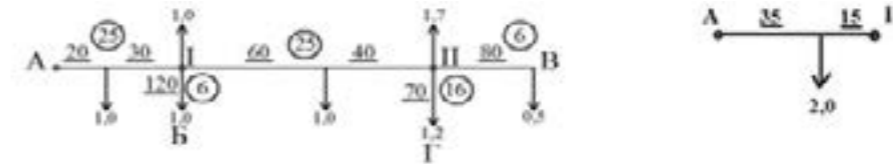


Рисунок 2 – Упрощенная схема сети; участок А – I показан отдельно справа

Наибольшая ПН – на участке АВ, притом  $\Delta U$  в 2 раза превышает значение приведенное в [2]; там наибольшими потери напряжения считались на участке АБ ( $2,94 > 2,41 > 2,23$ ). На деле потери составляют:  $4,88$  (А–В)  $>$   $4,71$  (А–Г)  $>$   $4,54$  (А–Б).

В заключение отметим, что при расчетах по потере напряжения очень важен выбор длины сети [4]. Если длина  $L$  превышает оптимальное значение  $L_{opt}$ , то приращение сечения составит  $\Delta S = P \cdot (C \cdot \Delta U)^{-1} \cdot (L - L_{opt})$ , где  $L_{opt} = \left[ \frac{0,0282 \cdot \sqrt{\gamma} \cdot n \cdot U_0}{\cos^2 \varphi \cdot K \cdot (\Delta \theta)} \right]^{2/3} \cdot P^{1/3} \cdot \Delta U$ ; в знаменателе  $\cos \varphi$  – коэффициент мощности,  $K$  – коэффициент теплопередачи,  $\mu\text{W/m}^2\text{°C}$ ,  $\Delta \theta$  – разница температуры жилы и окружающей среды,  $^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 4 – Сравнение ПН по участкам

Участок	А – Б	А – В	А – Г
$\Delta U, \%$ по [2]	$0,36 + 2,58 = 2,94$	$0,36 + 1,19 + 0,86 = 2,41$	$0,36 + 1,19 + 0,68 = 2,23$
Упрощенная схема сети для рассматриваемых точек			
$\Delta U, \%$ при	$C = 1$	$13,6 + \frac{1 \cdot 120}{6} = 33,6$	$13,6 + \frac{4,4 \cdot 60 + 3,4 \cdot 40}{25} + \frac{0,5 \cdot 80}{6} = 36,3$
	$C = 7,4$	$\frac{33,6}{7,4} = 4,54 > 2,94$ (по [2])	$\frac{36,3}{7,4} = 4,88 > 2,41$ (по [2])

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Под ред. Г. М. Кнорринга. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – Л.: «Энергия», 1976. – 384 с.  
 2 Кнорринг, Г. М., Фадин, И. М., Сидоров, В. Н. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – СПб.: «Энергоатомиздат», 1992. – 448 с.



3 **Вайнштейн, В. Б., Никитин, В. Д.** Электрическая часть осветительных установок. Учебное пособие. – Томск : Изд. ТПИ им. С. М. Кирова, 1984. – 92 с.

4 **Вайнштейн, В. Б., Никитин, В. Д., Толкачева, К. П.** Экономия материала проводника при расчете сечений...//Материалы V Всероссийской научно-технической конференции. – Томск : Изд. ТПУ, 2012. – С. 159-161.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*Д. Э. Измагамбетов, В. Д. Никитин, Г. О. Бекетова*

**Танымал анықтамаларда кернеулердің шығыны бойынша тапсырмаларын шешу әдістемелерін талдау**

ҰҒТ Томбы политехникалық университеті, Томбы қ., Ресей  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*D. E. Izmagambetov, V. D. Nikitin, G.O. Beketova*

**Analysis of the voltage loss section calculation's problem solving technique in the popular reference book**

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған жұмыста Г. М. Кнорринг Анықтамасында электрлік жарықтандыруды жобалау үшін есептеу әдістемелеріне критикалық талдау жүргізеді.*

*In this paper, a critical analysis is given to the calculation methods in the «Spravochnik dlya proektirovaniya elektricheskogo osvescheniya» by G. M. Knorring.*

УДК 621.316.925.1

**Д. Д. Исабеков**

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

**ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ФИРМЫ «AREVA», ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

*Данная статья посвящена обзору существующих микропроцессорных устройств релейной защиты фирмы AREVA с выявлением их достоинств и недостатков.*

*Ключевые слова: микропроцессорные устройства, релейная защита, линия электропередач, силовой трансформатор, фирма «AREVA».*

Скорость работы микроЭВМ как известно зависит от разрядности чисел, передаваемых по шинам от узла к узлу. Это определяется разрядностью шины данных. Современные микроЭВМ работают с 16- и 32-разрядными машинными словами. Время выполнения команды определяется тактовой частотой задающего генератора и

зависит от быстродействия применяемых интегральных микросхем, что в свою очередь определяется технологией их изготовления. Сегодня электронной промышленностью предлагаются десятки разновидностей микропроцессора, и они непрерывно совершенствуются. По этой причине происходит периодическое обновление аппаратной базы и в цифровых устройствах релейной защиты и автоматики.

На рисунке 1 представлены основные узлы МУРЗ, которыми являются: 1-внутренние трансформаторы тока и напряжения; 2-антиалиазинговые фильтры; 3-цепи выборки и запоминания; 4-мультиплексор; 5-аналогово-цифровой преобразователь (АЦП); 6-микропроцессор; 7-таймер; 8-электрически стираемое перепрограммируемое запоминающее устройство (EEPROM); 9-оперативная память (RAM); 10-постоянное запоминающее устройство (ROM); 11-логические входы-выходы; 12-клавиатура и дисплей; 13-серийный порт; 14-оптроны; 15-выходные реле.

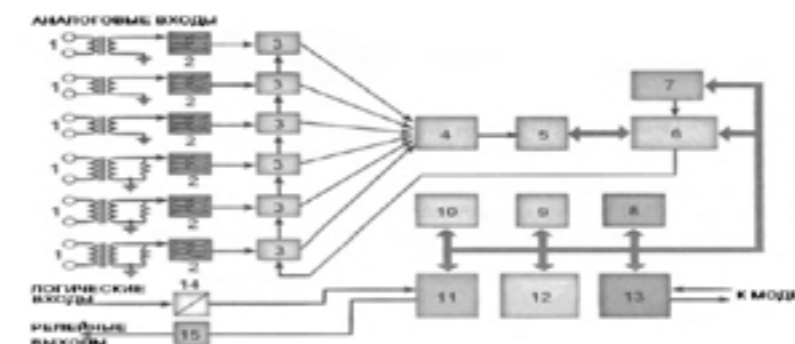


Рисунок 1– Структурная схема микропроцессорного устройства релейной защиты

Существует несколько конструктивных схем расположения печатных плат в корпусах микропроцессорных устройств релейной защиты. Одной из таких конструктивных схем является так называемый «этажерочный модуль», которая предусматривает расположение печатных плат одна над другой. Платы скрепляются между собой резьбовыми втулками, образуя единый конструктивный модуль, похожий на этажерку. Этот модуль затем устанавливается внутри корпуса микропроцессорных устройств релейной защиты. Соединение между платами осуществляется посредством разъемов и плоского гибкого кабеля.

Компания «AREVA» является одним из ведущих в мире предприятий в областях производства и передачи энергии. Отделы компании располагают приобретенным в течение десятилетий опытом разработки и производства высоковольтных коммутационных аппаратов, отвечающих самым высоким требованиям. В более чем в 120 странах коммутационные аппараты обеспечивают экономичное и надежное электроснабжение.

Все изделия, выпускаемые компанией «AREVA» соответствуют международным стандартам. Они отличаются высокой эксплуатационной безопасностью и надежностью. Устройства адаптированы к требованиям ПУЭ

и ПТЭ), имеют методики применения и выбора уставок, схемы подключения ко всем типам коммутационной аппаратуры. Защиты имеют 3 серии устройств: MODULEX3, MiCOM, MODN. Серия MiCOM представлена на рисунке 2 и отличается от MODULEX3, представленной на рисунке 3 расширенным перечнем функций и повышенной точностью работы. Серия MODN имеет расширенные возможности по управлению выключателем, что упрощает схему управления.

К достоинствам устройств компании «AREVA» можно отнести то, что эти устройства имеют малые габариты



Рисунок 2 – Блок защиты серии MiCOM

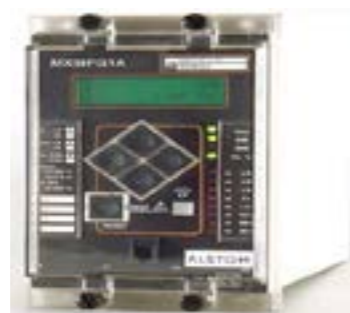


Рисунок 3 – Блок защиты серии MODULEX3

Первые реле на базе микропроцессора было выпущено этой фирмой в 1984 году. К достоинствам устройств компании «AREVA» можно отнести то, что эти устройства имеют малые габариты. Кроме выполнения функций защиты и противоаварийной автоматики устройства осуществляют замер текущих величин, имеют автоматический контроль исправности. Конструктивно изделие MiCOM выполнено в виде электронного блока с металлическим корпусом в виде кассеты. На задней стенке корпуса находятся клеммы для подключения входных и выходных сигналов. Внутри корпуса клемники выполнены в виде разъемов. Замена электронного блока осуществляется выемкой его из кассеты без отключения соединительных проводов [2, 35 с].

Стандартной функцией блоков защит является запись осциллограмм аварийных процессов. В случае аварии записывается ряд аварийных параметров, время события, и осциллограмма 4 аналоговых и 16 дискретных сигналов. Осциллограмма пишется

с дискретностью 20 точек/период, продолжительностью 3 с. Запись предистории может программироваться от 100 мс до 3 с. Максимальное число записей пять.

Защиты MiCOM P120 – P123 имеют только токовые защиты, MiCOM P125 – P125 имеют токовые защиты и защиты по напряжению. Все блоки защит, имеющие входы тока и напряжения измеряют электрическую мощность и энергию, т.е. могут быть использованы для технического учета электроэнергии. Однако, для правильной оценки погрешности показаний, необходимо учитывать уточненные характеристики трансформаторов тока и напряжения.

Дистанционная защита MiCOM P433 – P439 имеет 6 ступеней. Устройство имеет также четырехступенчатую защиту от замыканий на землю и четырех ступенчатую токовую защиту обратной последовательности. Ступени защит могут быть направленными. Для MiCOM P433, P439, может быть использована схема ускорения защиты по ВЧ каналу. Среди возможных способов ускорения по ВЧ каналу, имеется способ ускорения для режима «слабого питания», т.е. тупиковый режим электроснабжения,

Устройство MiCOM P439 имеет жидкокристаллический графический дисплей, на котором может быть изображена мнемосхема ячейки с разъединителями и заземляющими ножами, и может управлять до 6 аппаратами. Область применения такой защиты это ячейки с дистанционным управлением разъединителями и заземляющими ножами.

Защита MiCOM P441 работает при междуфазных коротких замыканиях и при замыканиях на землю и имеет 5 ступеней дистанционной защиты (ДЗ). Устройство имеет также трехступенчатую защиту от замыканий на землю и четырехступенчатую максимальную токовую защиту от междуфазных коротких замыканий. Она может быть направленной, и применена вместо дистанционной защиты. Может быть также использована схема ускорения защиты по ВЧ каналу.

В серии MiCOM имеется набор дифференциальных защит линии MiCOM P540. Может быть применено устройство MiCOM P541, если не нужно АПВ, или если выполнить на резервной дистанционной защите, MiCOM P542 имеет четырехкратное АПВ. Перечисленные защиты могут работать по проводному или оптоволоконному каналу. Имеется также дифференциально-фазная защита MiCOM P547, которая работает по ВЧ каналу. Принцип ее действия похож на широко применяемые в СНГ защиты ДФЗ-201. Все эти устройства могут быть применены в качестве основной защиты, а в качестве резервной применяются вышеупомянутые дистанционные защиты P433 – P439, P44 [1, 73 с].

В настоящее время микропроцессорные защиты введены в эксплуатацию на многих предприятиях промышленности. Остановимся более подробно на одном из реле микропроцессорных защит, типа «MiCOM P 123» [3, 8 с].

Моделируя проект защиты объекта, представленного на рисунке 4 с применением микропроцессорных устройств защит на базе реле MiCOM необходимо отдать должное, что современные разработки в области микропроцессорной 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 модель линии электропередач «W1», выключатель «Q1» и «Q2», трехфазную трансформаторную группу «Т» подключены к источнику питания «G». Выключатели «Q4» и «Q5» используются как короткозамыкатели. 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» [5, 11 с].

Перед проведением эксперимента необходимо убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания [6, 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.», выключателей «Q4» и «Q5» – в положение «РУЧН.». Номинальные напряжения обмоток трансформаторов блока «Т» выставить равными 230 В. Параметры линии электропередачи «W1» 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», «Q3», «Q4» и «Q5».
7. Задав уставки на реле смоделировать «МТЗ трансформатора» или «МТЗ ЛЭП».

Таблица 1– Перечень используемой аппаратуры

Обозначение	Наименование	Примечание
G	Источник питания	
T	Трансформатор	
Q1, Q2, Q3	Выключатель	
Q4, Q5	Выключатель	для создания короткого замыкания
W1	Линия электропередач	
P	Активная нагрузка	
Q	Реактивная нагрузка	
TA	Трансформатор тока	

Задаваясь 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 [4, 7 с]. Выключатели

«Q4» и «Q5» является в данном случае элементом создающим короткое междуфазное замыкание (короткозамыкателем). На появившееся короткое замыкание срабатывает данное реле, отключая либо поврежденный трансформатор, либо поврежденную линию электропередач. Уставки можно выставить равными к примеру 0,3 А.

Данный эксперимент предлагается впервые и его проведение дает дополнительные широкие возможности использования микропроцессорных 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.

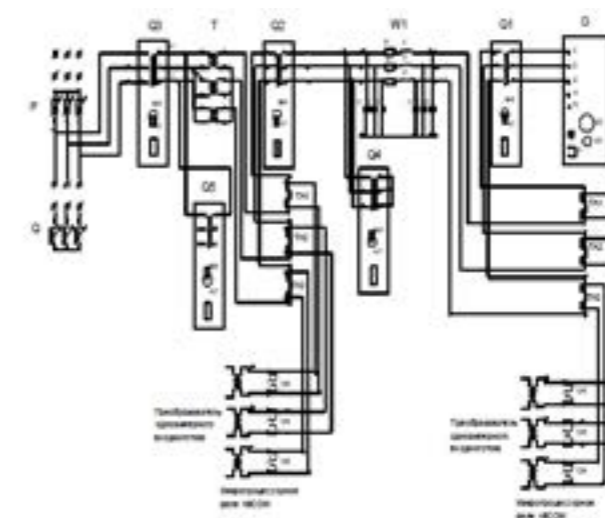


Рисунок 4 – Смоделированная электрическая схема соединений для защиты линии электропередач и силовых трансформаторов, с применением реле серии «MiCOM»

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы. – М. : Инфра-Инженерия, 2011. – С. 336.
- 2 Микропроцессорные устройства релейной защиты энергосистем: 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
- 4 Руководство для пользователя терминалов МТЗ типа MiCOM. www.rza.org.ua
- 5 Руководство по наладке и эксплуатации терминалов МТЗ типа MiCOM,6 www.rza.org.ua.

6. **Карпеш, 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 01.06.15.

Д. Д. Исабеков

**«AREVA» фирмасында электрберістерінің сызықтарын және күш беретін трансформаторларын қорғау үшін релейлі қорғанысының микропроцессорлық қондырғыларын қолдану**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

D. D. Isabekov

**Application of “Areva” company protective relays for power lines and power transformers**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақала AREVA фирмасының релейлік қорғанысының микропроцессорлық қондырғысы бар болуымен олардың артықшылықтарын және кемшіліктерін табуы үшін шолуға арналған.*

*This article provides an overview of the existing “Areva” company digital protective relays with the identification of their strengths and weaknesses.*

УДК 665.7

**М. Н. Қабыкен<sup>1</sup>, Д. Р. Абсолямова<sup>2</sup>, Ж. Ш. Шошай<sup>3</sup>, Е. С. Абдрахманов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>студент; <sup>2</sup>ст. преподаватель; <sup>3</sup>ст. преподаватель; <sup>4</sup> к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ ПАКЕТА СМЕСИ НА ЕЕ ГАЗОПРОВОДНОСТЬ**

*В данной статье исследуются газопроницаемость формы, с использованием специального прибора на формовочной установке «ВСП-КОМБИ»*

*Ключевые слова: ВСП-комби, эксперимент, газопроницаемость, плотность, газопроводность, формовочная установка.*

Исследовать газопроводность формы стандартным методом невозможно из-за отсутствия приборов. Стандартным методом можно только определить

гапроницаемость смеси, а не формы. Для определения газопроводности формы был использован прибор, предложенный в работе.

Газопроводность формы  $L$  представляет собой количество газа в  $\text{см}^3$ , которое способна пропустить форма за 1 мин. при избыточном давлении в  $1 \text{ кг/см}^2$ . В экспериментах определялись количество воздуха  $\tau$  и давление по манометру в см. водяного столба  $P$ .

Газопроводность измерялась непосредственно в форме на формовочной установке «ВСП-КОМБИ», в литейной лаборатории ПГУ им. С. Торайғырова. Газопроводность формы равна:

$$L = \frac{Q}{P \cdot \tau} \text{ см}^5/\text{г} \cdot \text{мин}$$

В экспериментах применялась опока с размером диаметром 400 мм и высотой 250 мм.

На рисунке 1 представлена зависимость газопроводности от высоты формы различных типов формовочных смесей.

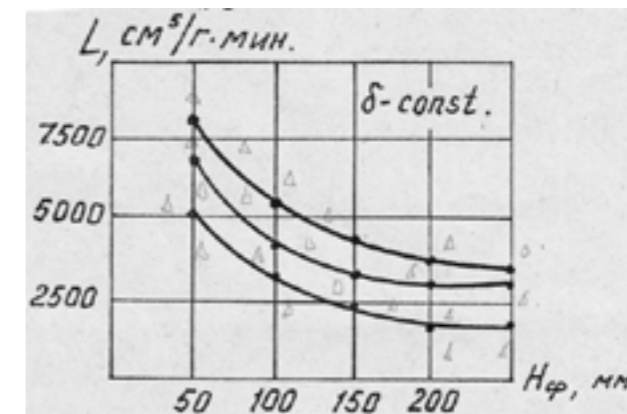


Рисунок 1 – Изменение газопроводности при увеличении высоты формы

Плотность форм была в пределах  $\delta = 1690 \text{ кг/м}^3$ . Из графика (рисунк 1) видно, что газопроводность весьма существенно зависит от высоты и плотности формы. Из графика видно, что газопроводность весьма существенно зависит от высоты и плотности формы. До  $H_{\phi} = 50-100$  мм газопроводность достаточно высокая, но при  $H_{\phi} > 50-100$  мм резко падает. Для разных смесей при прочих равных условиях газопроводность также различна.

Для получения отливок без брака необходимо, чтобы гапроницаемость была для формовочных смесей: №3– $K=105$  ед.; №2– $K=90$  ед.; №1– $K=80$  ед. Эти значения газопроницаемости примем за оптимальные для каждой конкретной смеси. если вычислить газопроницаемость смеси  $K$  по формуле  $K = L \frac{H_{\phi}}{F_{\phi}}$ , представив полученные значения  $L$  и высоты формы (для смесей №2 и №1  $L=3000-3300 \text{ см}^5/\text{г} \cdot \text{мин}$  и  $H_{\phi}=100-120$  мм, для смеси №3  $L=3800-42000 \text{ см}^5/\text{г} \cdot \text{мин}$  и  $H_{\phi}=150-160$  мм, то получим, примерно, такие величины газопроводности  $K$ .



В результате проведенных экспериментов установлено, что при этом методе газопроводность  $L$  следует регулировать удельным давлением подпрессовки смеси на первом этапе уплотнения или толщиной стенки, обрамляющей полость формы. Газопроводность формы увеличивается за счет уменьшения  $H_f$ , т.е. за счет уменьшения толщины стенки пустотелой формы.

Пути повышения плотности и твердости боковых поверхностей высоких моделей и повышения газопроницаемости прессово-ударном методе уплотнения.

Толщина образовавшегося «наклепанного» слоя смеси на горизонтальных участках ступенчатой цилиндрической модели больше, чем на вертикальных боковых участках. Проведенные эксперименты показывают, что это – различие тем больше, чем больше высота модели.

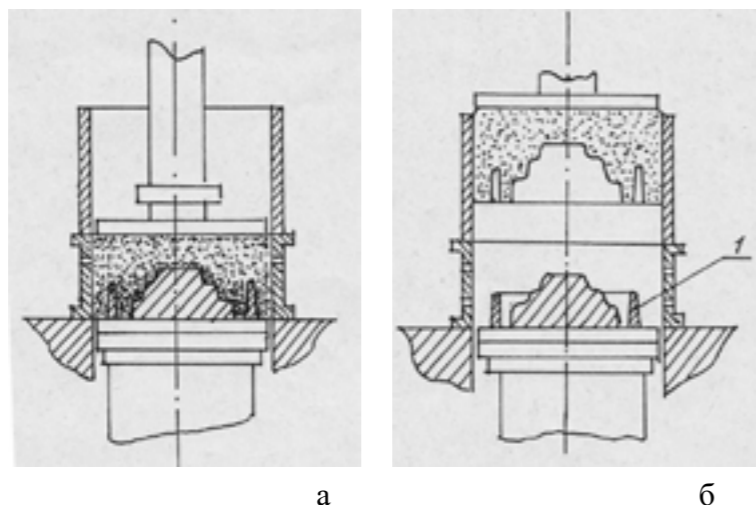


Рисунок 2 – Схема применения «ложной» модели

Для решения этой проблемы, на модельной плите в околослойной зоне устанавливается кольцевая «ложная» модель 1. высота которой равна  $0,45 \div 0,55$  высоты основной модели, т.к. при больших значениях высоты возникает опасность обрыва основания свисающего болвана, образованного между «ложной» и основной моделями. Ширина между ними не менее 60 мм и внутренний уклон «ложной» модели  $5^\circ$ , а наружный –  $3^\circ$ . Способ реализации процесса показан на рисунке 2 а, б.

В этом узком пространстве между моделями, при ударе пакета смеси возникает эффект «клина», приводящий к повышению твердости и плотности смеси в этом пространстве (на боковой поверхности основной модели). После извлечения «ложной» модели образуется пространство (полость), которая способствует повышению газопроницаемости формы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Абдрахманов, Е. С., Исагулов, А. З., Кузембаев, С. Б.** Уплотнение формовочной смеси прессово-импульсным методом. Ресурсосберегающие технологии в машиностроении. Сб.тез. – Рубцовск, 1994. – С. 16-17.

2 **Исагулов, А. З.** Исследование процесса уплотнения холоднотвердеющих и жидкостекольных форм высокоскоростным прессованием. – Дисс. к.т.н. – 1980. – С. 186.

3 **Исагулов, А. З., Братковский, Е. В., Абдрахманов Е. С.** Формовочная машина импульсного действия. Информационный листок Министерства науки и новых технологий Республики Казахстан. – Караганда : ЦНТИ, 1994. – С. 4

4 **Шалимова, М. А.** Компьютерное нахождение поля плотностей формовочной смеси. – Литейное производство. – №2. – 1997. – С. 27.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*М. Н. Қабыекен<sup>1</sup>, Д. Р. Абсолямова<sup>2</sup>, Ж. Ш. Шошай<sup>3</sup>, Е. С., Абдрахманов<sup>4</sup>*

**Қоспа пакетінің газқұбырына тығыздығының ықпалын эксперименттік зерттеу**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*M. N. Kabyken, D. R. Absolyamova, Zh. Sh. Shoshay, E. S. Abdrakhmanov*

**Experimental research of the mixture package density influence on its gas permeability**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада «ВСП КОМБИ» арнайы қалыптау қондырғысын қолданумен, форманың газткізгіштігі зерттелінеді.*

*This paper explores the package's gas permeability using a special device on the molding equipment "HSC-Combi".*

УДК 621.311.214

**В. А. Калистаров**

магистрант, Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар

**ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ ЭНЕРГОБЛОКОВ МОЩНОСТЬЮ 500 МВт ЭКИБАСТУЗСКОЙ ГРЭС-1 ИМ. Б. НУРЖАНОВА И МЕРОПРИЯТИЯ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПИТАТЕЛЬНЫХ НАСОСОВ ПН-1500-350-3 И ПН-1500-350-4.**

*В данной статье решают проблему эксплуатации насосов путем модернизации питательного насоса ПН-1500-350-4.*

*Ключевые слова: насос, энергоблок, ГРЭС-1, питательный насос, модернизация, реконструкция*

В настоящее время на паротурбинных блоках мощностью 500 МВт в качестве питательных насосов наряду с другими применяются насосы типа ПН-1500-350 и ПН-1500-350-1. Длительный период эксплуатации питательных насосов обнаружен у них ряд недостатков. Для их устранения заводом-изготовителем была осуществлена доработка и модернизация насосов. Эти насосы получили обозначения ПН-1500-350-3 (рисунок 1) и ПН-1500-350-4 (рисунок 2).

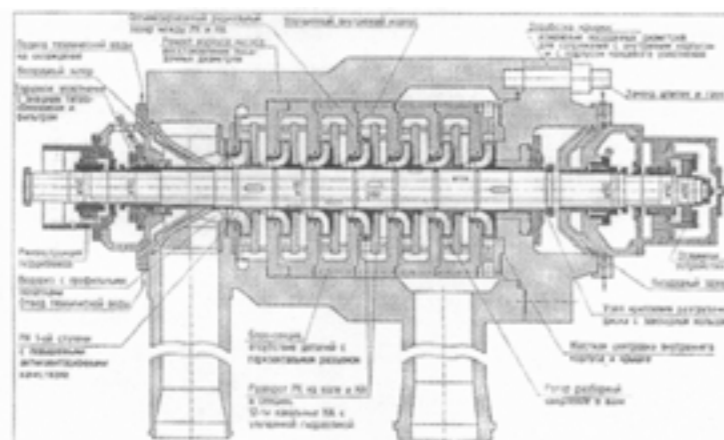


Рисунок 1 – Проект питательного насоса ПН-1500-350-3

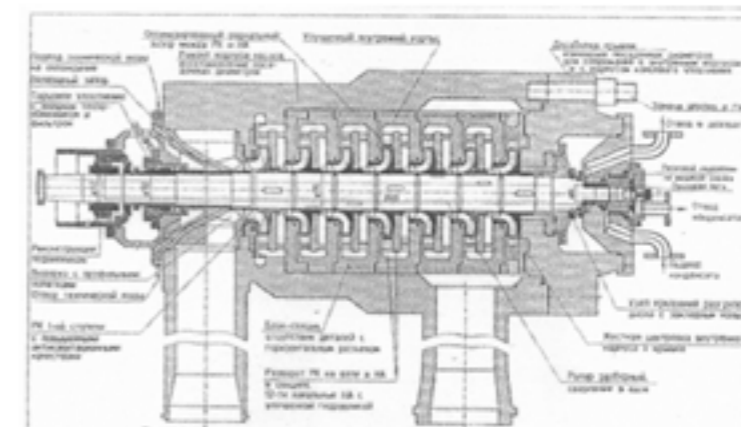


Рисунок 2 – Проект питательного насоса ПН-1500-350-4

Первоначально в конструкцию насосов предполагалось ввести следующие изменения:

- для снижения уровня вибрации и повышения надежности насосов, соотношение количества лопастей рабочего колеса и лопаток направляющего аппарата принять равным 7/12, секции направляющего аппарата выполнить в виде неразборных блок-секций, а для осуществления сборки насоса ротор выполнить разборным, рабочие колеса посадить на вал по переходной посадке;
- концевые уплотнения выполнить торцевыми, используя уплотнения фирмы «Burgman»;
- корпуса подшипников жестко соединить с корпусами концевых уплотнений с целью исключения резонанса системы «ротор-опоры»;
- рабочее колесо первой ступени спрофилировать с расширенным входом для устранения кавитации [1, 14 с].

Центробежный насос ПН-1500-350-4, рисунок 2, в отличие от насоса ПН-1500-350-3, рисунок 1, имеет масляный подшипник скольжения на входе и пусковой подшипник, работающий на подводимом конденсате, на выходе. В корпусе пускового подшипника установлено отжимное устройство, работающее на конденсате и предназначенное для гарантированного наличия зазора между разгрузочным диском и пятой во время пуска-останова и работы на валоповоротном устройстве.

Насос ПН-1500-350-3 установлен на энергоблоке №3 Экибастузской ГРЭС-1. В этом насосе остались без изменения узлы крепления подшипниковых опор, не внедрены торцевые уплотнения, сохранена гидропята. Изменено соотношение количества лопастей рабочего колеса и лопаток направляющего аппарата – 7/12. Секции направляющего аппарата выполнены в виде неразборных блок-секций, ротор выполнен разборным, рабочие колеса посажены на вал по переходной посадке.

Насос ПН-1500-350-4 установлен на энергоблоке №4. В этом насосе внедрен пусковой подшипник, работающий на конденсате, укорочен вал, снижен прогиб ротора, изменено соотношение количества лопастей рабочего колеса и лопаток

направляющего аппарата – 7/12. Секции направляющего аппарата выполнены в виде неразборных блок-секций, ротор выполнен разборным, рабочие колеса посажены на вал по переходной посадке. Не внедрены лишь торцевые уплотнения [2, 35 с].

Вследствие изменения соотношений количества лопастей рабочего колеса и лопаток направляющего аппарата – 7/12 на насосах ПН-1500-350-3 и ПН-1500-350-4 практически решена проблема лопастной вибрации, которая не превышает 2-3 мм/с. Общий уровень вибрации не превышает 3-405 мм/с в том случае, если отсутствует оборотная вибрация. Если же присутствует небаланс, уровень вибрации может достигать 10-15 мм/с.

Основной проблемой модернизированного насоса является невозможность работы насоса на валоповороте и заклинивание ротора при пусках и остановах. Пуск турбонасосного агрегата приходится проводить на частоте вращения выше 1000 об/мин. При этом перегревается выхлоп приводной турбины, датчик осевого сдвига работает не более 2-х, 3-х недель, затем требуется замена. С целью нормализации работы пускового подшипника, организован подвод конденсата в зону смазочного клина водяного подшипника. Подвод конденсата осуществляется через специально фрезерованную канавку и отверстия (рисунок 3) [3, 27 с].

Примерно через 5-6 тысяч часов работы пусковой подшипник приходится менять, так как поверхность подшипниковой опоры становится неработоспособной из-за задеваний при пусках и остановах. Подшипник представляет собой бронзовую втулку с лазерным упрочнением на валу и корпус подшипниковой опоры, выполненный из высоколегированной стали (рисунок 4).

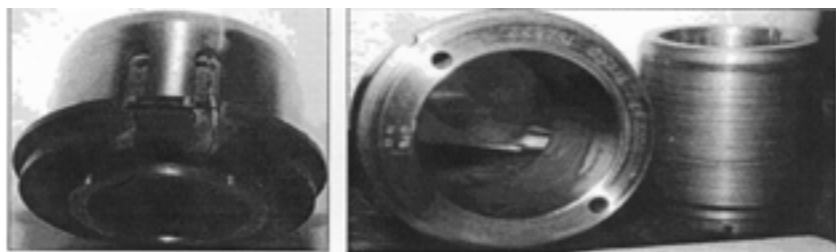


Рисунок 3 – Фрезерованные пазы для гидростатического подвода конденсата (слева)

Рисунок 4 – Пусковой, водяной подшипник (справа)

За время эксплуатации питательных насосов ПН-1500-350-4 случалось несколько серьезных выходов из строя оборудования. Происходит заклинивание насоса с полным разрушением пускового подшипника и поломкой вала. Последовательность событий и их причин были следующими. При расхолаживании энергоблока питательный турбонасос ПН-1500-350-4 работал с частотой вращения 2000 об/мин на линию рециркуляции с давлением на выходе 8,7 МПа и температурой воды 140 градусов.

Затем происходит внезапное ограничение питательной воды на вход предвключенного насоса ПД-1600-180. Давление на его выходе снижается с 0,84 МПа до 0,28 МПа, что равно давлению на входе предвключенного насоса [4, 19 с].

Как следствие, происходит кавитационный срыв ТПН со снижением давления на выходе от 8,7 МПа до 0,8 МПа. Показание осевого сдвига изменилось с – 0,2 до – 0,147 мм. Уровень вибрации до ограничения подачи не превышал 2 мм/с. После кавитационного срыва насоса уровень вибрации повысился с 2 до 5 мм/с. С указанным кавитационным срывом насос работал в течение 20 мин. При этом показания осевого сдвига плавно изменилось от – 0,147 до – 1,17 мм.

Далее после закрытия задвижки на вход предвключенного насоса подача была увеличена и ТПН вышел из кавитационного срыва. При этом уровень вибрации вернулся в исходное положение и составлял примерно 2 мм/с. Осевой сдвиг остался на уровне -1,033, давление на выходе восстановилось до 0,73 МПа. После этого питательный насос был остановлен. После останова осевой разбег составил 0,65 мм. Во время останова разборка насоса не проводилась. Затем, в течение 5 дней было проведено 4 пуска и останова ТПН. При этом показания осевого сдвига не соответствовало расчетным величинам. При последнем останове был вскрыт насос, обнаружены повреждения подшипникового узла.

Вероятной причиной повреждений явилась работа насоса в кавитационном режиме. Разрушение корпуса подшипниковой опоры произошло по усталостной трещине, образованной благодаря концентратору напряжений в районе фрезерованного паза для гидростатической подачи конденсата в смазочный слой. Разрушение произошло с дополнительным разрушением мелких фрагментов корпуса подшипника. Бронзовая втулка с лазерным упрочнением разрушена и разделена на несколько фрагментов (рисунки 5).



Рисунок 5 – Втулка пускового подшипника после разрушения

Разрушение пускового подшипника сопровождалось поломкой вала (рисунки 6 и 10). Фрагменты вала и поверхность усталостного излома вала. Разрушение подшипника и вала насоса сопровождалось также натираниями разгрузочного диска и кольца разгрузочного диска на поверхности горизонтальной кольцевой щели разгрузочного диска [5, 47 с].

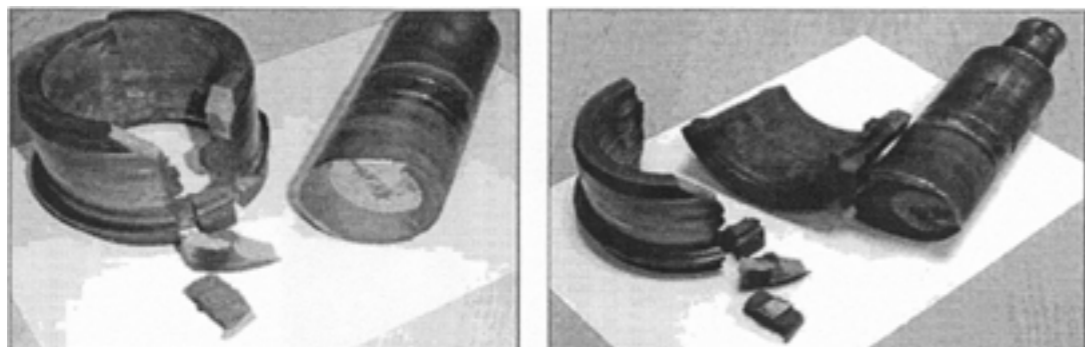


Рисунок 6 – Корпус уплотнения и вал с усталостной трещиной



Рисунок 7 – Корпус уплотнения и вал с усталостной трещиной. Вид 3

Разрушение вала произошло при незначительном уровне вибрации питательного насоса: от 2-3 мм/с до 4 мм/с. Так как уровень вибрации был достаточно низок, момент разрушения не был зафиксирован. Разрушение было выявлено только при останове насоса. По характеру задеваний гидропаты (рисунок 11) некруговые натирки кольцевой щели можно предположить, что ротор совершал прецессионное движение с максимальной амплитудой в районе разгрузочного устройства и пускового подшипника.

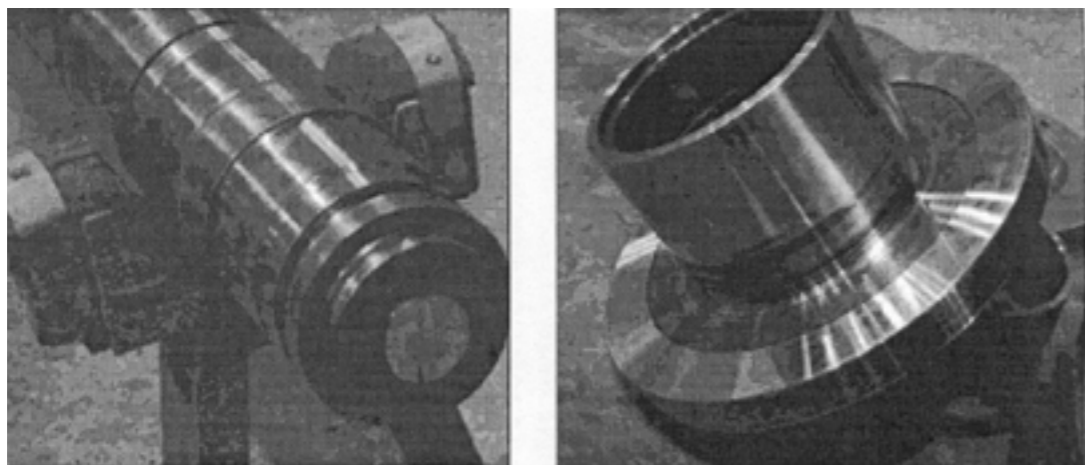


Рисунок 8 – Место излома вала по горизонтальной поверхности уплотнения

Выводы:

1. При модернизации питательного насоса ПН-1500-350-4 внедрен пусковой подшипник, работающий на воде, укорочен вал, снижен прогиб ротора. Изменено соотношение количества лопастей рабочего колеса и лопаток направляющего аппарата до соотношения 7/12. Секции направляющего аппарата выполнены в виде неразборных блок-секций, ротор выполнен разборным, рабочие колеса посажены на вал по переходной посадке.

2. Опыт эксплуатации показал, что пусковой подшипник не выполняет основную функцию. При пусках и остановах насоса происходит заклинивание ротора на валоповороте. Пуск и прогрев агрегата вынуждены проводить на частоте вращения выше 1000 об/мин. При этом перегревается выхлоп приводной турбины.

3. Причиной аварийных ситуаций явились конструктивные дефекты при реконструкции насоса, а именно:

А) неверно подобрана пара трения пускового водяного подшипника;

Б) фрезерованный паз корпуса пускового подшипника выполнен с концентратором напряжения;

В) концентратором напряжения является переход от диаметра вала к диаметру посадочного места пускового подшипника.

4. Конструкция узла пускового подшипника требует доработки, есть опасность массового выхода из строя питательных насосов типа ПН-1500-350-4 блоков мощностью 500 МВт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Богун, В. С., Жарковский, А. А., Зимницкий, В. А., Шкарбуль, С. Н.** Повышение экономичности ступени питательного насоса // Энергомашиностроение, 1987. – № 3. – С. 14-17.

2 **Богун, В. С., Юрков, А. И.** Модернизация питательных насосов ОАО «Пролетарский завод» для энергоблоков 250+1200 МВт // Труды ЦКТИ, 2002. – вып. 285. – С.219-225.

3 **Бушзипер, П.** Концепция конструкции питательных насосов фирмы Sulzer // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – Выпуск 6. – № 1, 2006. – С. 65-72.

4 Комплексные исследования турбопитательного насосного агрегата (ПН 1500-350 + ОК-18 ПУ) блока 500 МВт (ст. №9) Троицкой ГРЭС. Отчет «Урал-ВТИ»/ Руководитель темы Л. Е. Чегурко.// ТО-482. – Челябинск, 1979. – С. 87.

5 **Лясин, О. Ф., Остапенко, Б. И., Лисицина, Е. П., Богдан, Г. Ф.** Питательные насосы для ТЭС и АЭС// ХМ-4. Насосостроение, ЦИНТИХИМНЕФТЕМАИ1. – М., 1984. – С. 32.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.



*В. А. Калискаров*

**Б. Нұржанов атындағы Екібастұз ГРЭС-1 қуаттылығы 500 мВт коректендіргіш сорғыларын пайдалану мәселелері және ПН-1500-350-3 және ПН-1500-350-4 коректендіргіш сорғыларының қайта құрастырылымдылығы кезіндегі жүзеге асырылған іс-шаралар**

Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*V. A. Kaliaskarov*

**Exploitation problems of feed pumps at Ekibastuz GRES-1 LLP 500 MW power units, and activities undertaken during the reconstruction of FP-1500-350-3 and FP-1500-350-4 feed pumps**

Innovative University of Eurasia, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада ПН-1500-350-4 қоректендіргіш сорғыларын жаңғырту жолында сорғыларды пайдалану мәселелерін шешеді.*

*This article offers a solution to pump's exploitation problem through upgrading FP-1500-350-4 feed pump.*

УДК 669.347.3:504

**Ж. Т. Кимелова<sup>1</sup>, Н. К. Жаксалыкова<sup>2</sup>, Н. Б. Дүйсебаева<sup>2</sup>,  
Э. Е. Каурбаева<sup>2</sup>, М. М. Суюндиков<sup>3</sup>, Р. И. Сержанов<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>студенты; <sup>3</sup>к.т.н., профессор; <sup>4</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕРАСХОДУЕМЫХ  
АНОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ**

*В данной статье описывают процесс перехода на инертные аноды вместо углеродных в алюминиевой промышленности, что дает возможность снижения стоимости производства первичного алюминия, сокращения расходов электроэнергии.*

*Ключевые слова: технология, нерасходный анод, алюминий, снижение стоимости, сокращение расходов, производство, электролиз.*

Поскольку выделения газов, образующихся при электролитическом производстве алюминия, практически невозможно прекратить полностью, расположение, проектирование и сооружение алюминиевых заводов имеют определенные традиции, согласно которым заводы располагают с учетом розы ветров, стремясь причинить наименьший вред окружающей среде.

Для анализа влияния компонентов анода в процессе электролиза алюминия на окружающую среду в лаборатории кафедры металлургии ПГУ им. С. Торайгырова был проведен эксперимент с применением имитационного моделирования. К имитационному моделированию прибегнули, вследствие следующих причин:

- дорого и невозможно экспериментировать на реальном объекте;
- невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;
- необходимость симитировать поведение системы во времени.

При имитационном моделировании изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, в которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе.

При исследовании сложное реальное явление заменяется некоторой упрощенной копией или схемой. Иногда построенная схема отражает какие-то существенные черты, позволяет разобраться в механизме явления, дает возможность предсказать его изменение.

Как правило, заводы по производству первичного алюминия расположены вблизи лесных массивов, которые являются естественными преградами вредных химических выбросов. Однако длительное воздействие газовых эмиссий оказывает губительное действие на деревья, особенно на хвойные породы. Установлено, что накопление фторидов в древесной ткани при воздействии газообразного фторида водорода происходит в 30-40 раз быстрее, чем под действием микрочастиц твердых фторидов.

В нашем случае для эксперимента использовались мультиметр, емкость с водой, мерная ложка, мерный стакан, источник света, 3 % раствор H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 90% раствор C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, порошок KMnO<sub>4</sub>, светочувствительный фотодиод, многожильные медные провода.

Вода имитировала окружающую среду, порошок KMnO<sub>4</sub> – источник выделения газов и всех смолистых веществ образующихся при электролизе алюминия. При добавлении порошка KMnO<sub>4</sub> в воду, она резко меняла окрас, т.е. загрязнялась, напоподобие ухудшения состояния экологии.

При добавлении в раствор марганцовки спирта изменялся его цвет, становился светлее. При добавлении в раствор марганцовки H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> раствор становился еще светлее и происходило выделение чистого кислорода:



Замеры производились при помощи мультиметра, где фиксировались значения после добавления каждого из компонентов. В результате наглядно представлялось уменьшение степени «загрязненности» среды.

Для определения адекватности выбранной пары величин (степень осветленности раствора  $KMnO_4$ ) определяли коэффициент парной корреляции. Обработка результатов экспериментов методом парной корреляции производилась при помощи программы GWBASIC.

В результате уравнение регрессии имеет вид:

$$Y=0,3x_1+0,01x_2+0,1$$

Корреляционное отношение равно 0,95, средняя относительная ошибка программирования – 7,6 %.

В результате экспериментов пришли к выводу о целесообразности поиска новых путей решения проблем.

Решить целый комплекс проблем, связанных с расходом углеродных материалов, улучшением технологических и экологических параметров электролиза, позволило бы использование стойких индифферентных анодов. Поэтому задача создания инертных анодов для электролиза криолитглиноземного расплава стала привлекать внимание исследователей.

Переход на инертные аноды вместо углеродных в алюминиевой промышленности, по разным оценкам, должен снизить стоимость производства первичного алюминия на 15-20 %, сократить расход электроэнергии и капитальные вложения на 25 % и при этом полностью исключить выбросы оксидов углерода, соединений серы, фторидов углерода, бензопирена и пр. [1-3]. Стоимость материалов инертных анодов может колебаться от 2 \$/кг для массивных анодов до 580 \$/кг для тонких покрытий [1].

Технологическая схема получения керметов представлена на рисунке 1 [1]. Порошки смешиваются в смесителях в течение 10 ч. В полученную смесь добавляют спирт в качестве связующего, прессуют методом двустороннего одноосного прессования в цилиндрической пресс-форме диаметром 26,7 мм при  $P \sim 110$  МПа до плотности 60 % от теоретической и производят спекание. Таким образом, были приготовлены образцы керметов следующих составов, %:  $NiFe_2O_4-17Cu$ ,  $NiFe_2O_4-18NiO-17Cu$ ,  $NiFe_2O_4-24NiO-17Cu$ ,  $NiFe_2O_4-16.92NiO-5,0Zn-17Cu$ ,  $NiFe_2O_4-18NiO-14,78Cu-2,22Ag$ .

Данная схема аналогична тому, что изложена в патентах РФ, США и Китая [1-7], в которых реализован один и тот же алгоритм получения инертных анодов. Для производства инертных анодов в разных источниках предложено много различных вариантов и пропорции использования компонентов.

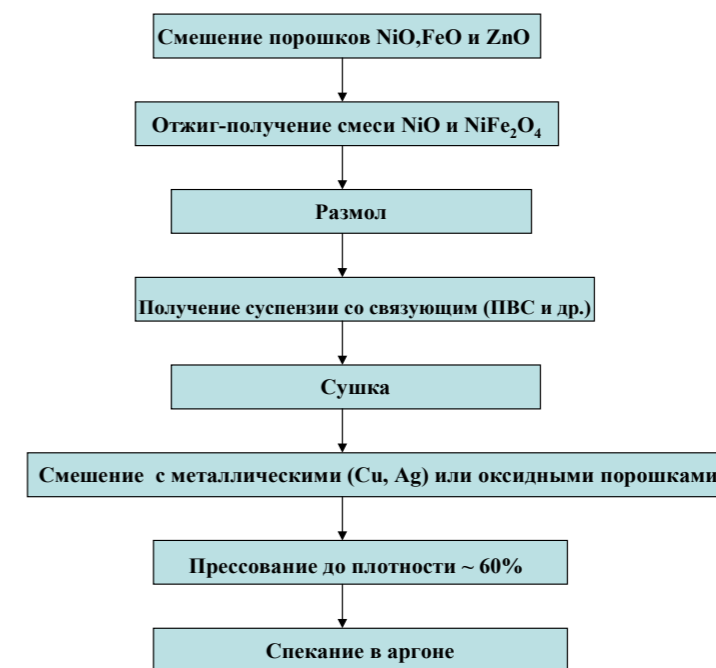


Рисунок 1 – Технологическая схема получения керметов [1]

Для достижения наибольшей плотности спеченных образцов необходимо использовать мелкодисперсные порошки. Уменьшение размера частиц от 100 до 20 мкм приводит к снижению пористости до 3 % и отсутствию выпотевания меди. Для изготовления высокоплотных керметных образцов методом порошковой металлургии необходимо применение исходных порошков с размером частиц  $<10 \div 20$  мкм. Пористость синтезированного двухфазного керметного материала  $NiFe_2O_4-17Cu$  оказалось на ~ 3 % ниже, чем добавка серебра в количестве 2,22 %, не влияет на пористость двухфазного кермета, величина которой составила  $\sim 7 \div 8$  % [1, 2].

Новым техническим решением в создании инертного анода является синтез капсулированного градиентного композиционного (КГК) материала, представляющего собой беспористую многослойную композицию с барьерными защитными слоями, способными увеличить стойкость анода одновременно и к воздействию атомарного кислорода, и к электрохимической коррозии в процессе электролиза. При этом внешний беспористый слой из оксидной керамики или кермета защищает материал от воздействия атомарного кислорода (в процессе разрежения ионов кислорода на аноде). Термин «капсулированный» указывает на необходимость полной изоляции поверхности анода (включая и место контакта с электрической шиной) путем нанесения беспористого оксидного (керметного) покрытия, например по технологии плазменного напыления. Следующий слой (или несколько слоев при разных соотношениях оксида и металла) – перемешанный, выполненный из смеси оксида с интерметаллидом, несет в себе двойную защиту. От воздействия атомарного кислорода защищает оксидная составляющая, а наличие интерметаллида снижает химический потенциал протекания электрохимической

коррозии. Наконец, центральная часть анода состоит из металлического сплава (интерметаллида), обладающего высокой тепло- и электропроводностью и приемлемой устойчивостью против электрохимической коррозии. В этом случае металлическая сердцевина позволяет достаточно просто решить проблему крепления шины к аноду. Основной проблемой создания КГК – анода является оптимальный подбор составов интерметаллида и оксида, соотношения оксидной и металлической фаз в перемешанном слое и состава внешнего напыленного слоя [1,2].

В результате изучения патентов ученых РФ, США и Китая [1-7] были выявлены 2 основные формы инертных анодов: чашеобразный и ряд удлиненных анодов, соединенных с литой или профилированной опорой. В таблице 1 приведены способы изготовления, усредненные составы, достоинства и недостатки двух видов анодов.

Таблица 1 – Виды анодов

Вид формы анодов	Состав анода	Технология изготовления анода
Чашеобразный анод	Fe-Ni-Zn или Fe-Ni-Co	1. Полые или чашеобразные аноды можно заполнять защитным материалом 2. Токоподводящий стержень изготавливают из инконеля или Cu. Стержень можно крепить к аноду посредством пайки, твердым припоем, спеканием и механическое крепление. 3. Пространство между анодом и стержнем можно заполнить порошком Cu и малых шариков Cu. Порошок спекается либо в процессе предварительного нагрева, либо непосредственно в электролизере [6].
Чашеобразный анод	Fe-Ni-Zn или Fe-Ni-Co	1. Токоподводящий стержень крепится посредством резьбового соединения.
Ряд удлиненных элементов	64-66 вес.% Ni, 25-27 вес.% Fe, 7-9 вес.% Mn, 0-0,7 64-66 вес.% Cu, 0,4-0,6 вес.% Si	Анод содержит ряд удлиненных прямых анодных элементов, соединенных с литой или профилированной опорой для соединения с положительной токоподводящей шиной. Анодные элементы выполнены в виде параллельных стержней, разделенных друг от друга межэлементными зазорами. Анодные элементы могут быть закреплены посредством тугой посадки или приваривания в лапе.

К достоинствам чашеобразных анодов можно отнести следующие качества: не выделяют CO и CO<sub>2</sub>, долгий срок службы, коррозионностойкость к криолитглиноземному расплаву [1-7].

В результате проведения испытаний предложенных инертных анодов были выявлены следующие недостатки:

1. В условиях высоких температур под действием веса инертного анода металлический стержень будет деформироваться. Следовательно, наблюдается подъем данной контактной стенки с отрывом ее от дна керамического корпуса.

2. Не обеспечивает плотное прилегание контактных стенок стержня к аноду.

3. В процессе нагрева в корпусе инертного анода возникает избыточное термонапряжение как следствие термического расширения токоподводящего стержня и наполнителя. В результате такого терморасширения в течение времени наблюдается растрескивание корпуса инертного анода [1-5].

Ряд удлиненных элементов обладает следующими преимуществами:

1. Межэлементные зазоры образуют проточные отверстия для циркуляции элемента и выхода аноднообразующихся газов [6, 7];

2. Не выделяют CO и CO<sub>2</sub>;

3. Долгий срок службы;

4. Коррозионностойкие к криолитглиноземному расплаву [1-5].

Основные технические требования предъявляемые к изготовлению и электролизным испытаниям инертного анода:

– скорость износа менее 1 см/год;

– высокая электропроводность, сравнимая с таковой для графитовых материалов;

– устойчивость к резким колебаниям температуры (термическим ударам);

– длительная механическая прочность (устойчивость к сколам, постоянство формы);

– электросопротивление (при рабочей температуре ~960 °C) менее 50 мкОм\*м;

– термостойкость не менее 100 теплосмен;

– прочность при сжатии не менее 50 МПа;

– трещиностойкость не менее 1,5 МПа\*м<sup>1/2</sup>;

– сохранение геометрических размеров при T ≤ 1000 °C;

– возможность сварки или механической обработки для создания конструкции анода [1-3].

Таким образом, кардинальным решением проблем, связанных с расходом материалов, особенно, экологической ситуации в электролизном производстве алюминия, является использование нерасходуемых анодов, изготавливаемых из металлокерамических материалов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Лайнер, Ю. А., Лякишев, Н. П., Алымов, М. И., Калита, В. И. и др.** Разработка и синтез инертных анодов для алюминиевой промышленности. – Известия вузов. – Цветная металлургия. 2004. – №3. – С.50-59.

2 **Ковров, В. А., Шуров, А. П., Зайков, Ю. П.** Характер и причины коррозионного разрушения инертных анодов при электролизе криолитглиноземного расплава. – Известия вузов. – Цветная металлургия. 2009. – №5. – С.46-54.

3 **Лякишев, Н. П., Лайнер, Ю. А., Самойлов, Е. Н., Рожков, Д. Ю. и др.** Исследования синтеза и стойкости инертных анодов при электролизе криолитглиноземных расплавов. – Известия вузов. – Цветная металлургия, 2005. – №6. – С. 23-29.

4 **Джашеми, С. С., Калантар, М.** Изготовление и характеристика инертных анодов на основе феррита никеля при производстве алюминия. – Журнал разработки материалов. – Май, 2014. – С.1656-1664.

5 **Шао Вень-Чжу, Чжень Лянь, Се Нин, Иванов В. В.** Применение  $Cu_2O/CuO$  в качестве инертного анода, для производства алюминия электролитическим способом. – Журнал сплавов и составов. – Октябрь 2014. – С.214-223.

6 **Лерой, Е., Д'Астольфо, Дж., Лоуэр, Б.** Токоподводящий инертный анод. – 2007. – 11 с.

7 **Ричард, Р.** Соединение керметного анода и металлического стержня. – 1984. – 5 с.

8 Электролизеры для электролитического получения алюминия с анодами, выделяющими кислород. – Де Нора Витторио, Патент №2242539. Оpubл. 20.12.2004, 19 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*Ж. Т. Кимелова, Н. К. Жаксалыкова, Н. Б. Дуйсебаева, Э. Е. Каурбаева, М. М. Суяндиков, Р. И. Сержанов*

**Алюминий өндірісінде шығындалмайтын анодтарды қолданудағы экологиялық бағалануы және технологиялық ерекшеліктері**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ. Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*Zh. T. Kimelova, N. K. Zhaksalykova, N. B. Duysebayeva, E. E. Kairbaeva, M. M. Suyundikov, R. I. Serzhanov*

**Environmental assessment and technological features of using non-consumable anodes in aluminium production**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar. Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада алюминий өнеркәсібінде бастапқы алюминий өндірісі құнының төмендеуіне, электрэнергиясы шығынының қысқартылуына мүмкіндік беретін, көміртектердің орнына инертті анодтарының ауысу үрдісін сипаттайды.*

*This article describes the process of transition to the inert anodes instead of the carbon in the aluminium industry, which makes it possible to reduce the primary aluminium production cost reducing electricity consumption.*

ӘОЖ 621.789

**Р. С. Кузеванов<sup>1</sup>, Н. С. Сембаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант, <sup>2</sup>доцент, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

**ИЛЕМДЕУ ОРНАҒЫНЫҢ ДИНАМИКАЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

*Аталған мақала илемдеу орнағының динамикалық үрдістерін зерттеу жайлы. Өндірістік орнақтағы динамикалық жүктемелерді зерттеу жүйелі сынуларды негіздеуге мүмкіндік береді.*

*Кілтті сөздер: илемдеу орнағы, құбыр илемдеу, илемдеу процесі, динамикалық ерекшелік.*

Механикалық ауытқулар кез-келген механизмдердің беріктігіне ғана зиянды ықпал етіп қоймай, сонымен қатар айтарлықтай деңгейде машиналардың қалыпты технологиялық процессін қиындатып немесе бұзуы да мүмкін. Мысалы: қаңылтыр мен құбыр сапасының төмендеуіне әкелуші қаңылтыр және құбыр илемдеу орнағының білікшелерінің ауытқуы, илемдеу орнағының білікшелерінің тұрып қалуы және т.б. [1]. Айрықша қатаң динамикалық тәртіп жүктелу сипаты көбінесе екпіндіге жақын илемдеу жабдығына тән. Машина бөлшектерінің бұзылуының 90 % динамикалық жүктеме әсері нәтижесінде тозу сипатына ие.

Илемдеу процесі кезінде беріктік шарттары бойынша мүмкін жүктемелер деңгейін анықтау кезінде пайда болушы динамикалық жүктемелер айрықша рөл атқарады, сонымен қатар қажу есебі үшін эквиваленттік жүктемелерді қалыптастыруда айтарлықтай білінеді. Динамикалық жүктемелерді зерттеу қажеттілігі жабдықтың сенімділігі мен төзімділігін арттырушы беріктік есебінің дұрыстығын арттырады, технологиялық режимдерді оңтайландыруға, конструктивтік шараларды жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Тәжірибе барысында алынған мәліметтердің дұрыстығы айтарлықтай деңгейде өлшеуші және тіркеуші аспаптар мен құрылғылардың дұрыс тандалуы мен икемделуіне байланысы. Илемдеу орнағының жетегінде пайда болған динамикалық жүктемелер илемдеу процессіне кері ықпал етеді.

Машиналардың динамикалық есептері машинадағы жүктемелердің амплитуда шамасы мен ауытқу жиілігін анықтауды қарастырады және осының негізінде бөлшектердің төзімділігінің есебі жүргізіледі. Барлық машиналар міндеті мен конструктивтік ерекшеліктеріне қарамастан, түйін серпінділігі және белгілі бір жағдайларда ауытқу процессін қоздыру қабілеті сияқты жалпы қасиетке ие. Сыртқы жүктемелер әсерінен (қозғалтқыш, тежегіш моменті немесе күші, жұмыс машинасының технологиялық кедергісі және т.б.) жетектің серпінді элементтері өзгереді, ал машиналардың массасы негізгі айнарудан бөлек, кіші айналмалы немесе бойлай ауытқуларды жүзеге асырады. Осының нәтижесінде жетек желісі өзіндік ауытқу жүйесінің жиілігімен уақытта өзгеруші қосымша серпінді күшпен жүктеледі.



Машиналарда динамикалық жүктемелердің ауытқу сипатының есебі келесі негізгі кезеңдерді қарастырады: 1) машинаның физикалық моделін жасау; 2) жүйеге қосылған сыртқы жүктемелердің шамасы мен сипатын анықтау; 3) серпінді жүйе қозғалысының дифференциалдық теңдеуін құру; 4) өзіндік ауытқулардың жиілігін анықтау; 5) жетек түйіндеріндегі серпінді күш есебі, машиналардың жұмыс мүшелерінің қозғалуы және жылдамдығының нақты заңдары. Машиналардың жетегі бөлінген массалардың көп санынан тұрады, соның нәтижесінде мұндай жүйені теориялық зерттеу қиындай түсті. Сондықтан шын мініндегі жүйені мүмкіндігінше аздаған масса санды, керекті есептік нақтылығын қамтамасыз етуші қарапайым келтірілген есептік сызбамен ауыстырады.

Илемдеу орнағының жетектерінде саңылаулар көбінесе жалғауларда (тісті муфтааларда және берілістерде, әмбебаб шпиндельдерде) кездеседі. Машиналардың орнықпаған қозғалысы кезеңінде саңылаулардың серпінді тұйықталуы кезінде жетекші желілерді үлкен динамикалық жүктемелер пайда болады.

Илемдеу орнығының жұмысы кезеңінде таспаларды (орма) тегіс илемдеуде білікше жүйесінің – деформация көзінің және алдыңғы мен артқы орағыштармен өзара әрекеттесуі жүреді. Осы кезде деформация көзінің көрсеткіштерімен және орағышта жүруші процесстер арқылы жиілігі анықталушы ауытқушы жүйе пайда болады. Бұл ауытқушы процесстер ең алдымен илемдеуші металдың әртүрлі қалыңдығының бойлық сипатына, содан кейін энергия күштік сипаттамаға ықпал етеді.

Әдебиеттерде әртүрлі илемдеу орнағының зерттеу нәтижелері көптеп кездеседі. Оның ішінде орнақты іске қосу кезінде, әсіресе білікше ертіндісінде металл болған жағдайда пайда болушы энергия күштік сипаттамалардың динамикасын зерттеуді ұсынатын реверсивтік илемдеу орнақтарын зерттеулер қызығушылықты оятты. Мұндай жағдай алдыңғы шетті орағышқа қосу немесе илемдеу процесі кезінде жолақша үзілу кезінде пайда болады.

Жабдықтың механикалық бөлігінің (редуктор, тегергіш, шпиндель) жағдайына және илемдеу режиміне шығуды жылдамдатуға байланысты люфт таңдау нәтижесінде экстремалдық соққы жүктемелері пайда болады. Соның нәтижесінде білікшенің жетек мойынында жарылулар, редуктор мен тегергіш тістерінің майысуы, муфтаалардың бұзылуы пайда болады. Білікшенің жетек мойынында жарылулардың пайда болуы («білікшенің жарылуы») оның ақырындап ұлғаюына және кейін сынуға әкеледі.

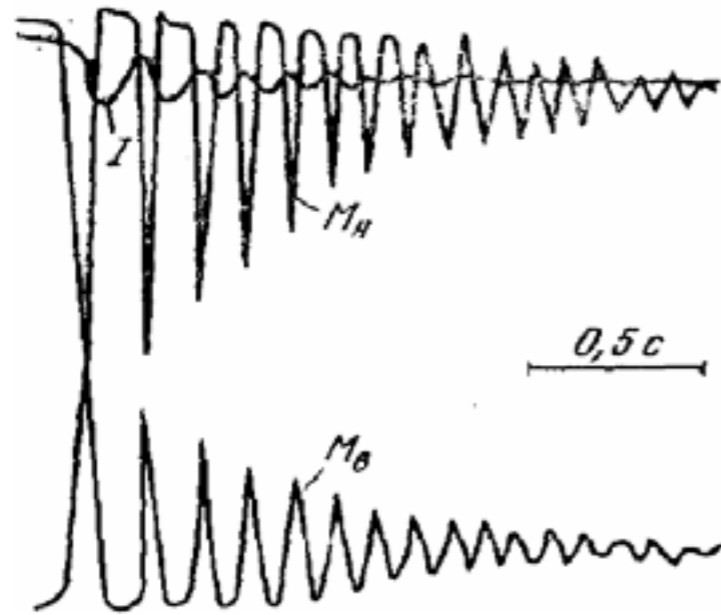
Илемдеудің әр жеке түйіні білгілі бір өзіндік ауытқулар жиілігімен сипатталады. Егер осы өзіндік ауытқулар жиілігіне басқа бір түйінді немесе тербелісті үйлесімсіз қосса, суық тегістелген жолақтың бетіне ойықтардың шығуына ықпал етуші жүйеде айтарлықтай амплитудалы резонанстық ауытқулар пайда болады. Мұның негізі ретінде жабдықтың тозығына, тегістеу профилінен ауытқуға, тегістеуді керу және күшейтуге байланысты пайда болатын, эксцентриситенті, мойынтірек түйіндерінің ақаулары, басты жетек желісінің тербеліс соққы процесі, яғни жұмыс білікшесінің бетіндегі аномалиялар шығады. Сонымен қатар жоғары амплитудалы

ауытқулардың пайда болуы істегі жабдықтың тез тозығының артуына байланысты төзімділігіне әсерін тигізеді.

Сондай-ақ ойықтардың пайда болуының себебі, басты желілердегі жабдықтардағы динамикалық процесстер. Білікше жетектерінде тістік ілініс соққы процесстерінің пайда болу көзі болып табылуы мүмкін: тістік дөңгелекте массаны ілудегі кинематикалық олқылық себебінен бірқалыпсыз қозғалып салыстырмалы қосылу жүреді. Жинақтың эксплуатациялық шарттарымен және тістік дөңгелектердің жылулық ұлғаюымен анықталушы іліністегі жақтық саңылау тістердің тозуы нәтижесінде ұлғаяды және тістер арасындағы байланысты үзген жағдайда тегергіштің қосылуына жағдай жасайды. Нәтижесінде илемдеу кезінде жұмыс білікшелерінің желілік жылдамдығы мен илемделуші жолақтың арақатынасы ара-тұра секірмелі өзгеруі мүмкін және дтербелістің пайда болуына әкелетін, салдары ретінде жолақта ойықтар пайда болатын, әр қос тіс бетінің қалыпты қарым-қатынасын қалпына келтіреді.

Суық илемделген жолақтарда ойықтардың пайда болуына тербелістің әсерін зерттеу мақатында «1700» үретілген және төрт клеталық орнағы шарттарында «Северсталь» ААҚ тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. «Portable» тербеліс диагностикалық кешені және «Тербеліс акустикалық жүйе және технологиялар» фирмасының бағдарламалық қамсыздардыруы арқылы тербелісті өлшеу кезінде жеке жұмыс клеталары түйінінің өзіндік жиілігін, сонымен қатар тербелістің пайда болу негізін анықтады.

Суық тилемдеулі қаңылтыр орнақтарында білікшелі металды алу кезінде, тегістеу кезіндегі ауытқу амплитудасынан 3-8 рет асатын айтарлықтай жоғары амплитудалы ауытқулары бар қарқынды динамикалық жүктемелер пайда болады (1 сурет). Ауытқулы жүктемелердің қауіптілігі, олардың бастапқы кезеңде нөлдік немесе теріс мәнді алуы болып табылады. Қосылулардағы үлкен саңылаулы жүйенің қайта ажыратылуы және екпінді тұйықталуы кезінде желілерде жоғары жүктемелер пайда болады. Әмбебаб шпиндельдегі астардың тозуы салдарынан, басты желідегі саңылаулар тез үдейді және бөлшектердің төзімділігіне қауіпті циклдік кернеуге әкеледі. Осының салдарынан шпиндельдердің тозығы жеткенше қызмет атқару мерзімі 5 айдан 2,4 жылға дейін ауытқиды.



1 сурет

Әдебиеттердегі мәліметтерге қарасақ, барлық авторлардың пікірінше, ауытқу жүктемелерінің пайда болуы жетек жұмысының ерекшелігі болып табылады.

Суық илемдеу орнақтарының жүктемесінің динамикасын зерртеу үшін тәжірибе жүргізу қиын немесе кей жағдайларды мүмкін емес, сондықтан ең қолайлысы зертхана жағдайларында тәжірибе жүргізу болып табылады. Қ. И. Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университетінің металлургиялық машиналар және жабдықтар кафедрасының зертханасында динамикалық жүктемені зерттеу білікше диаметрі  $D_0=100$  мм және білікше жағының ұзындығы  $L_0=150$  мм желілік типті ДУО 100 бір клеталық орнақта жүргізілді.

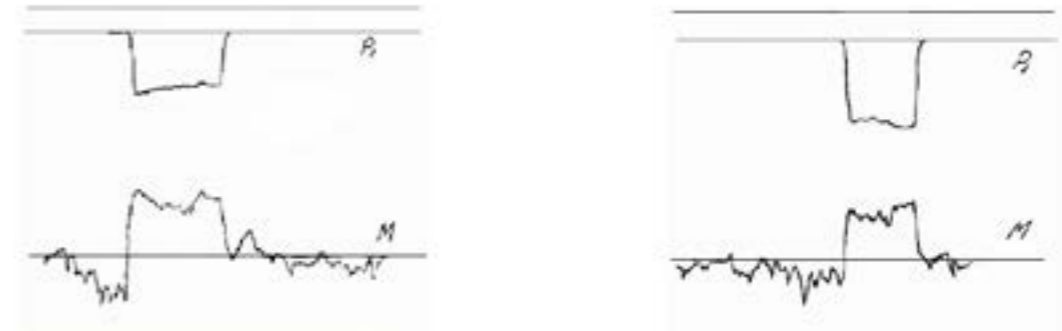
Білікше жетегі айналым саны  $n=1500$  мин<sup>-1</sup>, қосалқы қатынасы  $i=20$  және белбеулік тапсырушы жиналмалы редуктор арқылы қуаты 3кВт тұрақты тоқты электроқозғалтқыштан жүзеге асырылады. Білікше айналымының саны  $n=30$  айнал/мин. Илемдеудің шекті күшейтуі  $P_{max}=0,1$ МН(10т).

Тәжірибеде 90x20x90 мм көлемдегі қорғасын үлгілері және 5,0x20x100мм көлемдегі алюминий үлгілері қолданылды. Үлгілер илемге дейін және кейін микрометрмен және штангенциркульмен өлшенді.

Тәжірибе жүргізуде илемдеудің энергия күштік көрсеткіштерін ультрафиолеттік қағазға жазу үшін сүйретпе осциллограф қолданылды. Илемдеу мен кезеңнің күшеюін тіркеу қатар жүргізілді. Илемдеудің күшеюі бойынша белгілерді жазу оң және сол месдоз жүргізілді. Осциллограф ішіне әртүрлі жиілікті гальванометрлер орнатылды. Мысалы: илеудің күшеюінің каналын өлшеу үшін 2,5 кГц, кезең бойынша канал үшін 450 Гц жиілікті сүйретпе орнатылды. Сондай-ақ теңдестіру үшін әр каналға нөлдік сүйретпе орнатылды. Сызбаны теңдестіру арқылы сүйретпе нөлдік мәнге шықты. Шпиндель бетінің деформациясын тіркеуші құрылғының

ерекшелігі илемдеу орнағының білікшесінің айналуы кезінде сығылысу мен созыға да деформациялануы болып табылады.

Алынған осциллограммалар келесіде: 2,3 суреттерде P1, P2 болып белгіленген жоғарғы және төменгі бөліктерінде сол және оң месдозаның күшеюі бойынша қисықтар көрсетілген. Орта бөлігінде жоғары шпиндельдің айналуы кезіндегі қисық көрсетілген. (2 суретте) M болып көрсетілген.



2 сурет

Осциллограммалардан илемдеудегі күшеюдің ең жоғарғы мәні білікшелердің металды алу кезінде және білікшелерден металлдардың шығуы кезінде айқын көрінеді. Осциллограммаларды тексеруден кейін өндірістік жағдайларда илемдеуді зерттеу зертханалық зерттеуге сәйкес келетіндігін аңғаруға болады. Тексерілген осциллограммалардың мәліметтері 1,2 кестеде көрсетілген. Илемдеу орнағының динамикалық жүктемесін зертханалық жағдайларда зерттеудің артықшылығы, өлшеу құрылғыларын мұқият құру арқылы әртүрлі материалдар мен үлгілерді қолданып, технологиялық режимдерді еркін ауыстырып салыстырмалы үлгіде жұмыс жүргізуге мүмкіндік береді. Мұндай мүмкіндіктер өндірістік шарттарда жоқ.

Кесте 1 – Қорғасын үлгілерін иемдендіру кезіндегі зертханалық зерттеулердің мәліметтері

Үлгі №	$h_0, мм$	$h_1, мм$	$\Delta h, мм$	$l_0, мм$	$l_1, мм$	$b_0, мм$	$b_1, мм$	$M_{дин}, кН·м$	$P_1, кН$	$P_2, кН$	$P_{обш}, кН$
4	9,37	8,35	1,02	96,0	111,0	20,43	20,52	0,14	3,3	7,2	10,5
5	9,34	8,34	1,0	97,0	112,0	20,4	20,53	0,2	3,3	6,0	9,3
7	9,34	8,29	1,05	98,0	110,0	20,45	20,5	0,22	3,65	6,0	9,65
16'	9,48	8,38	1,0	95,0	113,0	20,4	20,5	0,14	4,0	6,0	10,0
17'	9,46	8,46	1,0	99,0	110,0	20,5	20,8	0,22	3,65	6,0	9,65

Кесте 2 – Алюминий үлгілерін иемдендіру кезіндегі зертханалық зерттеулердің мәліметтері

Үлгі №	$h_0, мм$	$h_1, мм$	$\Delta h, мм$	$l_0, мм$	$l_1, мм$	$b_0, мм$	$b_1, мм$	$M_{дин}, кН·м$	$P_1, кН$	$P_2, кН$	$P_{обш}, кН$
1	4,97	4,35	0,62	98,0	111,0	18,0	19,0	0,16	6,0	8,0	14,0
2	4,97	4,0	0,97	98,0	113,0	21,0	21,5	0,2	15,6	13,6	29,2

3	4,97	4,05	0,92	100,0	121,0	21,0	22,0	0,11	14,2	11,2	25,4
4	4,97	3,9	1,07	100,0	127,0	21,0	21,5	0,14	17,0	13,4	30,4
5	4,97	3,96	1,01	100,0	125,0	21,0	22,0	0,125	14,2	10,1	24,3

Кестелерден және осциллограммалардан илемдеу орнағының жетегіндегі динамикалық жүктемелердің ерекшеліктері көреміз. Таныс қалыпты ауытқулардың пайда болуына тек жетек түйінінің жұмысы ғана емес, сонымен қатар пластикалық деформация да ықпал етеді. Илемдеу процессінің динамикалық сипаты илемдеу процессінің ажырағысыз бөлігі болып табылатынын аңғарамыз.

Зертханалық тәжірибе жүргізу зертханалық жағдайларға ғана тән емес, сондай-ақ өндірістік орнақтардағы жетекке динамикалық жүктемені бөлу заңдылығын анықтауға бағытталған. Зертханалық жағдайлардағы динамикалық жүктемені зерттеу жұмысы жалпы заңдылықтарды шығаруға және Түсті металлдарды өңдеу бойынша Балқаш Дуо-Кварто зауытындағы орнақтағы жүйелі сынуларға негіздеме беруге мүмкіндік береді. Берліген зертханалық орнақты зерттеу білікшелердің сыну себебін анықтау мақсатында өндірістік орнаққа көшуге ықпал етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Целиков, А. И., Полухин, П. И., Гребеник, В. М., и др. Машины и агрегаты металлургических заводов. – Т. 3 – М. : Металлургия, 1988, – 680 б.

Материал 01.06.15 баспаға түсті

*P. S. Kuzevanov, N. S. Sembayev*

#### Исследование динамических особенностей прокатного стана

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*R. S. Kuzevanov, N. S. Sembayev*

#### Research of dynamic characteristics of the rolling mill

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Данная статья посвящена исследованию динамической энергии прокатного стана. Позволяет провести исследование системных спадов динамической нагрузки производственных прокатных станков.*

*This article is devoted to research of the dynamic power of the rolling mill. It allows to undertake a study of systemic declines in the dynamic load of industrial rolling machines.*

УДК 621.74

**К. С. Кусаинова<sup>1</sup>, Н. И. Гурбик<sup>1</sup>, М. А. Левенец<sup>1</sup>, А. С. Тарасенко,  
П. О. Быков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>студенты, <sup>2</sup> к.т.н., доцент, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.

#### **МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРИСТАЛЛИЗАТОРА СОРТОВОЙ МНЛЗ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИЛЬЗ С ВОЛНИСТЫМ ВНУТРЕННИМ ПРОФИЛЕМ**

*Статья посвящена вопросу решения проблемы «ромбичности» заготовки. Анализируются результаты первичного испытания.*

*Ключевые слова: кристаллизатор, конструкция, сортовая МНЛЗ, профиль, заготовка, ромбичность.*

В процессах непрерывной разливки стали качество продукции зачастую определяется формой получаемой заготовки. Одним из распространенных дефектов непрерывнолитой заготовки является ромбичность и вспучивание слитка.

Очевидно, что конструкция кристаллизатора оказывает непосредственное влияние на геометрию заготовки. Например, известно, что более выраженная конусность уменьшает степень ромбичности заготовки. По мере износа гильзы кристаллизатора величина конусности уменьшается, что приводит к проблемам с геометрией заготовки и повышению риска прорывов. Поэтому важно правильно определить сроки вывода кристаллизатора из эксплуатации.

Крепление «фут-роликов» к нижней части кристаллизатора обеспечивает дополнительную поддержку ручья, что само по себе снижает вероятность вспучивания заготовки. Даже если «фут-ролики» не требуются для поддержки ручья, их применение рекомендуется для уменьшения ромбичности заготовки. Кроме того «фут-ролики» будут компенсировать недостатки в работе МНЛЗ, связанные с настройкой машины, которые также могут стать причиной искажения формы заготовки.

Одной из причин неправильной геометрии заготовки может быть недостаточная скорость водяного потока для охлаждения кристаллизатора, а также неоднородность водяного потока. Это открытие привело к значительным улучшениям в системе охлаждения кристаллизатора, таким как применение изготовленных взрывным методом водяных рубашек и других видов конструкций с допусками в узких пределах. Эти усовершенствования значительно улучшили равномерность теплоотвода от медной гильзы, в то же время появился потенциал увеличения скорости движения воды в кристаллизаторе вследствие уменьшения водяного зазора.

Несмотря на все усовершенствования конструкции кристаллизатора, которые внедрялись на протяжении многих лет, проблема ромбичности заготовки не исчезла, в особенности при разливке среднеуглеродистых (0,2 – 0,4 % С) сталей. Действительно, ромбичность считается одной из самых острых проблем при разливке заготовок. В прошлом методы борьбы с ромбичностью были основаны на оптимизации системы

охлаждения кристаллизатора, поэтому проблему пытались решить при помощи изменения конусности, скорости воды, смазки и настроек механизма качания. Считалось что другие параметры разливки, которые относятся к зоне вторичного охлаждения (после выхода из кристаллизатора), такие как система распыления воды, не оказывают заметного влияния на предотвращение ромбичности, хотя существует немало примеров того, что забитые водяные форсунки или низкая температура распыляемой воды негативно влияли на форму заготовки.

Принимая во внимание вышесказанное, рядом ученых были сформулированы причины ромбичности заготовки и предложено возможное решение проблемы [1, 2]. Когда жидкая сталь попадает в гильзу кристаллизатора, первоначально сформировавшаяся корочка не обладает достаточной твердостью и ведет себя как наполненный водой резиновый шар, принимая форму кристаллизатора. Двигаясь ниже по кристаллизатору, корочка начинает затвердевать и может смещаться относительно стенок кристаллизатора по мере того, как она сжимается при затвердевании. Поскольку основной объем сопротивления тепловому потоку зависит от воздушного зазора, именно это смещение относительно охлаждающих поверхностей приводит к неоднородному формированию корочки, разнице напряжений и проблем с геометрией заготовки ниже кристаллизатора. Внешние факторы, такие как неустойчивый ход механизма качания и неправильная регулировка машины, будут также способствовать смещению корочки относительно стенки кристаллизатора и созданию неоднородных условий охлаждения. Кроме того, забитые отложениями или плохо спроектированные каналы форсунок распыления воды в зоне вторичного охлаждения (ниже кристаллизатора) будут влиять на корочку заготовки таким образом, что заготовка может вытягиваться или изгибаться, и это действия будет передаваться прямо в кристаллизатор, также являясь причиной неоднородного охлаждения. Этот эффект можно наблюдать на заводах, где есть проблемы с системой распыления воды и где наблюдается устойчивая тенденция к неоднородному износу кристаллизатора, как показано на рисунке 1. Именно эти внутренние нагрузки, вызванные несимметричным ростом корочки в кристаллизаторе, приводят к искажению формы заготовки после выхода из гильзы. Кроме того, сопутствующая деформация растяжения, вызванная искажением формы, часто приводит к образованию трещин на границе раздела твердой и жидкой фаз.

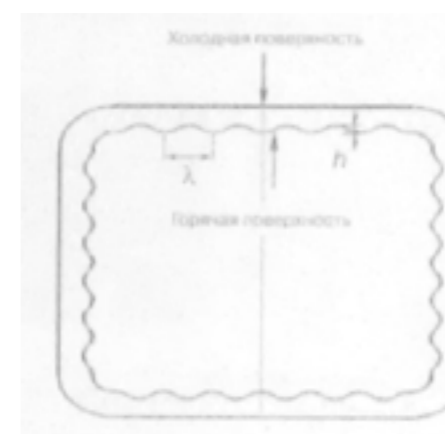


Рисунок 1 – Значительный неоднородный износ кристаллизатора, связанный с ромбичностью заготовки

Исходя из перечисленных причин ромбичности заготовки ряд производителей оборудования [2] поставили задачу разработки такой конструкции кристаллизатора, которая позволяла бы центрировать твердеющей слиток и обеспечивала бы его равномерное охлаждение.

Конструкция кристаллизатора с волнистым внутренним профилем. В качестве решением поставленной задачей был разработан кристаллизатор с волнистым внутренним профилем (рисунок 2). Главной особенностью новой конструкции является волнистый внутренний профиль горячей поверхности, создающий зеркальный волнистый отпечаток на поверхности заготовке в начале процесса затвердевания слитка. Волнистость обеих поверхностей блокирует перемещение корочки из в стороны в сторону, направляя ее по длине гильзы. Кристаллизатор и корочка «сцеплены» друг с другом до такой степени, что возникает более равномерный теплоотвод и, следовательно, обеспечивая однородное формирование корочки в наиболее сложный период нахождения в кристаллизаторе.

Несомненно, необходимо тщательно рассчитать геометрию гильзы с волнистым внутренним профилем, чтобы избежать чрезмерного сцепления корочки и стенки кристаллизатора, что неизбежно привело бы к нарушению процесса разливки. Поэтому проектируется волна такой высоты и длины, чтобы корочка слитка могла сжиматься внутр без пиковых точек в области сцепления на поверхности медного кристаллизатора или на корочки слитка. Геометрия волнистого профиля может меняться в зависимости от размера разливаемой заготовки и линейного положения в кристаллизаторе. Обычно высота волны предлагается в пределах 0,5 – 5,0 мм и длина волны – в пределах 1 – 30 мм (точные значения запатентованы).



$\lambda$  – длина волны;  $h$  – высота волны

Рисунок 2 – Параметры конструкции гильзы с волнистым внутренним профилем

Другим преимуществом гильзы с волнистым внутренним профилем является более равномерное распределение смазки в зоне мениска. Все существующие сегодня системы распределения смазки работают по следующему принципу: масло подается через пластину сверху корпуса кристаллизатора и стекает вниз



по стенке кристаллизатора в зону мениска. При этом наибольшее внимание уделяется тому, что бы масло равномерно подавалось вверх кристаллизатора. Однако, когда масло достигает уровня металла, ситуация меняется в худшую сторону. Поскольку процесс сгорания масла будет влиять на теплоперенос в зоне мениска, очевидно, что вопрос равномерности распределения масла очень важен. Волнистый внутренний профиль гильзы обеспечивает «каналы» для движения масла по длине гильзы, поэтому нужно с уверенностью сказать, что масло будет равномерно распределяться по всей длине от пластины до зоны уровня металла.

Промышленные испытания медных гильз с волнистым внутренним профилем проводились компанией CMC Steel Texas (США) [2], являющейся производителем арматурного проката, сортовых и ковких марок стали, разливка осуществлялась МНЛЗ со следующими характеристиками (таблица 1).

Первые испытания проводились на заготовке размером 127×127 мм, на четвертый ручей была установлена гильза с волнистым внутренним профилем из материала CuAg, использовался механизм качания, испытания проводились ближе к концу разливки стали 1022 (0,19 – 0,23 % С). Две первые плавки были выполнены при скорости 3,5 м/мин, затем скорость повышалась до 4,5 м/мин. Вначале было отмечено небольшое «подергивание» ручья, но оно быстро прекратилось, по этому данный факт посчитали типичным для начала нового кристаллизатора. Значения параметров разливки в гильзу с волнистым внутренним профилем и в стандартную гильзу были одинаковы, но качественные наблюдения показали, что заготовки, разлитые через гильзу с волнистым профилем, имеют более прямую форму. Визуальный осмотр цвета заготовки, видимого в зоне вторичного охлаждения, не выявил заметных различий. Следы механизма качания присутствовали на поверхности заготовки, хотя их было сложнее заметить из-за волнистого опечатка на поверхности заготовки.

Для оценки были приготовлены три комплекта образцов заготовки, разлитой через гильзу с волнистым профилем и через стандартную гильзу. Были выполнены легкое травление, линейные измерения, а также зачистка углов заготовки.

Таблица 1 – Характеристика МНЛЗ

МНЛЗ	2006 Concast @machine
Число ручьев	Четыре
Тип механизма качания	Гидравлический
Смазка кристаллизатора	Масляная смазка, 35 мл/мин
Размер сечения и скорость разливки	127×127 мм при 4,0 м/мин 134×194 мм при 3,3 м/мин
Тип гильзы кристаллизатора (стандартный)	КМЕ Elbrodur®G АМТ
Конусность (стандартная)	Параболическая
Уровень мениска	115 мм
Длина кристаллизатора	1000 мм
Устройство электромагнитного перемешивания	Есть
«Фут-ролики»	Есть

Система распыления воды (вторичное охлаждение)	Гидравлическая, три зоны
Механизм вытягивания заготовки	Двухопорный жесткий
Резка заготовки	Кислородно-дуговая
Отвод заготовки/кантователь	Шаговый транспортер

Образцы заготовки, разлитой через гильзу с волнистым профилем, сохранили волнистый рисунок на поверхности, совпадающий с рисунком внутреннего профиля гильзы. Общая форма практически квадратная, с ромбичностью всего 0,1 мм. Была отмечена небольшая выпуклость 0,4 мм в средней зоне, в углах нет вмятин и трещин. Для сравнения на образце заготовки, разлитой через стандартную гильзу, были отмечены ромбичность в 10 раз выше (хотя вполне приемлемая <1,5 мм), а также несколько вмятин и трещин в углах. Зачистка углов образца, разлитого через гильзу с волнистым профилем, не выявила проблем с качеством заготовки. Измерения ромбичности заготовки из стали 1022 дали следующие результаты (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика ромбичности заготовок

Скорость разливки, м/мин	3,5	4,0	4,5
Ромбичность, мм:			
– гильза с волнистым профилем	0,1	0,1	0,1
– стандартная гильза	1,0	1,5	1,0

Основной размер заготовки, разливаемой на заводе – 134×194 мм (заготовка под минисляб) – применялся для производства заготовок для арматурного и сортового проката. Поэтому второй этап испытаний гильз с волнистым профилем был выполнен на заготовке этого сечения. На ручей № 4 была установлена гильза с волнистым внутренним профилем из материала CuAg, на ручей № 1 – стандартная гильза.

Как и при проведении предыдущего теста, начало разливки и дальнейшая разливка прошли без осложнений. Разливалась сталь с содержанием углерода 0,45 %, которая применяется для производства арматурного проката. При исследовании кристаллизатора во время разливки не было замечено признаков налипания корочки к стенкам, также было видно, как жидкая сталь затекает в волнообразные углубления внутри медной гильзы. Волнистый отпечаток сохранился на поверхности литой заготовки.

При обследовании ручья выявили, что разлитая заготовка имеет практически квадратную форму в сравнении заготовкой, разлитой через контрольную гильзу. В действительности в одной точке при разливке через контрольную гильзу наблюдались серьезные проблемы вследствие неправильного расположения распылительных стоек. Чтобы протестировать работу гильзы с волнистым внутренним профилем в данных условиях, было решено поменять гильзы местами и проверить работу кристаллизаторов, пока плавильный цех работал с меньшей мощностью по причине недостатка электроэнергии. Качество заготовки, разлитой

через гильзу с волнистым внутренним профилем на ручье № 1, немедленно улучшилась без изменений рабочих параметров машины.

Поскольку процесс разлива через гильзу с волнистым профилем проходил без нарушений, было принято решение продлить срок эксплуатации гильзы. Постепенно операторы непрерывной разлива пришли к заключению, что лучше всего работает ручей где установлена гильза с волнистым внутренним профилем, качество заготовки хорошее вне зависимости от условий процесса разлива. Когда кристаллизатор был выведен из эксплуатации, выяснилось, что гильза с волнистым профилем, выполненная из материала медь – серебро простояла 1795 плавов т.е. было разлито около 50 тысяч тонн стали (в ТОО «KSP Steel» средняя стойкость кристаллизаторов составляет 600 плавов). Для сравнения, средняя стойкость гильзы из материала Elbrodur®G (медь – хром – цирконий) составляет 1050 плавов. Это достаточно высокая стойкость, но она значительно ниже, чем стойкость гильзы с волнистым внутренним профилем. Несмотря на то, что стойкость гильзы не являлась главной целью испытаний, положительным моментом явился тот факт, что волнистый профиль внутри гильзы не подвержен быстрому износу, в чем были сомнения в начале испытаний. Незначительный износ профиля также является свидетельством того, что возможность смещения корочки в гильзе с волнистым профилем незначительно, что приводит к снижению износа и увеличению стойкости.

Дальнейшая эксплуатация гильз кристаллизатора с волнистым внутренним профилем на заводе показала, что волнистый отпечаток на поверхности заготовки не влияет на качество арматурного проката и торгового сортового проката.

Выводы:

1) Литературный обзор показал, что гильза с волнистым внутренним профилем позволяет:

- разливать заготовки улучшенного качества по ромбичности и другим внешним дефектам;
- повысить стойкость кристаллизаторов.

2) Применение на МНЛЗ Павлодарских сталелитейных заводов, гильз с волнистым внутренним профилем позволит повысить качество заготовок и снизить затраты на их производство за счет повышения стойкости гильз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Власов, Н. Н.** Разливка черных металлов / Н. Н. Власов, В. В. Король, В. С. Радя. – М. : Металлургия, 1987. – С. 272

2 **Бакши, Я. А., Гарсия, М., Лоренто, Д. П.** Новые гильзы с волнистым внутренним профилем для кристаллизаторов сортовых МНЛЗ // Сталь, № 2. – 2014. – С. 19 – 24.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*К. С. Кусаинова, Н. И. Гурбик, М. А. Левенец, А. С. Тарасенко, П. О. Быков*  
**Гильзаның толқынды ішкі профілімен қолдану есебінде сортты ДҮҚМ-ның кристаллизаторының құрастырылымдылығын жаңғырту**

С. Торайғыров атындағы  
 Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
 Материал 01.06.15 баспаға түсті

*K. S. Kusainova, N. I. Gurbik, M. A. Levenets, A. S. Tarasenko, P. O. Bykov*  
**Modernization of the billet CCM mold construction through using liners with a wavy inner profile**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
 Material received on 01.06.15.

*Мақала дайындаманың «ромбалығы» туралы мәселелерін шешу сұрақтарына арналған алғашқы сынаулардың нәтижелерін талдайды.*

*The article is devoted to resolving the problem of a rhombic piece. The results of the initial test have been analyzed.*

УДК 621.165

**С. А. Маденов<sup>1</sup>, В. Ф. Хацевский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>д.т.н., профессор, кафедра ЭиА, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

#### **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ТУРБИНЫ**

*В настоящей статье описывается станция, которая может быть использована для управления положением сервомоторов регулирующих клапанов.*

*Ключевые слова: автоматизация, модернизация, мощность, сервомотор, клапан, турбина, станция.*

В настоящее время существующие системы автоматизированного управления процессом регулирования мощности турбин электростанций реализованы на функционировании двухуровневой системы автоматического регулирования фирмы «ССС», нижним уровнем которой является регулирующий микропроцессорный контроллер MPUE-750 и совместимые с ними платы ввода-вывода ЮС-555-D версии К.

Эти системы не соответствуют современным требованиям к полноценным системам управления, выработка их технических ресурсов зачастую приближается к критической, так как эксплуатация установок началась свыше десяти лет назад, неоправданно высоки цены на комплектующие, которые производила только сама фирма «ССС», аналогов комплектующих не существует.

Также нет возможности обучать на курсах собственных специалистов по эксплуатации, что подразумевает проведение дорогостоящего периодического сервисного обслуживания сторонними организациями.

Отсутствует полноценное резервирование модулей контроллера и модулей ввода-вывода, на данный момент резервирование происходит не помодульно, а на уровне комплекта модулей. То есть выход из строя любого основного модуля (А) и хотя бы одного резервного (В) приводит к полному отказу системы автоматического регулирования, следовательно теряется управление турбиной, и, как следствие этого, аварийная остановка энергоблока, дорогостоящие простои и последующий запуск турбин (например, при отказе МРУ-А и ИОС-1В или ИОС-1А и ИОС-3В) [1, 45 с].

Также отсутствует возможность полноценной диагностики системы, из-за низкой производительности процессора платы МРУЕ-750 и его практически полной загрузки (более 80 %), нет возможности проведения полной диагностики контроллера путем запуска соответствующей программной процедуры из-за высокого риска перегруза процессора и, как следствие, отказа системы автоматического регулирования турбины.

Предлагается установить новую систему автоматического регулирования клапанами турбины производства фирмы «Emerson» на примере турбины К-325-240.

В турбинном контроллере реализована станция ручного и автоматического управления регулирующими клапанами турбины. При работе станции в автоматическом режиме положением регулирующих клапанов управляют автоматические регуляторы турбины, при переводе ее в ручной режим оператор имеет возможность управлять положением регулирующих клапанов вручную подачей команд «прибавить», «убавить», или введением задания в цифровой форме (окно управления регулирующим клапаном на видеограмме турбинного контроллера) [2, 45 с].

Выходной сигнал турбинного контроллера является общим заданием для регулирующих клапанов высокого и среднего давления и соответствует 0...100 % открытия для клапанов высокого давления. Для клапанов среднего давления используется характеристика открытия в зависимости от значения выходного сигнала турбинного контроллера.

Станция может быть использована для управления положением сервомоторов регулирующих клапанов и на остановленной турбине оператором вручную, для этого должна быть квитирована система защит, и подана команда на включение теста плотности регулирующих клапанов.

Сигнал на закрытие регулирующих клапанов турбины срабатывает при возникновении любого из следующих сигналов [2, 47 с]:

- турбина не взведена;
- релейная форсировка активна;
- предзащита активна;
- система защит сработала;
- турбинный контроллер сработал.

Электромеханический преобразователь жестко соединён с буксой отсечного золотника. Перемещая буксу относительно «отсечного» положения изменяется сечение окна на подводе (букса выше «отсечного» положения) или сливе (букса ниже «отсечного» положения) рабочей жидкости из-под поршня сервомотора регулирующего клапана, вызывая его перемещение в соответствующую сторону. Таким образом, отсечное положение буксы характеризует произвольное устойчивое положение сервомотора регулирующего клапана.

Обобщённое задание, сформированное в турбинном регуляторе, подаётся на нелинейный элемент, выход которого определяет индивидуальное задание по положению регулируемых клапанов в соответствии с фрагментом функциональной схемы, приведенной на рисунке 1.

Для расхаживания сервомотора регулирующего клапана в контуре регулирования предусмотрен задатчик отклонения от индивидуального задания, выход которого суммируется с сигналом нелинейного элемента, формируя итоговое задание по положению регулирующего клапана.

Позиционер клапана реализован как пропорционально-интегральный канал управления. Интегральный канал воспринимает разность между итоговым заданием и положением клапана, которая вводится в интегратор для поддержания отсечного положения буксы отсечного золотника. Пропорциональный канал формирует управляемый сигнал как разность между сигналами итогового задания с учётом отсечного положения буксы отсечного золотника и положения клапана. В результате сумма пропорционального и интегрального каналов образуют сигнал управления электромеханическим преобразователем, требуемый для перемещения регулирующих клапанов в соответствии с его итоговым заданием.

Такое решение позволяет автоматически устанавливать отсечное положение буксы и в процессе работы энергоблока компенсировать изменение этого положения вследствие непостоянства внешних факторов: протечек, температуры рабочей жидкости и др. [3, 29 с].

В случаях появления недостоверных показаний датчика положения сервомотора регулирующего клапана (ХМ26), определения неисправности в контуре управления регулирующего клапана производится по косвенным признакам (превышение настраиваемой величины расхождения между сигналом задания и сигналом датчика положения сервомотора регулирующего клапана в течение заданного времени), или же при наличии отрицательного обобщённого задания – формируется команда на обнуление управляющего сигнала, с целью быстрого закрытия сервомотора регулирующего клапана.

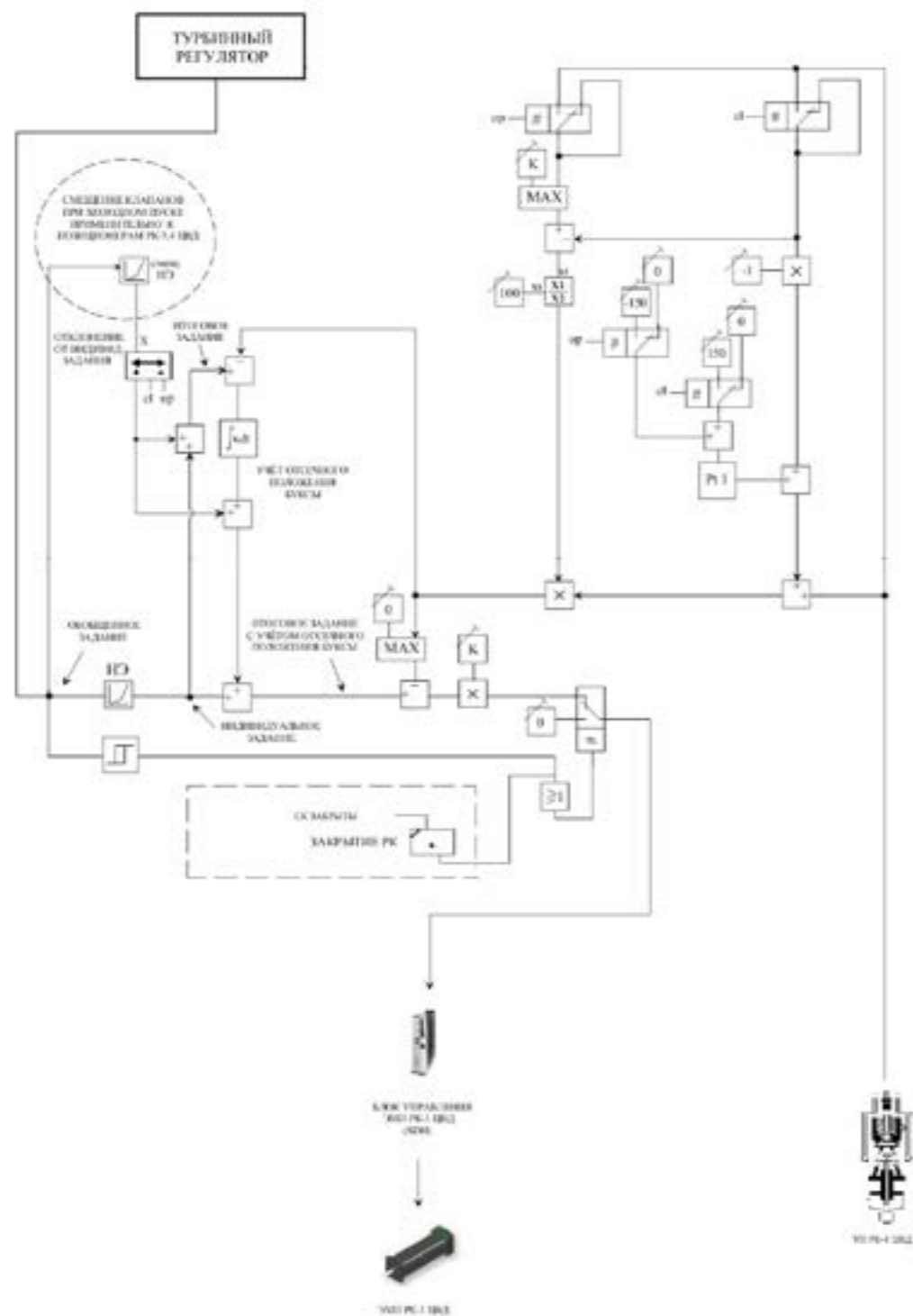


Рисунок 1 – Функциональная схема системы регулирования мощности турбины

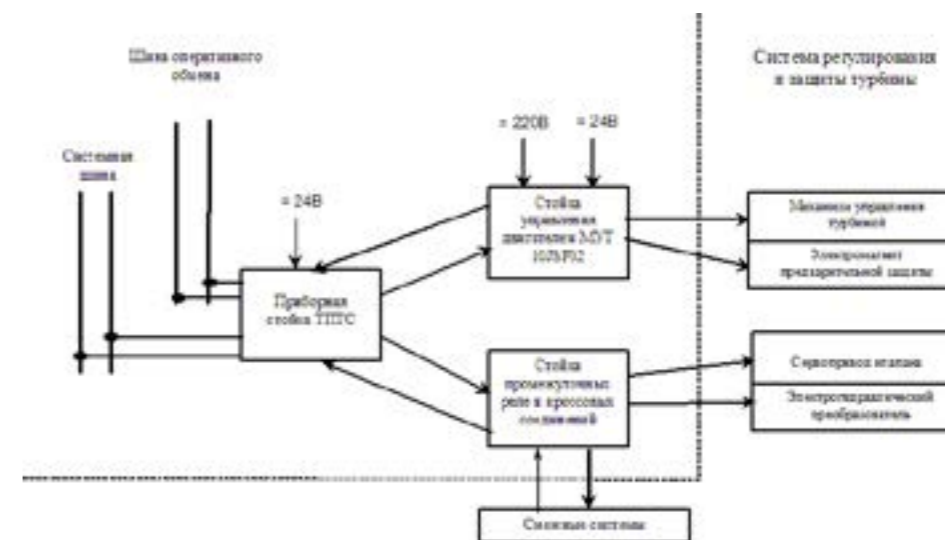


Рисунок 2 – Программно-технический комплекс регулирования мощности турбины

Программно-технический комплекс, приведенный на рисунке 2, состоит из трех стоек, первая стойка, состоящая из функциональных и системных модулей, предназначена для реализации алгоритмов работы, логики управления, сигнализации и защиты. Вторая стойка предназначена для размещения силовых устройств управления двигателем механизма управления турбиной (МУТ). Это два резервирующих друг друга модуля управления силовой коммутацией и два блока питания. Третья стойка (стойка промежуточных реле и кроссовых соединений) предназначена для подключения линий связи входных и выходных сигналов, а также интерфейсов между входными и выходными сигналами [3, 63 с].

В результате проведенных теоретических исследований можно сделать вывод о том, что внедрение модернизированной системы автоматического регулирования мощности на примере турбины К-325-240 в технологический комплекс электростанции позволит улучшить централизованное управление, снизит затраты на топливо и электроэнергию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Compressor Controls Corporation Series 4. Руководство по эксплуатации комплекса программно-технических средств. – CCC, 1996. – С. 3500.
2. Разработка методических основ, исследование и внедрение многосвязных автоматических систем регулирования теплоэнергетических объектов. – Интеравтоматика, 2012. – С. 382.
3. Руководство САР турбины. – Интеравтоматика, 2009. – С. 98.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.



*C. A. Madenov, V. F. Khatsevskiy*

**Турбинаның қуаттылығының автоматтық реттеу жүйесін жаңғырту**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*S. A. Madenov, V. F. Khatsevskiy*

**Modernization of a turbine automatic power control system**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада реттеуші клапандарды сервомоторлардың жағдайымен басқару үшін қолданылуы мүмкін станциясын сипаттайды.*

*The present article describes a station that can be used to control the position of the regulating valves' servomotors.*

УДК 629.3.014

**К. А. Мурзабекова<sup>1</sup>, А. Э. Жарлыгапова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>к.т.н., доцент; <sup>2</sup>магистрант, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана

**ОСОБЕННОСТИ ДВУХТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*В данной статье рассмотрена двухтопливная система двигателей внутреннего сгорания, ее преимущества и недостатки. Использование альтернативных видов топлива позволяет повысить работоспособность транспортного средства и снизить токсичность выбросов в окружающую среду. В числе альтернативных топлив наиболее перспективным представляется природный газ.*

*Ключевые слова: Автомобильный транспорт, двухтопливная система питания двигателей внутреннего сгорания, топливо, работоспособность, экономичность, надежность.*

Автомобильный транспорт играет важнейшую роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживая предприятия и организации всех форм собственности, крестьянских и фермерских хозяйств и предпринимателей, а также население страны. Особенности и преимущества автомобильного транспорта, предопределяющие достаточно высокие темпы развития, связаны с мобильностью и гибкостью доставки грузов и пассажиров. Вместе с тем, рост автомобильного парка и потребления жидких топлив нефтяного происхождения (дизельного топлива и бензина) привели к ухудшению экологической обстановки и загрязнению окружающей среды [1]. Эти свойства автомобильного транспорта

во многом определяются уровнем работоспособности и техническим состоянием автомобилей и парков, которые зависят от:

- надежности конструкции автомобилей;
- мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации;
- снижения токсичности выбросов в окружающую среду [2].

Следовательно, обеспечение автотранспорта эффективным и стабильным энергоносителем является на сегодняшний день актуальной проблемой.

Для повышения экономичности эксплуатации автомобиля и снижения токсичности выбросов в окружающую среду желательно минимизировать расход бензина, поскольку экологические показатели работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на газе лучше, чем при работе на бензине. Однако длительная работа ДВС только на одном виде топлива приводит к нарушению работоспособности части системы питания (бензиновой или газовой), находящейся длительное время в выключенном состоянии, что ведет к снижению ее надежности. Снижение надежности проявляется в увеличении интенсивности закоксовывания бензиновых электромагнитных форсунок (ЭМФ) при работе на газе и в отказах резинотехнических изделий газовой системы питания при работе на бензине. Это влечет за собой уменьшение периодичности технического обслуживания и ремонта систем питания. Рабочая гипотеза состоит в следующем:

- увеличение интенсивности закоксовывания бензиновых ЭМФ при работе ДВС на газе обусловлено отсутствием циркуляции топлива через них, что ведет к повышению их температуры и застою в проточной части ЭМФ;
- если при работе ДВС на газе через ЭМФ подавать некоторое количество бензина, то интенсивность закоксовывания бензиновых ЭМФ резко снизится;
- подаваемое некоторое количество бензина через ЭМФ должно быть постоянным в единицу времени, поскольку условия, в которых находится ЭМФ, достаточно стабильны как по температуре, так и по составу среды;
- постоянное количество бензина, подаваемое в цилиндры ДВС через ЭМФ должно быть настолько небольшим, чтобы ощутимо не увеличивались затраты на топливо;
- постоянное количество бензина, подаваемое в цилиндры ДВС через ЭМФ должно быть достаточным для охлаждения ЭМФ и предотвращения увеличения скорости загрязнения их.

В настоящее время в области автомобилестроения широкое распространение получили двухтопливные универсальные системы питания двигателей внутреннего сгорания [3, 4]. Этому способствовала простота перевода двигателя с одного топлива на другое без существенных изменений конструкции. Автомобили, оснащенные такой системой питания являются универсальными и могут продолжать работу при выходе из строя одной из систем питания. При этом мощность установки может быть сохранена, экономичность увеличена, а содержание токсичных составляющих отработавших газов уменьшено.

Применение газа в качестве топлива для ДВС транспортных средств является одним из перспективных способов снижения затрат на топливо и улучшения

экологической обстановки. В условиях эксплуатации сложилась практика переоборудования бензиновых ДВС для питания газом путем установки комплекта газобаллонного оборудования, в результате этого автомобиль становится двухтопливным. В зависимости от режима использования двух топлив систему питания называют либо универсальной (используется только один вид топлива - бензин или газ), либо комбинированной, когда одновременно используются два вида топлива: бензин и газ (рисунок 1).

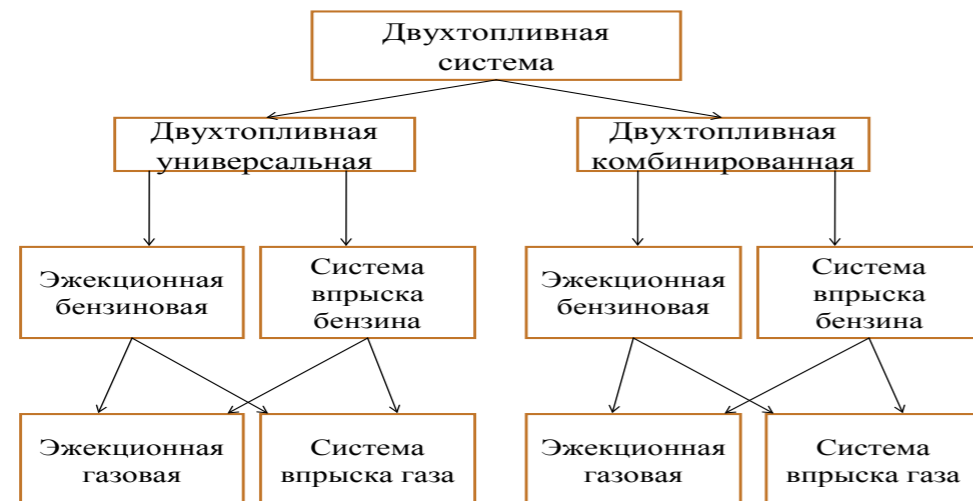


Рисунок 1 – Двухтопливные системы питания

К основным недостаткам двухтопливной универсальной системы питания можно отнести следующие:

- низкая скорость сгорания газозоудушной смеси на режимах работы с высокой частотой вращения коленчатого вала, что ведет к снижению надежности ДВС и увеличению расхода топлива;
- нарушение работоспособности части системы питания (бензиновой или газовой), находящейся длительное время в выключенном состоянии, что ведет к снижению ее надежности;
- снижение эффекта экономии затрат на топливо при эксплуатации газобаллонного автомобиля в условиях низких температур и коротких поездках.

Стремление устранить недостатки двухтопливной универсальной системы питания привело к созданию двухтопливных комбинированных систем питания. В частности, применение такой системы на базе бензиновой карбюраторной системы питания позволяет повысить надежность ДВС за счет снижения износа выпускных клапанов и повысить надежность элементов бензиновой системы питания. Однако карбюраторная бензиновая система питания и эжекционная газовая система питания не позволяют точно дозировать оба топлива в любых пропорциях и раскрыть все преимущества комбинированного питания. Появление систем впрыска бензина, а вслед за ними и систем впрыска газа открывает новые возможности комбинирования топлив. Это позволит более гибко и точно регулировать количества впрыскиваемого

бензина и газа на различных режимах работы ДВС. Появляется возможность, наряду с повышением надежности ДВС и системы питания в целом, снизить токсичность отработанных газов, выбрать рациональные параметры перехода работы ДВС с одного вида топлива на другой. Поэтому, определение оптимальных соотношений бензина и газа в топливовоздушной смеси на различных режимах работы двигателя является, несомненно, актуальной задачей. Выбор этого соотношения необходимо осуществлять с учетом требований по повышению экономичности эксплуатации автомобиля, надежности и экологических показателей работы двигателей внутреннего сгорания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Павлова, Е. И., Буравлев, Ю. В. Экология транспорта. – М. : Транспорт, 1998. – 230 с.
- 2 Певнев, Н. Г., Трофимов, А. В. Повышение экологической и пожарной безопасности газобаллонных автомобилей с карбюраторными двигателями // Материалы 1-ой Российско-германской конференции по безопасности движения / Омск, СибАДИ. – 2002. – С. 105-110.
- 3 Певнев, Н. Г. Совершенствование процесса эксплуатации газобаллонных автомобилей с двухтопливной системой питания. – Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. техн. наук: 05.22.10. – Омск, 2004.
- 4 Лиханов, В. А., Девятьяров, Р. Р. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования: учебное пособие. – Киров : Вятская ГСХА, 2006. – 183 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*К. А. Мырзабекова, А. Э. Жарлыгапова*

**Іштен жану қозғалтқыштарының екі отынды жүйесінің ерекшелектері**

Сейфуллин атындағы казак агротехникалық университет, Астана қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*K. A. Murzabekova, A. E. Zharlygapova*

**Particularities of the dual-fuel system of internal combustion engines**

S. Seifullin Kazakh Agro Technical university, Astana.  
Material received on 01.06.15.

*Келесі мақалада іштен жану қозғалтқышының қос отынды жүйесінің кемшіліктері мен артықшылықтары қарастырылған. Балама отын көздерін қолдану көлік құралының жұмыс қабілеттілігін арттырып, зиянды заттардың ауаны ластауын азайтады. Балама отын көздерінің ішіндегі ең қолайлысы табиғи газ болып табылады.*

*In this article the dual-fuel system of internal combustion engines is presented along with its advantages and disadvantages. The use of alternative fuels can improve vehicle performance and reduce toxic emissions into the environment. Natural gas is considered one of the most promising alternative fuels.*

**М. М. Мырзабекова<sup>1</sup>, Е. Т. Зейнешев<sup>1</sup>, А. Х. Темиров<sup>1</sup>, Ж. М Ықсан<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>студенттер; <sup>2</sup>т.ғ.к., профессор, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

**ОТАНДЫҚ КӘСІПОРЫНДАРДА БІРІКТІРІЛГЕН СМЖ-НІ ЕНГІЗУДІҢ ТИІМДІЛІГІ**

*Берілген мақалада кәсіпорындарда біріктірілген сапа менеджмент жүйесін енгізу және оның тиімділігі туралы баяндалған. Бұл жүйедегі стандартта сапа саласындағы менеджмент жүйелеріне негізгі талаптар орнатылады.*

*Кілтті сөздер: біріктірілген менеджмент, халықаралық стандарт, кәсіпорын, менеджмент жүйесі.*

Біріктірілген менеджмент жүйесі (БМЖ) – ұйымның жалпы менеджмент жүйесінің бөлігі. Ол екі не одан да көп халықаралық стандарттар талаптарына жауап береді және бір бүтін секілді қызмет атқарады.

Менеджмент жүйесінің бірігуі – объективті қажеттілік. Біріктірілген менеджмент жүйесін құру – ұйымның жалпы менеджментінің тиімділігін арттыруға бағытталған қиын инновациялық жоба [1].

Біріктірілген менеджмент жүйесін құрудың нәтижелігі сауатты басқару кезінде ғана жетілуі мүмкін. Біріктірілген менеджмент жүйесін құру кезінде басты рөл ұйым менеджерлерінде болу тиіс.

Халықаралық стандарттар талаптарына жауап беретін менеджмент жүйелерінің (сапа, экология, қауіпсіздік және әлеуметтік жауапкершілік) бірігуін ұйымның нық дамуына алғышарт деп қабылдау қажет.

Біріктірілген менеджмент жүйелерінің артықшылығы:

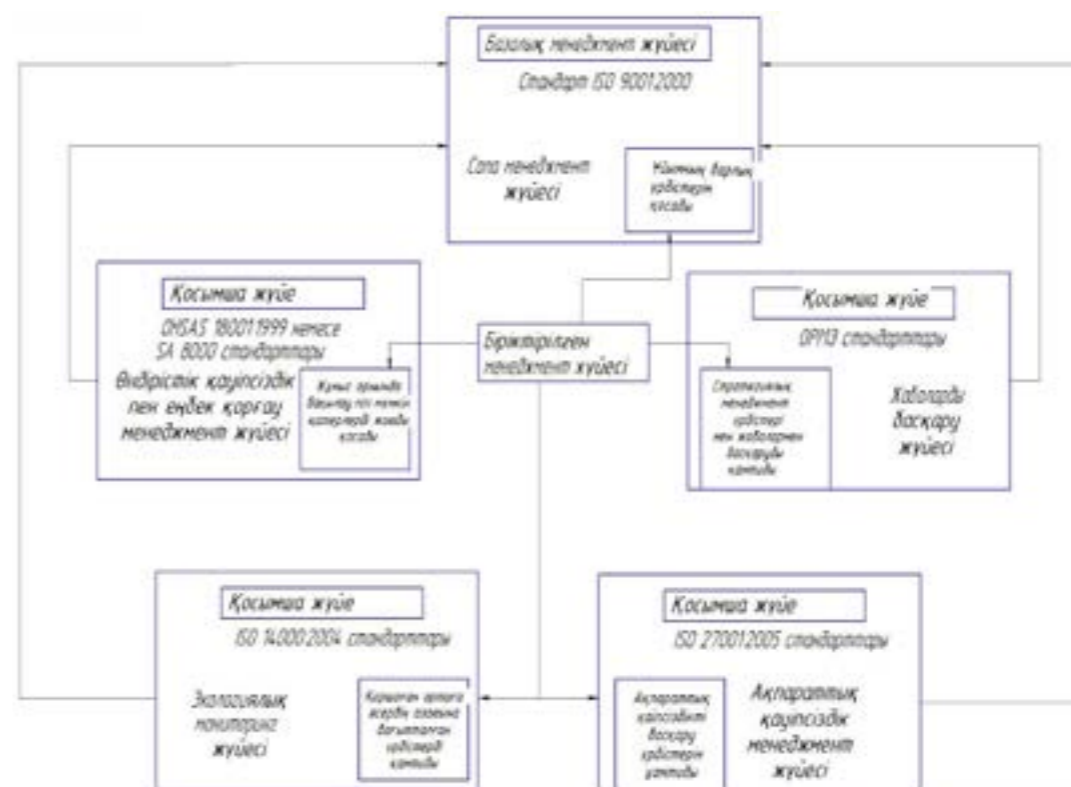
- менеджмент жүйелерін жасап шығару, ендіру және жұмыс атқарудың технологиялығының артуы;
- менеджменттің бірыңғай үйлескен құрылымын жасап шығару;
- жасап шығаруға, жұмыс істеуге және сертификаттауға шығындардың азаюы;
- біріктірілген менеджмент жүйелері шегінде үрдістер қатарын біріктіру мүмкіндігі (жоспарлау, басқарма жағынан талдау, құжаттармен басқару, кадрларды дайындау, оқыту, ішкі аудиттер және т.б.);
- өзгертін шарттарға мобильділік пен бейімділік мүмкіндіктерінің жоғарылауы;
- тұтынушылар, инвесторлар, мүдделі жақтар үшін үлкен тартымдылық.

Біріктірілген менеджмент жүйесі моделі – бұл 9 түр өзгертін белгілер арқылы стандарттарды іске асыратын менеджмент жүйесінің бірыңғай жүйесі TQM (Total Quality Management – Сапаны жалпыға ортақ басқару): жұмысты ұйымдастыруда басқарманың рөлі; қоршаған орта мен сапаны басқару облысында жоспарлау; жұмыскерлердің потенциалын қолдану; ресурстарды қтымды

қолдану; технологиялық үрдістерді мен жұмыстың орындалу операцияларын басқару; тқтынушылардың қанағаттануы; ұйымдағы жұмыспен персоналдардың қанағаттануы; ұйымның қоршаған табиғи орта мен қоғамға әсері; ұйым жұмысы нәтижелері [3].

ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 және SA 8000 менеджмент стандарттары талаптарының TQM белгілермен элементтер бойынша қосылуы мүмкіндік береді:

- нық дамудың ең басты үш факторлары – экономикалық, экологиялық және әлеуметтік – негізінде фирма менеджментіне базалық талаптарды жүйелі және толық мазмұндау;
- TQM белгілерін көрсетілген стандарттарға сай жеткілікті толықтық пен нақты толтырулармен анықтау;
- сапа бойынша ұлттық және облыстық бағалаушы сыйақылармен үйлесімді бірыңғай әдістемелік негізде менеджменттің сапа дәрежесін сандық бағалау;
- менеджмент сапа дәрежесін сапа бойынша өзіндің бағалау мен бағалау конкурсы секілді сертификаттау аудиті кезінде де дифференциалды бағалау.



1 сурет – Ұйымның БМЖ сұлбалық көрінісі

Ұсынылған біріктірілген менеджмент жүйесі моделі және менеджмент жүйесін ерікті сертификаттау жүйесін дифференциалды бағалау сұлбасы сапа бойынша жүйенің кең қолданыстағы моделдерінің және сапа бойынша жүргізілетін сыйақылардың жалғыз дамуы болып табылады [3].

Менеджмент жүйесін ендіру оның қамтитын қызмет ету облысына тәуелсіз жобалауына қарағанда қиынырақ. Бұл кезеңде жобалаған жүйенің жұмыс істеп кетуі және тұрақты қызмет ету режиміне енуі маңызды.

Жүйелер бірігуі әр түрлі дәрежеде өтуі мүмкін: саясат дәрежесінде; жеке шараларда; үдерістерде; нұсқамаларда; құжаттамаларда; менеджмент бойынша бірыңғай басқарма (күй); бүкіл фирма менеджменті масштабында (біріктірілген менеджмент жүйесінде).

Біріктіру жолдары әр түрлі болуы мүмкін: біріктіру ең баснан басталады немесе баснда жүйелер тәуелсіз дамиды, ал сосын біріктіріледі; ағымдағы басқару жүйесіне жаңа аспектердің кірістіруі мүмкін.

Жүйелерді біріктіру негізі болып көрсетілген стандарттар қағидаларына жауап беретін және кәсіпорын талаптарына сәйкес келетін кез келген менеджмент жүйесі болуы мүмкін. Біріктіру үрдісі паралельді немесе тізбекті болуы мүмкін. Бірақ кезеңдерді ендірудің нақты анықталған мерзімі мен нәтижелерге талаптармен болу тиіс. Бұл өз кезегінде бақылау және түзетуш әрекеттерді жасауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған моделде сапа менеджмент жүйесі (9000 сериялы ISO) облысындағы стандарттар менеджмент стандарттары блогында базалық, жүйе құрушылар балып қарастырылады. Бұл стандартта сапа саласындағы менеджмент жүйелеріне негізгі талаптар орнатылады. Олар қойылған мақсаттарға жету үшін қолданылуы мүмкін [2].

Экологиялық менеджмент бойынша халықаралық стандарттар (14000 сериялы ISO) болашақта бірнеше ұрпаққа алға барлық қоғамға арналған. Олар біріктірілген жүйеге салмақты әлеуметтік-экологиялық аспекті күшейтеді

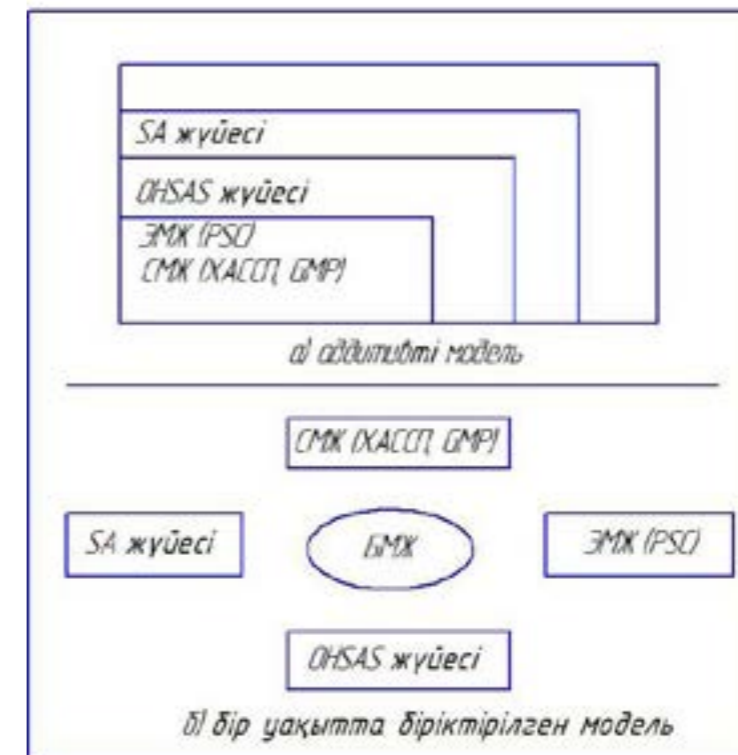
OHSAS 18001 өндірістік қаіпсіздік, еңбек қорғау және қызметкерлер қауіпсіздігі облысында ережесі бар. Бұл өз кезегінде кәсіпорын мен жалпы қоғам үшін менеджмент жүйесінің мәнін жоғарылатады.

Кәсіпорынның өз жұмыскерлері мен жалпы қоғам алдындағы жауапкершілігін жоғарылатуға бағытталған SA 8000 «Әлеуметтік жауапкершілік» стандарт күйін ендіру қоғам дамуының этикалық және адамгершілік тұжырымдамасына сәйкес.

Тамақ өндірісі кәсіпорыны үшін біріктірілген менеджмент жүйесіне ISO 9001; ISO 14001; OHSAS 18001; SA 8000 стандарттарына сәйкес орнатылған менеджмент жүйелері элементтерін толықтыруға ISO 22000 талаптары қосылады.

БМЖ құрастыру тәртібі СМЖ құрастыру кезіндегі 9000 сериялы ИСО стандарттар талаптарына сәйкес болуы мүмкін. Жалпы жағдайда бұл тәртіп келесі кезеңдерді кезектеп орындалуын қамтиды [5]:

- БМЖ құрастыру бойынша жұмыстардың ұйымдастырылуы;
- жобалау;
- құжаттама;
- БМЖ-ін ендіру;
- Сертификаттауға дайындық.



2 сурет – Кәсіпорындарда біріктірілген менеджмент жүйесін құрудың түрлері

Шешімдер: Біріктіруден менеджмент жүйелерінің ұтатын элементтері:

- ұйымдастырудың бірлік саясаты;
- ресурстарды оңтайлы қолдану;
- оперативті бақылаудың кешенді өлшемдері мен құжаттамалармен жалпы басқару;
- құжаттаманы жасап шығарудға бірыңғай амал;
- жалпы ақпараттық және қамтамасыз етуші жүйелер;
- персоналдарды дайындау мен дамыту жалпы жүйесі;
- ұйымдастырылған құрылым мен есеп беруге тиісті құрылым;
- өлшеу және мониторинг жүйелері;
- жазбалар мен есеп беру;
- бірыңғай аудит;
- менеджмент жүйелеріне бірыңғай талдау.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 <http://quality.eup.ru/MATERIALY13/ism2.htm>.
- 2 ИСО 9001: 2000. Системы менеджмента качества. Требования.
- 3 ИСО 14001: 1996. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению.



4 OHSAS 18001: 1999. Система менеджмента в области промышленной безопасности и охраны труда. Требования. SA 8000: 2001. Система социального и этического менеджмента.

5 ИСО/ТУ 16949: 2002. Системы менеджмента качества. Особые требования по применению ИСО 9001: 2000.

Материал 01.06.15 баспаға түсті

*М. М. Мырзабекова, Е. Т. Зейнешев, А. Х. Темиров, Ж. М Ықсан*

**Эффективность внедрения на предприятиях интегрированной системы менеджмента качества**

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

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*M. M. Myrzabekova, E. T. Zeineshev, A. Kh. Temirov, Zh. M. Ixan*

**The effectiveness of the integrated quality management system implementation at the enterprises**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 01.06.15.

*В статье дана информация об эффективности внедрения на предприятиях интегрированной системы менеджмента качества. Система менеджмента качества содержит требования в области качества по разным видам стандартов.*

*The article provides information about the effectiveness of the integrated quality management system implementation at the enterprises. The quality management system contains the requirements to the quality of various types of standards.*

УДК 621.311.24.(524)

**С. М. Нуркимбаев<sup>1</sup>, И. А. Шумейко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОВОГО КОЛЕСА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ «АВЭУ6-4М»**

*В данной статье авторы исследуют конструкцию ветрового колеса, обеспечивающую максимальную эффективность модернизированной установки модели АВЭУ6-4М на основе экспериментальных исследований.*

*Ключевые слова: ветроэнергетика, энергия, установка, лопасть, момент, мощность.*

Целью настоящей статьи определение конструкцию ветрового колеса (ВК), обеспечивающую максимальную эффективность ветровой установки АВЭУ6-4М на основе экспериментальных исследований модели электрической станции

Так как исследуемая электрическая станция имеет двухлопастное ветровое колесо экспериментальные исследования выполнялись начиная с двухлопастного ВК и далее исследовались четырехлопастное, восьмилопастное ВК. Основной испытываемой формой лопасти явилась аэродинамическая форма лопасти реальной ВЭУ АВЭУ6-4М. Обозначим ее буквенным символом F<sub>0</sub> (рисунок 1).

За основу предлагаемой формы лопасти принята традиционная трапециевидальная форма из листовой стали. Ранее проведенные исследования зависимости выходных параметров (момента, частоты вращения и мощности) от входных конструктивных параметров ВК [1] показали, что лопасти из листовой стали трапециевидальной формы с переменной уменьшающейся к периферии вогнутостью обеспечивают наименьшие потери по выходным параметрам. Поэтому в качестве исходной была принята упомянутая конструкция лопастей. Обозначаем ее буквенным символом F<sub>1</sub>. Угол установки  $\alpha$  лопастей принят равным 23°, который был ранее выявлен как угол, при котором имели место наименьшие потери по моменту, частоте вращения и мощности. Следующая форма лопасти F<sub>2</sub> отличается от формы F<sub>1</sub> только тем, что по всей длине лопасти при угле  $\alpha=23^\circ$  не должен иметь место отрицательный угол  $\alpha$ , т.е. вогнутость лопасти приобретает ассиметричный вид (рисунок 1, 2).

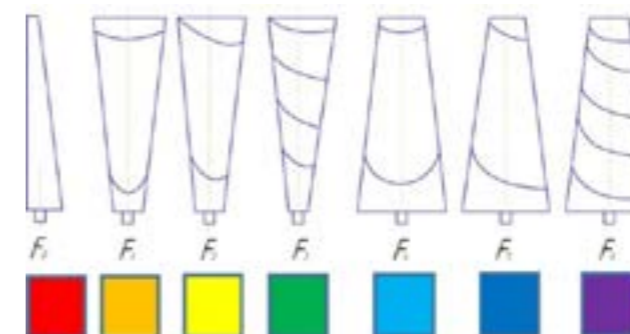


Рисунок1 – Принятые для исследования варианты лопастей

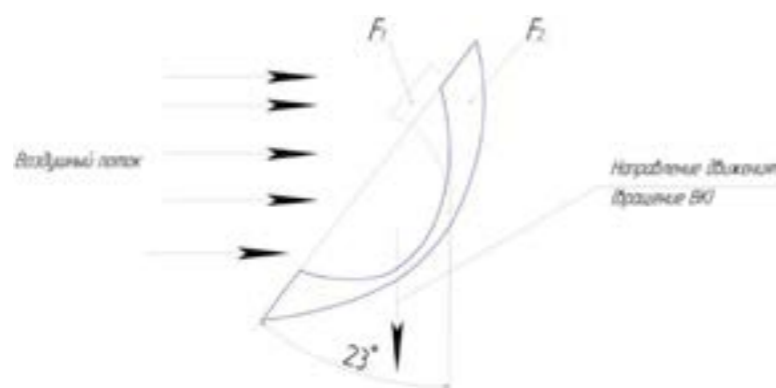
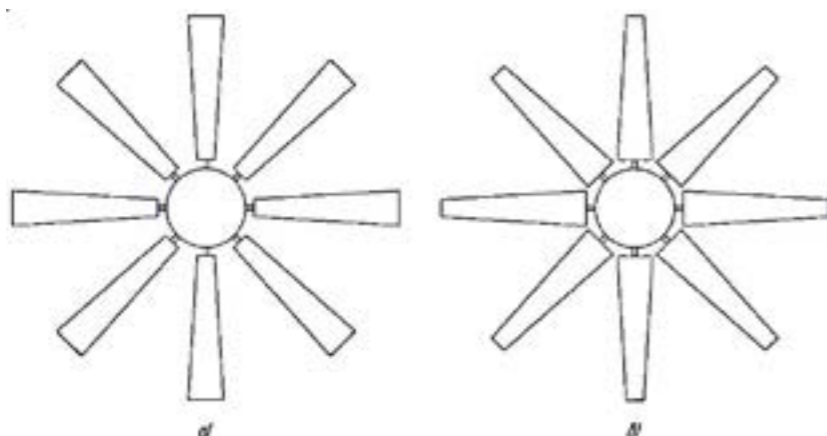


Рисунок 2 – Ассиметричная форма лопасти (F<sub>2</sub>)

Экспериментальные исследования проводились для трех значений относительной площади лопасти из листовой стали: S<sub>1</sub>=0,04, S<sub>2</sub>=0,053 и S<sub>3</sub>=0,07. Относительная площадь реальной лопасти ВЭУ АВЭУ6-4М равна S<sub>0</sub>=0,023. Исследования выполнялись с помощью аэродинамической трубы конической формы, в конце которой выполнена цилиндрическая часть, обеспечивающая перпендикулярность потока воздуха, направляемого на ВК.

Несмотря на разность скорости воздушного потока в различных точках сечения трубы в плоскости ее торца для всех испытуемых случаев условия проведения эксперимента оставались неизменными, в том числе и диаметр ветрового колеса, принятый равным D=1480 мм (рисунок 3).



а – у меньшего основания трапеции; б – у большего основания трапеции

Рисунок 3 – Варианты закрепления лопастей

Измерения момента, частоты вращения и расчет мощности выполнялись по методике, изложенной [2].

Ранее [1] было показано, что обтекатель, установленный в центре ВК, включает в работу воздушный поток, ранее (без обтекателя) проходивший ветровое колесо не выполняя полезную работу.

С целью возможности сравнения результатов исследования проводились без обтекателя и с обтекателем. Результаты исследований представлены в матричной форме в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Двухлопастное ВК без обтекателя: D=1480 мм, d=370 мм, α=23°, длина лопасти l<sub>л</sub>=555 мм

S-0,023 Отт. лопастей	Угол	M, Н·м	n, об/мин	N	Потери в % внутри относительной площади			Потери в % внутри 2-х лопастного ВК		
					M	n	N	M	n	N
S=0,04	α=23°	0,291	58	1,77	38,1	42,0	33,9	45,1	42,0	62,6
	α=23°	0,346	57	2,06	26,4	43,0	48,5	34,7	43,0	56,3
	α=23°	0,39	46	1,88	17,0	34,0	33,1	26,4	34,0	60,2
	α=10° α=23°	0,345	100	3,61	26,6	0,0	9,9	34,9	0,0	23,5
	α=23°	0,47	60	2,95	0,0	40,0	26,3	11,3	40,0	37,5
	α=23°	0,39	62	2,53	17,0	38,0	36,8	26,4	38,0	46,4
S=0,053	α=10° α=23°	0,435	88	4,01	7,4	12,0	0,0	17,9	12,0	15,2
	α=23°	0,47	60	2,95	4,1	37,5	37,5	11,3	40,0	37,5
	α=23°	0,48	56	2,81	2,0	41,7	40,4	9,4	44,0	40,4
	α=10° α=23°	0,47	96	4,72	4,1	0,0	0,0	11,3	4,0	0,0
	α=23°	0,45	72	3,39	8,2	25,0	28,2	15,1	28,0	28,2
	α=23°	0,45	59	2,78	8,7	38,3	41,7	15,1	41,0	41,7
S=0,07	α=10° α=23°	0,49	78	4,00	0,0	18,8	15,3	7,5	22,0	15,3
	α=23°	0,48	50	2,51	9,4	42,5	45,9	9,4	50,0	46,8
	α=23°	0,475	64	3,18	10,4	26,4	31,5	10,4	36,0	32,6
	α=10° α=23°	0,51	87	4,64	3,8	0,0	0,0	3,8	13,0	1,7
	α=23°	0,47	68	3,35	11,3	21,8	28,0	11,3	32,0	29,2
	α=23°	0,53	67	3,44	0,0	28,7	25,9	0,0	38,0	27,2
	α=10° α=23°	0,51	85	4,54	3,8	2,3	2,3	3,8	15,0	3,9



Таблица 2 – Восьмилопастное ВК с обтекателем: D=1480 мм, d=370 мм, α=23°, длина лопасти l<sub>л</sub>=555 мм

S-коэффициент	Эскиз	M, Н·м	n, об/мин	N	Потери в % внутри относительной площади			Потери в % внутри S-ми лопастного ВК		
					M	n	N	M	n	N
S=0,023		-	-	-	-	-	-	-	-	-
S=0,04		0,9	67	6,31	43,0	34,3	46,4	55,3	34,3	57,8
		0,969	56	5,68	38,7	45,1	51,8	51,9	45,1	62,0
		0,98	96	9,85	38,0	5,9	16,4	51,3	5,9	34,2
		1,58	71	11,74	0,0	30,4	0,3	21,5	30,4	21,5
		1,076	68	7,66	31,9	33,3	35,0	46,5	33,3	48,8
		1,103	102	11,78	30,2	0,0	0,0	49,2	0,0	21,3
S=0,053		1,54	63	10,15	10,5	30,0	31,7	23,5	38,2	32,1
		1,54	60	9,67	10,5	33,3	35,0	23,5	41,2	35,4
		1,58	90	14,88	8,1	0,0	0,0	21,5	11,8	0,5
		1,435	64	9,61	16,6	28,9	35,4	28,7	37,3	35,8
		1,577	52	8,58	8,3	42,2	42,3	21,7	49,0	42,6
		1,72	82	14,76	0,0	8,9	0,8	14,6	19,6	1,3
S=0,07		2,013	52	10,96	0,0	26,8	26,7	0,0	49,0	26,7
		1,868	45	8,80	7,2	36,6	41,2	7,2	55,9	41,2
		1,79	67	12,55	11,1	5,6	16,1	11,1	34,3	16,1
		1,63	60	10,24	19,0	15,5	31,6	19,0	41,2	31,6
		2,013	53	11,17	0,0	25,4	25,3	0,0	48,0	25,3
		2,013	71	14,96	0,0	0,0	0,0	0,0	30,4	0,0

Аналогичные таблицы выполнены для двухлопастного ВК с обтекателем, четырехлопастного ВК с обтекателем и без обтекателя, восьмилопастного без обтекателя

**Анализ выходных параметров двухлопастного ветрового колеса**

Анализ выходных параметров ветрового колеса без обтекателя

Результаты экспериментальных исследований зависимости момента, частоты вращения и мощности от входных конструктивных параметров для

двухлопастного ветрового колеса без обтекателя представлены в таблице 5.1 и графически на рисунке 5.7.

Ветровое колесо с лопастями-аналогами ВЭУ АВЭУ6-4М (F<sub>0</sub>) имеет самые низкие значения момента и мощности (соответственно 0,291 Н·м и 1,77 Вт), частота вращения (n=58 об/мин) близка к самому минимальному значению. Потери же по этим параметрам практически максимальны.

Лучшим вариантом ВК с относительной площадью лопасти S<sub>1</sub>=0,04 является ВК с извернутой формой лопасти и с закреплением на оси со стороны большего основания трапеции (N=4,01 Вт).

Лучшим вариантом ВК с относительной площадью лопасти S<sub>2</sub>=0,053 является ВК с извернутой формой лопасти и с закреплением на оси со стороны меньшего основания трапеции (N=4,72 Вт). Однако, в итоге предпочтение следует отдать ветровому колесу с относительной площадью S<sub>3</sub>=0,07 с извернутой формой лопасти и с закреплением на оси со стороны большего основания трапеции, т.к. это значительно повышает жесткость лопасти и ее устойчивость к ураганым порывам ветра. Потери же по мощности по сравнению с ВК с относительной площадью S<sub>2</sub>=0,053 составляют всего 4%, а по моменту ВК с относительной площадью S<sub>3</sub>=0,07 обеспечивает повышение эффективности на 9%.

**Анализ выходных параметров ветрового колеса с обтекателем**

Результаты экспериментальных исследований зависимости момента, частоты вращения и мощности от входных конструктивных параметров для двухлопастного ветрового колеса с обтекателем представлены в таблице 5.2 и графически на рисунке 5.8.

Применение обтекателя в ВК с лопастями-аналогами обеспечило повышение эффективности по мощности на 1,6%, т.е. вариант двухлопастного ВК с лопастями-аналогами (F<sub>0</sub>) может быть исключен из возможных вариантов конструкций ВК.

Наилучшие показатели обеспечивает ВК с относительной площадью лопасти S<sub>3</sub>=0,07 с извернутой формой лопасти и с закреплением на оси со стороны меньшего основания трапеции. Однако, учитывая незначительные потери по мощности (6,5 %) по сравнению с ВК с этой же относительной площадью, но с закреплением оси со стороны большего основания трапеции предпочтение следует отдать последнему варианту как обеспечивающему значительное повышение жесткости ВК.

Ни одна из вышеперечисленных конструкций ВК как без обтекателя, так и с обтекателем не может быть использована в ВЭУ для подъема воды вследствие низких значений развиваемых момента и мощности. Из-за больших потерь по моменту, частоте вращения и мощности среди других конструкций внутри двухлопастного ВК даже наилучший вариант ВК с относительной площадью S<sub>3</sub>=0,07 и с закреплением на оси лопасти со стороны большего основания трапеции с обтекателем может быть рекомендован только для маломощной ВЭУ для освещения помещения или, в лучшем случае, для освещения помещения с подзарядкой аккумуляторной батареи.

Выполнен также анализы выходных параметров четырехлопастного ВК и восьмилопастного ВК.

**Итоговая характеристика результатов экспериментальных исследований**

Как показали экспериментальные исследования традиционная конструкция ВК с закреплением лопастей со стороны меньшего основания трапеции дает худшие результаты по моменту и мощности для всего диапазона относительных площадей (от минимального  $S_{\min}=0,04$  до максимального  $S_{\max}=0,07$ ). По частоте вращения только для средних значений относительной площади она может оказаться выше. Так для восьмилопастного ВК с относительной площадью  $S_2=0,053$  и с закреплением у меньшего основания трапеции частота вращения составила  $n=90$  об/мин, а для ВК с закреплением у большего основания трапеции  $n=82$  об/мин, т.е. потери по частоте вращения составили 9 %.

Следует также отметить, что по всем параметрам ВК с обтекателем всегда дает лучшие результаты. Так восьмилопастное ВК с извращенной формой лопастей ( $F_6$ ) с закреплением лопастей со стороны большего основания с обтекателем обеспечивает значения момента  $M=2,013$  Н·м, частоты вращения  $n=71$  об/мин и мощности  $N=14,96$  Вт, а без обтекателя значения момента  $M=1,983$  Н·м, частоты вращения  $n=68$  об/мин и мощности  $N=14,11$  Вт, т.е. первое из них обеспечивает повышение эффективности по моменту на 1,5 %, по частоте вращения на 4 % и по мощности на 7 %.

Приведем еще пример. Восьмилопастное ВК с относительной площадью лопастей  $S_2=0,053$  и извращенной формой ( $F3$ ) с закреплением у меньшего основания трапеции с обтекателем обеспечило значения выходных параметров момента  $M=1,58$  Н·м, частоты вращения  $n=90$  об/мин и мощности  $N=14,8$  Вт, а без обтекателя то же колесо обеспечило значения выходных параметров  $M=1,54$  Н·м, частоты вращения  $n=84$  об/мин и мощности  $N=13,54$  Вт, т.е. ВК с обтекателем эффективнее ВК без обтекателя соответственно по моменту на 2,5 %, по частоте вращения на 7 % и по мощности на 9 %. Примерно такое же повышение эффективности обеспечивают четырехлопастные и двухлопастные ветровые колеса с обтекателем по сравнению с ветровыми колесами без обтекателя.

Таким образом, наиболее эффективным ветровым колесом, которое может быть использовано в ветроэнергетических установках любого назначения, является ветровое колесо со следующими параметрами: восьмилопастное с относительной площадью лопастей  $S=0,07$  трапецидальной формы, извращенные в пределах от  $23^\circ$  до  $8-10^\circ$ , с закреплением оси лопасти со стороны большего основания, с переменной уменьшающейся к периферии и ассиметричной вогнутостью с обтекателем.

1 Шумейко, И. А., Нуркимбаев, С. М. «Выявление оптимальных конструктивных параметров ветрового колеса ветроэнергетической установки модели АВЭУ – 6 на основе моделирования». – Павлодар, 2014. – С. 6.

2 Шумейко, И. А., Нуркимбаев, С. М., Христодоров, А. А. «Choosing of optimal constructive parameters the windwheel on the basic of modeling» – Усть-Каменогорск, 2014. – С. 12.

3 Шумейко, И. А., Нуркимбаев, С. М. «Повышение эффективности маломощных ветровых электрических установок», – Praha : Publishing House «Education and Science» s.r.o., 2013. – С. 7.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*С. М. Нуркимбаев, И. А. Шумейко*

**АВЭУ6-4М желэнергетикалык кондырыгысының желдөңгелігін оптималдық параметерлерін дәлелдеу**

С. Торайгыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*S. M. Nurkimbayev, I. A. Shumeiko*

**Substantiation of the optimal parameters of the wind wheel in the «AVEU6-4M» wind energy plant**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Бұл мақалада автор тәжірибелік зертханалар негізінде модернизациялау АВЭУ6-4М қондырыгысының максималды тиімділігін қамтамасыз ететін жел дөңгелінің конструкциясын зерттейді.*

*In this article the authors examine the design of the wind wheel for maximum efficiency of the modernized installation AVEU6-4M model's based on experimental studies.*



**А. К. Орымбаева<sup>1</sup>, Ф. С. Жанабай<sup>2</sup>, А. Н. Жакупов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>студент, <sup>2</sup>студент, <sup>3</sup>магистр, ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБ С ФЕРРИТНО-БЕЙНИТНОЙ СТРУКТУРОЙ**

*В данной статье приводятся результаты исследования труб классов прочности от К65 (Х80) до К80 (Х100) с использованием лабораторий ПГУ имени С. Торайгырова.*

*Ключевые слова: термическая обработка, трубопрокат, сталь, ферритно-бейнитная структура, класс прочности стали, строительство магистральных газопроводов.*

Применение высокопрочных трубных сталей, классов прочности К65 и выше, позволяет уменьшить металлоемкость магистральных газопроводов и снизить затраты при их строительстве. В настоящее время высокопрочные трубные стали категории прочности К65 (Х80) находят все более широкое применение при строительстве магистральных газопроводов в районах с суровыми климатическими условиями и нестабильными грунтами, в том числе в сейсмоопасных зонах. Ведутся разработки и проводится промышленное опробование еще более прочных сталей категорий прочности до Х120. Термомеханическая обработка (ТМО), включающая в себя прокатку по контролируемым режимам и ускоренное охлаждение, является наиболее эффективным способом изготовления высокопрочных трубных сталей. ТМО формирует в сталях ферритно-бейнитную структуру, обеспечивающую сочетание высокой прочности и высокого сопротивления зарождению и распространению трещин, что необходимо для обеспечения надежности высоконагруженных конструкций. В некоторых случаях после термомеханической прокатки может применяться термическая обработка. Имеется опыт применения дополнительной термической обработки (ТО) для исправления или улучшения свойств трубных сталей с ферритно-перлитной структурой, получаемых способом контролируемой прокатки. Кроме того, термообработка с отдельного нагрева или в потоке прокатного стана в перспективе может стать базовой технологией в производстве высокопрочных трубных сталей или сталей со специальными свойствами. Однако влияние ТО на свойства сталей со структурой бейнитного типа изучено недостаточно. Представляло интерес исследовать влияние ТО на механические свойства и микроструктуру этого нового класса материалов с целью определения возможностей применения такой технологии для улучшения свойств высокопрочных трубных сталей.

Исследование проводилось в лабораторных условиях ПГУ им. С. Торайгырова, образцы для исследований отбирались от труб классов прочности от К65 (Х80) до К80 (Х100). Химический состав использованных образцов труб представлен в таблице 1. Трубы толщиной от 20 до 27,7 мм, от которых отбирались заготовки для исследования, были изготовлены по технологии ТМО с ускоренным охлаждением от температур выше точки  $A_{c3}$ , скорость охлаждения после прокатки составляла

от 20 до 30 °С/с. Отобранные заготовки подвергались нагреву до температуры 850 °С в лабораторной камерной печи электросопротивления, время выдержки при заданной температуре составляло от 20 до 60 мин, после выдержки заготовки охлаждались на воздухе до комнатной температуры. После проведения ТО из заготовок были изготовлены поперечные образцы для испытаний на растяжение и на ударный изгиб, проведены механические испытания. Кроме того, исследовали микроструктуру образцов после ТО на микроскопе «Neophot-21», травление металлографических шлифов проводилось в 3 %-ном растворе  $HNO_3$ .

Таблица 1 – Химический состав исследованных сталей

Условное обозначение стали	Класс прочности	C	Si	Mn	P	S	N	Другие	$C_s$	$P_{max}$	$A_{c1}$ расч <sup>*</sup>
А	К65	0,05	0,12	1,85	0,009	0,004	0,005	Cr, Ni, Cu, Mo, Nb, Ti	0,44	0,13	708
Б	К70	0,06	0,27	1,65	0,012	0,002	0,006	Ni, Cu, Mo, Nb, V, Ti	0,44	0,19	713
В	Х90	0,06	0,24	1,80	0,005	0,001	0,006	Ni, Cu, Mo, Nb, V, Ti	0,47	0,20	708
Г	Х100	0,05	0,26	2,00	0,005	0,001	0,007	Ni, Cu, Mo, Nb, V, Ti	0,50	0,20	706
Д	К70	0,06	0,25	1,7	0,006	0,001	0,005	Ni, Cu, Mo, Nb, V, Ti	0,44	0,19	713

<sup>\*</sup> По формуле Andrews [5]:  $A_{c1} = 723 - 10,7\%Mn - 16,9\%Ni + 29,1\%Si + 16,9\%Cr$ .

По результатам механических испытаний образцов после ТО были построены зависимости свойств от температуры нагрева. Характер изменения свойств трубных сталей А-Г при испытаниях

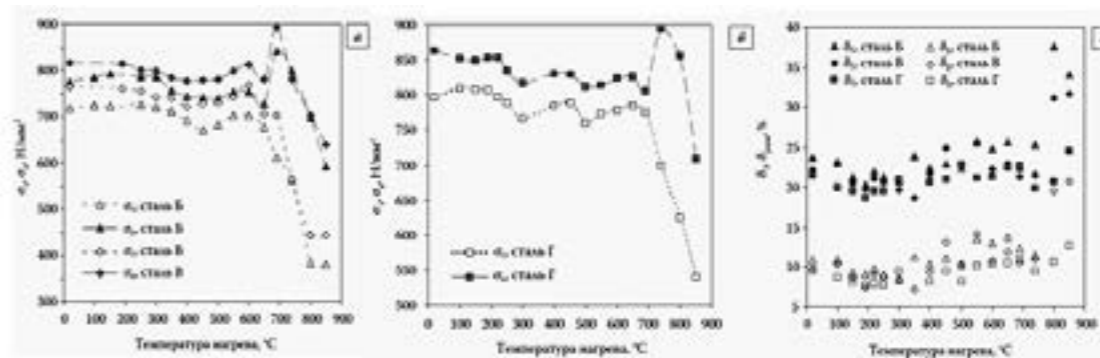


Рисунок 1 – Изменения прочностных характеристик ( $\sigma_b$ ,  $\sigma_t$ ) образцов сталей Б и В (а), стали Г (б) и величин относительного ( $\delta_5$ ) и равномерного ( $\delta_p$ ) удлинения сталей Б-Г (в) при нагреве до различных температур (выдержка 20 мин)

При нагреве образцов из сталей Б и В до 300 °С существенного изменения прочностных свойств не происходило, при этом отмечалось снижение как относительного, так и равномерного удлинения на 3 %. Локальный минимум пластичности для разных сталей наблюдался при температуре нагрева от 190 до 350 °С. При дальнейшем увеличении температуры нагрева сталей Б и В до 450–500 °С прочностные свойства снижались:  $\sigma_t$  снизился на 30-50 Н/мм<sup>2</sup>,  $\sigma_b$  – на 30-40 Н/мм<sup>2</sup> по сравнению с исходным уровнем. Разупрочнение стали Г наблюдалось после нагрева до 300 °С, однако при температуре нагрева 450 °С наблюдался рост прочностных свойств примерно на 20 Н/мм<sup>2</sup>, после чего при

повышении температуры нагрева до 500 °С происходило дальнейшее снижение  $\sigma_T$  и  $\sigma_B$ . По мере разупрочнения пластические свойства исследованных сталей восстанавливались и достигли исходного уровня при нагреве до 500 °С.

При дальнейшем увеличении температуры нагрева был отмечен рост прочностных свойств, локальный максимум для сталей Б-В был достигнут при 600 °С, для стали Г – при 650 °С. Величина прироста прочностных свойств в зависимости от химического состава стали была различной: для стали Б прирост от минимальных значений, полученных при нагреве до 500 °С, составил около 30 Н/мм<sup>2</sup> для  $\sigma_T$  и около 15 Н/мм<sup>2</sup> для  $\sigma_B$ ; для стали Г прирост составил 25 и 15 Н/мм<sup>2</sup>, соответственно. Наибольший прирост  $\sigma_T$  и  $\sigma_B$  наблюдался для стали В – на 20 и 45 Н/мм<sup>2</sup> соответственно. При нагреве до 650 °С пластические свойства всех исследованных сталей несколько увеличиваются: повышение удлинения составило около 2 % по сравнению с исходными значениями. При нагреве до 650 °С образцов сталей Б и В и до 690 °С для стали Г произошло снижение как временного сопротивления, так и предела текучести на 10-50 Н/мм<sup>2</sup>. При увеличении температуры нагрева до 690 °С образцов сталей Б и В и до 740 °С для стали Г временное сопротивление резко выросло, а предел текучести снизился; для стали В снижение было незначительным, а для сталей Б и Г его снижение составило 70-80 Н/мм<sup>2</sup>. Предположили, что резкое изменение механических свойств соответствует нагреву до температуры выше критической точки  $A_{c1}$ . Дальнейшее пошаговое повышение температуры ТО до 850 °С привело к постепенному снижению прочностных свойств до уровня, соответствующего прочности нормализованной стали. Пластичность стали незначительно снижалась при температуре нагрева, соответствовавшей максимальным уровням прочности; при дальнейшем увеличении температуры происходил рост как относительного, так и равномерного удлинения.

Было исследовано влияние температуры нагрева на величину отношения  $\sigma_T$  или  $\sigma_{0,2}$  к  $\sigma_B$ , а также на длину площадки текучести на диаграмме растяжения, указанной на рисунке 2.

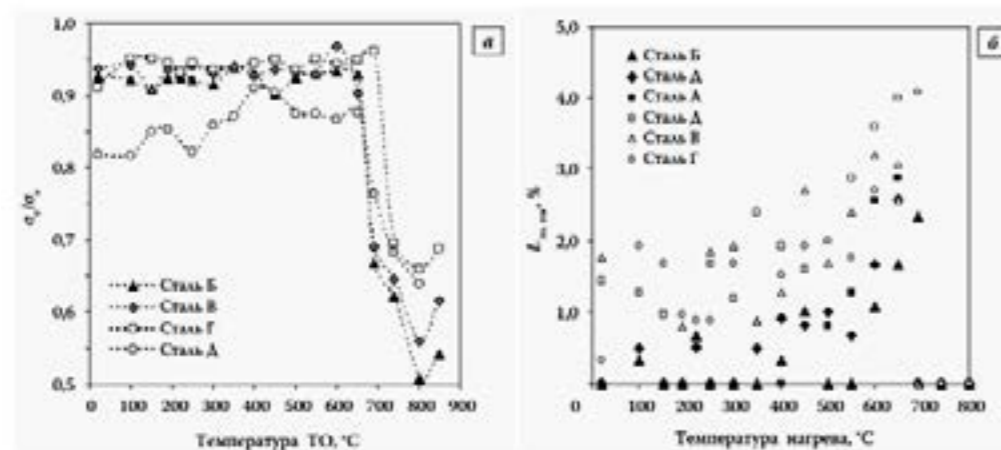


Рисунок 2 – Изменение величины  $\sigma_T/\sigma_B$  (а) и длины площадки текучести (б) при нагреве сталей Б-Д до различных температур (выдержка 20 мин)

Наличие или отсутствие площадки текучести в исходном состоянии (без ТО), зависело от параметров процесса ускоренного охлаждения. Для сталей, имевших в исходном состоянии площадку текучести, стали Б, В и Г, показанные на рисунке 3, а, б, влияние температуры ТО на величину отношения  $\sigma_T/\sigma_B$  было незначительным, отмечено небольшое повышение отношения  $\sigma_T/\sigma_B$  при нагреве (рисунок 2, а), длина площадки текучести увеличивалась по мере повышения температуры нагрева (рисунок 2, б). Для стали без площадки текучести в исходном состоянии (сталь Д, рисунок 2), появление и рост длины площадки текучести по мере увеличения температуры нагрева вызвали рост отношения  $\sigma_T/\sigma_B$  на 5-10%. При нагреве выше точки  $A_{c1}$  площадка текучести на диаграмме растяжения всех исследованных сталей исчезала, что вело к резкому снижению величины отношения  $\sigma_T/\sigma_B$  до уровня 0,50-0,75.

Исследование влияния температуры ТО на величину ударной вязкости стали В показало, что повышение температуры термообработки до 500 °С не оказывает существенного влияния на величину ударной вязкости при температурах испытания от –40 до –80 °С (рисунок 3, а). При дальнейшем повышении температуры ТО происходило снижение величины ударной вязкости, в особенности при низких температурах испытания. В стали Б резкое снижение ударной вязкости при –80 °С наблюдается при температуре нагрева образцов 550-600 °С. В стали Г ее снижение начиналось при температуре нагрева 300-400 °С (рисунок 3, б). Было отмечено, что наиболее резкое снижение величины ударной вязкости при –40 °С происходит при температуре нагрева образцов 740 °С для стали В и 690 °С для стали Г, т.е. при нагреве выше точки  $A_{c1}$ . Также было отмечено восстановление ударной вязкости практически до исходного уровня для сталей А, Б и В, подвергнутых нагреву до 650 °С, при испытаниях образцов при –40 и –80 °С и для стали Г – при испытаниях при –40 °С. При термообработке с нагревом до 800 °С для всех исследованных сталей также отмечено повышение ударной вязкости выше минимального уровня, наблюдавшегося при температуре нагрева 740 °С (рисунок 3 а, б).

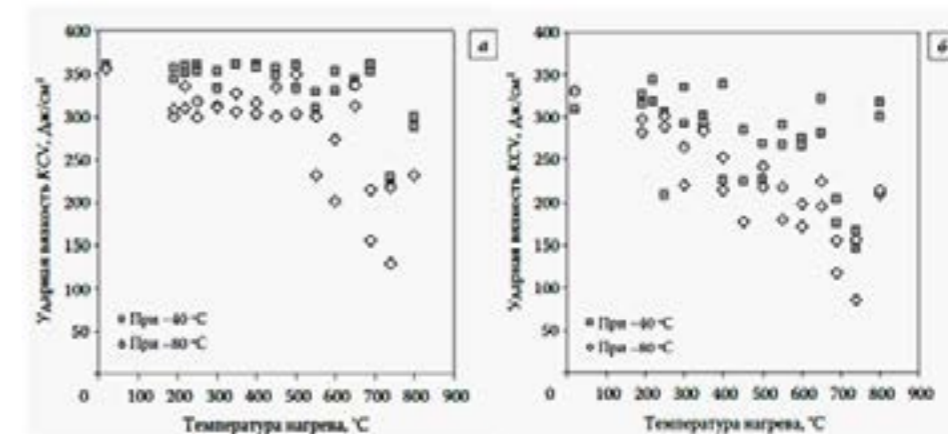


Рисунок 3 – Изменение ударной вязкости в результате нагрева сталей В (а) и Г (б) до различных температур (выдержка 20 мин)



На примере стали Б было исследовано влияние времени выдержки при термообработке на изменение ударной вязкости и хладостойкости. На рисунке 4, а показано, что при увеличении времени выдержки от 20 до 60 мин влияние температуры нагрева на снижение величины ударной вязкости усиливается, особенно при нагреве в интервале температур 300–350 °С и 600–700 °С. Исследование хладостойкости в интервале температур 550–800 °С при испытании образцов с острым надрезом показало, что увеличение времени выдержки ведет к повышению переходной температуры T<sub>50</sub> на 20–50 °С (рисунок 4, б).

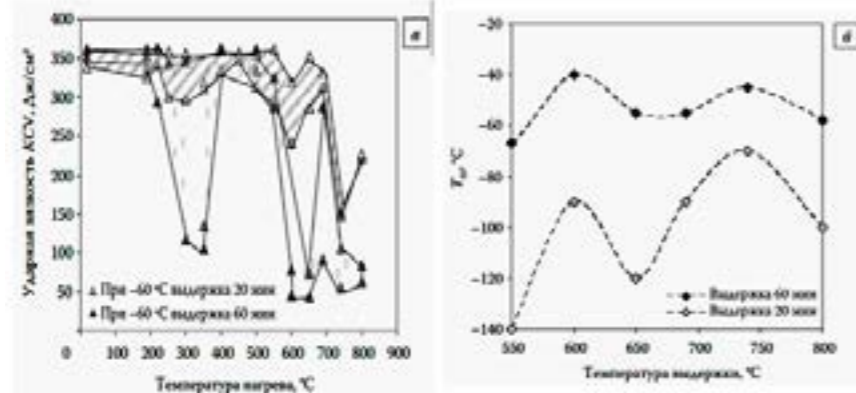


Рисунок 4 – Влияние времени выдержки на ударную вязкость (а) и хладостойкость (б) стали Б при нагреве до различных температур

Заключение. Несмотря на разницу абсолютных значений изменения механических свойств сталей при термообработке, а также небольших отличий температур, при которых достигались их локальные минимумы и максимумы, закономерности изменения свойств были близки для всех исследованных сталей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Матросов, Ю. И., Ганошенко, И. В., Багмет, О. А., Иванова, Т. Ю.** Возможности повышения предела текучести высокопрочных трубных сталей X70 и X80 // *Сталь*, 2005. – № 2. – С. 74–78.
- 2 **Морозов, Ю. Д., Настич, С. Ю., Корчагин, А. М. и др.** Структура и свойства штрипса для труб большого диаметра из стали категории прочности X80–X100 // *Металлург*, 2009. – № 3. – С. 43–49.
- 3 **Andrew, K. W.** Empirical Formulae for the Calculation of Some Transformation Temperatures // *JISI*, 1965. – Vol. 203, July. – P. 721–727.
- 4 **LePera, F. S.** Improved etching technique for the determination of percent martensite in high-strength dual phase steels // *J. Metallography*, 1979. – No 12. – P. 263–268.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*А. К. Орымбаева, Ф. С. Жанабай, А. Н. Жакупов*

#### Ферритті-бейнитті құрылымымен жоғарыберікті құбырларының құрылымын және механикалық құрамдарына термиялық өңдеуінің ықпалы

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*A. K. Orymbayeva, F. S. Zhanabay, A. N. Zhakupov*

#### Influence of heat treatment on mechanical properties and structure of the high-strength ferritic-bainitic pipes

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалады С. Торайғыров атындағы зертханаларын қолданумен К65 (X80) бастан К80 (X100) дейін құбырдың беріктік кластарына зерттеулер жүргізеді.*

*The article presents results of the research on pipes strength classes K65 (X80) to K80 (X100), using the laboratories in S. Toraighyrov Pavlodar State University.*

УДК 621/9(07)

#### **В. В. Родионов<sup>1</sup>, И. А. Шумейко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>к.т.н., профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КОМПЬЮТЕРНОГО КЛАССА СТАНКОВ С ЧПУ

*В настоящей статье авторами приводится практически апробированное использование современного учебного класса станков с ЧПУ в условиях лаборатории ПГУ им. С. Торайғырова, направленное на повышение профессиональных навыков студентов технических специальностей.*

*Ключевые слова: числовое программное управление, станок, автоматизация, компьютерный класс.*

Развитие числового программного управления (ЧПУ) имеет примерно тридцатилетнюю историю. Этот процесс протекает столь стремительно, что в технике не так просто найти другой аналогичный в этом смысле пример.

В результате развития устройств ЧПУ, построенных по структуре ЭВМ, созданы высокопроизводительные технологические модули, в состав которых входят: многооперационный станок с автоматической сменой инструмента, транспортно накопительная система, позволяющая производить замену детали на заготовку, система контроля и регенерации отходов. Такие модули могут работать в автономном режиме или встраиваться в автоматические линии.

Станки с ЧПУ позволяют производить обработку деталей с большой концентрацией инструментальных переходов, что повышает точность деталей (обработка с одной технологической базы), снижает Тштг. на операцию и уменьшает длину транспортных потоков. Все эти качества позволяют предположить увеличение объема обработки на станках с ЧПУ в условиях перехода к рыночной экономике.

Станки с ЧПУ основаны на микропроцессорах с оперативной памятью, операционной системой и микроконтроллерах. Работы, где необходима точность до микрона, не способен выполнить ни один простой станок. ЧПУ позволяет производить работу с невероятной точностью, притом, что его работа практически не связана с человеческим фактором.

Устройство ЧПУ – блок управления станком, куда загружается управляющая программа. Оно выполняет управление всеми движениями станка.



Рисунок 1 – Узлы токарного станка

Учебный класс включает шесть основных компонентов:

- 1 Учебный станок;
- 2 Компьютеризированные рабочие места учащихся и преподавателя;
- 3 Комплект лицензионного программного обеспечения для станка и рабочих мест, учебно-методический комплекс для учащихся и преподавателя;
- 4 Коммутационное оборудование;
- 5 Аппаратное обеспечение.

Учебный станок соединен сетевым интерфейсом с учебным классом и предназначен для отработки управляющих программ учеников.

Компьютеризированные рабочие места включают:

- 1 Персональный компьютер (ПК) в комплекте с устройствами ввода;
- 2 Тренажер, имитирующий станочный пульт управления, с возможностью смены панелей;
- 3 Сменные панели управления;

4 Монитор для визуализации учебных процессов программирования и обработки.

Учебное программное обеспечение рабочих мест WinNC, Win3D-View и School Vue предназначено для интерактивного программирования, моделирования процессов обработки, диалога преподавателя и учащихся.

Коммутационное оборудование обеспечивает сетевой интерфейс учебного класса. Для облегчения учебного процесса класс оснащается мультимедийным проектором и экраном. Все учебные классы оснащаются современным металлорежущим инструментом и комплексом учебно-методических материалов компании AginStein. При поставке класса компания Станкомет выполняет разработку каждого проекта, пусконаладочные работы и ввод оборудования в эксплуатацию, сервисное обслуживание.

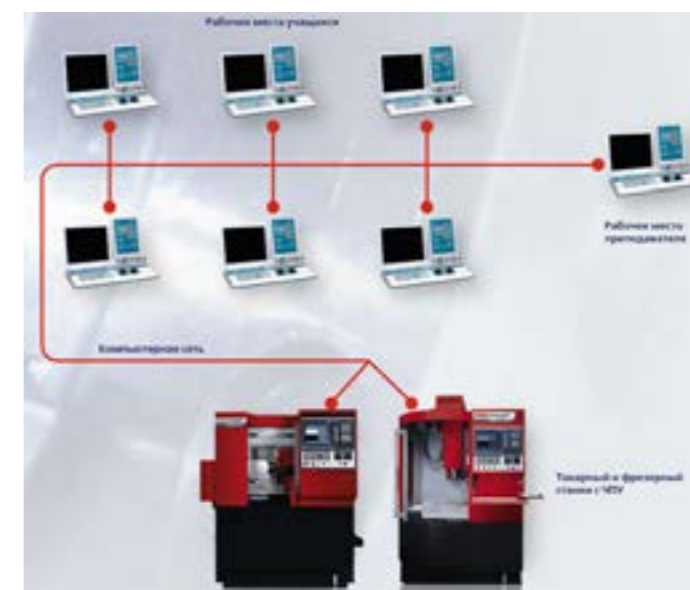


Рисунок 2 – Структура учебного класса

В состав класса станков с ЧПУ Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова входят два учебных станка:

1 – настольный учебный токарный станок с компьютерной системой ЧПУ (класса PCNC) и компьютерными 3D имитаторами токарного и фрезерного станков УТС4-ЧПУ (рисунок 3).

Учебный настольный токарный станок повышенной точности с компьютерным управлением имеющее сертификат соответствия №РОСС CN.ММ03.АО3279 и предназначен для подготовки профессиональных кадров и технического творчества как при индивидуальном, так и при групповом использовании.





Рисунок 3 – Настольный учебный токарный станок

Применение станка дает знания и навыки в области станков, инструмента, технологии, электроприводов, систем управления и современных информационных технологий, способствует развитию креативных способностей личности и профориентации.

Управление станком осуществляется от персонального компьютера в системе Windows™. Управляющие программы для обработки деталей составляются с использованием простых стандартных функций. Компьютерные имитаторы станка и устройства числового программного управления позволяют имитировать обработку на станке (выполнять наладку и программирование, изготавливать виртуальную деталь по созданной управляющей программе), а затем запускать станок на изготовление реальной детали. Станок безопасен и надежен в эксплуатации, оснащен защитной кабиной, не требует специального обслуживания.

2 – настольный фрезерный станок с компьютерным управлением и компьютерными имитаторами токарного и фрезерного станков УФСп-ЧПУ -USB



Рисунок 4 – Настольный фрезерный станок

Ниже представлены фрагменты примеров управляющих программ для токарной обработки.

Настройки имитатора:

Режущий инструмент – Позиция РГ 1: КОНТУРНЫЙ РЕЗЕЦ

Размер заготовки – Первая ступень вала  $D = 40$ ,  $H = 50$

Вторая ступень вала  $D = 30$ ,  $H = 50$ .

Ноль станка –  $X_{NULL} = 45$  мм

$Z_{NULL} = 150$  мм



Рисунок 5 – Настройка имитатора

Перед запуском программы произведите выход в ноль станка по всем координатам.

Пример 1:

; Включаем шпиндель на 1000 об/мин

N01 S1000 M03

; Выполняем какие-либо перемещения

...

; Останавливаем шпиндель

N100 M05

; Завершаем выполнение программы

N200 M02

Пример 2:

Линейная интерполяция (рисунок 6)

; Включаем шпиндель на 1000 об/мин

S1000 M03

; Включаем первый инструмент

T01 M06

; Выполняем перемещения

G01 X-20. Z-40. F300

G01 X-30.

G01 Z-100.

G01 X-25. Z-120.

G01 X0.

G01 Z0.

; Останавливаем шпиндель  
M05  
; Завершаем выполнение программы  
M02

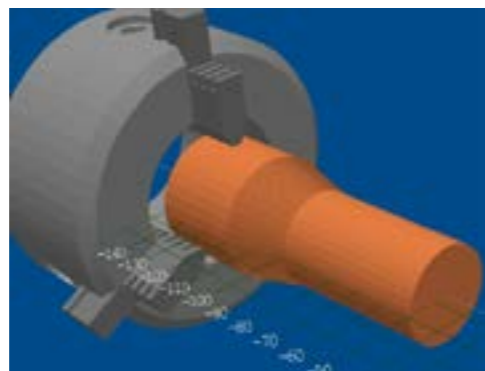


Рисунок 6 – Результат работы программы

Пример 6: Круговая интерполяция (рисунок 7)  
; Включаем шпиндель на 1000 об/мин  
S1000 M03  
; Выполняем перемещения  
G01 X-25. Z-50. F300  
G01 X-35.  
; Выполняем движение по дуге окружности  
; в точку X-30. Z-70. по радиусу R30.  
G03 X-30. Z-70. R30.  
G01 X0.  
G01 Z0.  
; Останавливаем шпиндель  
M05  
; Завершаем выполнение программы  
M02

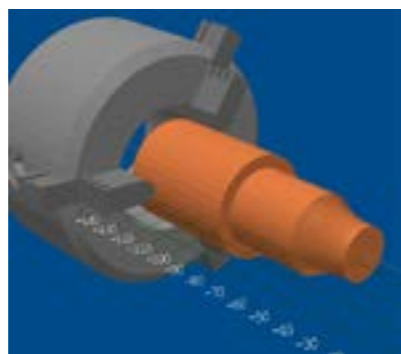


Рисунок 7 – Результат обработки

Выводы:

1. Обучение студентов в созданном классе следует оценить как весьма положительное – значительно возрастет активность и самостоятельность работы студентов и их интерес к учебе, что, безусловно, обеспечит более высокий уровень их профессиональной подготовки и конкурентоспособности на рынке труда.
2. Студенты смогут реализовать как индивидуальные (курсовые проекты, дипломы, творческие задания и пр.), так и групповые проекты.
3. CNC Smart Class” позволяет преподавателю обучать, давать задания, контролировать выполнение и экзаменовать до 60 студентов одновременно. На самых начальных этапах обучения, студенты погружаются в атмосферу CNC симулятора, который максимально приближен к реальным системам CNC.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ловыгин, А. А., Васильев, А. В., Кривцов, С. Ю. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. – Эльф ИПР. – 2006. – 286 с.
- 2 Пуш, В. Э. Металлорежущие станки. – М. : Машиностроение, 1985. – 256 с.
- 3 Ансеров, А. А. Металлорежущие станки. – М. : Машиностроение, 1965. – 481 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*V. V. Rodionov, I. A. Shumeiko*

**СББ білдектерімен жабдықталған класының мүмкіндіктерін зерттеу**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*V.V. Rodionov, I. A. Shumeiko*

**Research of opportunities of a computer class with CNC machine tools**

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Берілген мақалада авторлар техникалық мамандық студенттерінің кәсіби икемін арттыруға бағдарланған С. Торайғыров атындағы ПМУ зертханалар жағдайында СББ станоктардың заманауи оқу класын практикалық апробациядан өткізіп пайдалануды келтіреді.*

*In this article the author provides a practically approved advanced classroom with CNC machines in the S. Toraihyrov PSU laboratory, aimed at improving the professional skills of students of technical specialties.*

**И. М. Сабитов**

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

**РОЛЬ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ  
В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАНА**

*Данная статья носит обзорный характер и поднимает вопрос о применении ВИЭ на территории Казахстана.*

*Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетика, безопасность, отрасль.*

Состояние энергосистемы оказывает существенное влияние на жизнь любой страны. Проблемы в базовой отрасли тормозят развитие экономики и ставят под угрозу системы жизнеобеспечения граждан и самого государства в целом. В то время как надежная и динамично развивающаяся электроэнергетика позволяет стране комфортно жить в настоящем и уверенно планировать будущее, развивая энергоемкие производства, что вкуче с собственной электроэнергетикой значительно повышает конкурентоспособность экономики и благоприятствует долгосрочным инвестициям [1, 36 с].

В настоящее время в энергетической отрасли Казахстана существует целый ряд проблем, которые в свою очередь отражаются на экономике и экологии республики. К ним можно отнести следующие:

1. Экономика Казахстана является крайне энергозатратной, что обусловлено как объективными, так и субъективными обстоятельствами. Тяжелые природные условия и огромные расстояния при крайне низкой плотности населения предопределяют значительные затраты топлива для перевозки пассажиров и грузов.

2. Электроэнергетика Казахстана характеризуется изношенностью значительной части основных фондов. На электростанциях 65 % оборудования имеет возраст более 20 лет, 31 % – более 30 лет. Изношенность электросетевого оборудования составляет 60–80 %.

3. Усиление в Западном регионе зависимости от зарубежных поставок электроэнергии, а также дефицит электроэнергии в Южном регионе

4. Разработка открытых, наиболее дешевых месторождений приводит к появлению нарушенных земель на огромных площадях.

5. Интенсивная добыча нефти, газа, угля, а также само функционирование и развитие ТЭК оказывают чрезвычайно большое и дестабилизирующее воздействие как на воспроизводство природных ресурсов, так и на окружающую среду.

Одним из основных способов решения вышеизложенных проблем, а также по удовлетворению населения в электрической энергии является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ). С учетом этого в 2009 году был принят закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», который должен был послужить законодательной основой для развития ВИЭ в стране

[3]. Ориентир для развития «зеленой энергетики» был задан в Государственной Программе по форсированному индустриально-инновационному развитию Республики Казахстан на 2010-2014 годы, утвержденной Указом Президента страны. В соответствии с ней предполагается достижение двух целевых индикаторов: увеличение объема вырабатываемой электроэнергии в 2014 году возобновляемыми источниками энергии – 1 млрд. кВт·ч в год и доли возобновляемых источников энергии в общем объеме электропотребления более 1 % к 2015 году [5].

Согласно данным Министерства индустрии и новых технологий РК, для территории республики наиболее перспективными являются следующие виды возобновляемых источников энергии: ветроэнергетика, энергия воды (малые ГЭС – менее 25 МВт), энергия солнца. Остановимся на каждом источнике отдельно.

Ветроэнергетика. Перспективы использования ветроэнергетики определяются наличием соответствующих ветроэнергетических ресурсов. Порядка 50 % территории имеет среднегодовую скорость ветра 4-5 м/с, а ряд районов – 6м/с и более, что предопределяет очень хорошие перспективы для использования ветроэнергетики. По оценкам экспертов, Казахстан, одна из стран мира, с наиболее подходящими условиями для развития ветроэнергетики.

Таблица 1 – Оценка основных показателей данного сегмента отрасли ВИЭ [2]

Преимущества	Недостатки
– Ветроэнергетика является одним из наиболее перспективных источников энергии в мире, в том числе и в Казахстане. Потенциал энергии ветра в РК составляет около 3 млрд. кВт в год.	– Низкий уровень технической и научной поддержки отрасли. На сегодняшний день актуальна разработка ветроустановок, способных постоянно работать с высоким КПД, в условиях сильно рассеянной в пространстве энергии ветра.
– Возможность использования на довольно большой территории. В РК 10 районов с большим ветропотенциалом со средней скоростью 8-10 м/с, тогда как в Европе скорость равна 4-5 м/с.	– Непостоянство получения энергии. Ветер очень непредсказуем - часто меняет направление, вдруг затихает даже в самых ветреных районах земного шара, а иногда достигает такой силы, что ломает установки.
– Стремительные темпы роста ветроэнергетики в мировой индустрии.	– Крупные ветроустановки испытывают значительные проблемы с монтажом и техническим обслуживанием.
– Обеспеченность электроэнергией отдаленных районов.	– Высокая стоимость дополнительного оборудования, необходимого для работы ВЭС.
– Ветряные генераторы не потребляют ископаемого топлива, производят электроэнергию без использования воды, что сокращает эксплуатацию ресурсов.	– Негативное влияние ВЭС на животных и птиц. Данное оборудование часто становится причиной гибели некоторых животных, проживающих в непосредственной близости от ВЭС.
– Экологичность данных установок - сокращаются выбросы вредных веществ в атмосферу.	– Металлические сооружения ветроустановки, особенно элементы в лопастях, могут вызвать значительные помехи в приёме радиосигнала.
– Работа ветрогенератора мощностью 1 МВт за 20 лет эксплуатации позволяет сэкономить примерно 29 тыс. тонн угля или 92 тыс. баррелей нефти.	

– Господдержка по стимулированию развития отрасли. В Казахстане разработаны программы и другие нормативно-правовые документы с целью развития данной отрасли.	– Необходимость больших площадей, занимаемых ветроустановками. Как правило, данные площади могут быть использованы под сельхоз угодия
– Накопленный мировой отечественный и мировой опыт.	

Казахстанскими специалистами совместно с международными специалистами из Германии были определены перспективные места для строительства ВЭС на основании анализа метеоданных с учетом следующих факторов:

- 1) доступность линий электропередач и подстанций для выдачи мощности,
- 2) топография местности и высота над уровнем моря,
- 3) наличие транспортных коммуникаций,
- 4) наличие потребителей энергии,
- 5) возможность строительства ВЭС,
- 6) наличие предварительных проработок по строительству ВЭС.

Восемь мест в разных регионах Казахстана были выбраны для исследований ветропотенциала с целью обоснования строительства ВЭС. В дальнейшем предполагается продолжение таких исследований. По результатам данных исследований будет разработан ветровой атлас Казахстана, содержащий необходимую информацию для разработчиков проектов по ветроэнергетике.

Таблица 2 – Перечень перспективных площадок для строительства ВЭС [5]

№ п/п	Наименование площадки	Область	Средняя скорость ветра на высоте 10 м, м/с	Рекомендуемая мощность ВЭС
1	Жарминская	ВКО	5,6	40,0
2	Ерейментау	Акмолинская	5,4	35,0 (20)
3	Селетинская	Акмолинская	5,9	40,0 (20)
4	Балхаш	Карагандинская	4,4	10,0
5	Каркаралинск	Карагандинская	4,3	10,0
6	Аркалык	Костанайская	5,7	10,0
7	Сакрыл	ЗКО	5,2	10,0
9	Аккыстау	Атырауская	5,5	50,0 (20)
10	Прорва	Атырауская	6,2	40,0 (20)
11	Форт - Шевченко	Мангистауская	6,0	40,0 (20)
12	Сай - Утес	Мангистауская		
13	Кордай	Жамбылская	5,1	20,0 (10)
14	Аральск	Кызылординская	4,9	10,0
15	Кармакчинская	Кызылординская	5,5	20,0 (5)
16	Чаян	ЮКО	5,0	40,0 (20)
17	Джунгарские ворота	Алматинская	7,8	50,0
18	Шелекский коридор	Алматинская	5,8	100,0

Энергия воды. Одним из наиболее экономичных и экологически безопасных способов получения электроэнергии является малая гидроэнергетика.

Преимущества малых ГЭС:

- смягчение влияния глобального изменения климата на окружающую среду за счет снижения выбросов CO<sub>2</sub>;
- эффективные технологии;
- минимальные площади затопления и застройки;
- местное и региональное развитие;
- помощь в обслуживании речного бассейна;
- электрификация сельских территорий;
- небольшой срок окупаемости [2, 71 с].

Возможности использования энергетических ресурсов рек Казахстана оценены институтом «Алматы Гидропроект» на основе региональных схем размещения ГЭС в Восточной, Юго-Восточной и Южной зонах. Выявлены возможности создания 564 новых ГЭС и восстановления 14 малых ГЭС, ранее бывших в эксплуатации.

Из общего числа ГЭС – 578, к крупным ГЭС (мощностью более 30 МВт) отнесены 38, к малым (мощностью до 30 МВт) – 540. Общая установленная мощность 38 крупных ГЭС составляет 3296 МВт, выработка электроэнергии – около 12 млрд. кВт.час. Для малых ГЭС общая мощность составляет 2412 МВт, выработка – около 11 млрд. кВт.час.[6]

В ходе реализации Программы по развитию электроэнергетики в Республике Казахстан на 2010 – 2014 годы осуществляется ввод новых мощностей малых ГЭС:

- 1) в Алматинской области:
  - малая ГЭС на реке Каратал установленной мощностью 3,5 МВт, с вводом в 2010 году;
  - каскад малых ГЭС на реке Коксу суммарной мощностью 42 МВт, с запуском в 2015 году;
  - малая ГЭС на реке Каратал установленной мощностью 5 МВт, с вводом в 2014 году;
  - малая ГЭС на реке Баскан установленной мощностью 4,35 МВт, с вводом в 2014 году;
  - малые ГЭС на реке Иссык суммарной мощностью 4,8 МВт, с вводом в 2014-2015 годах;
  - малая ГЭС на реке Лепсы установленной мощностью 4,8 МВт, с вводом в 2014 - 2015 годах;
- 2) в Карагандинской области:
  - малая ГЭС на Интумакском водохранилище установленной мощностью 0,57 МВт, с вводом в 2013 году;
- 3) в Южно-Казахстанской области:
  - малая ГЭС на реке Келес установленной мощностью 2 МВт, с вводом в 2014 году



- 4) в Жамбылской области:  
 – малая ГЭС на реке Мерке установленной мощностью 1,5 МВт, с вводом в 2010 году;  
 – малая ГЭС в Т. Рыскуловском районе установленной мощностью 2,1 МВт, с вводом в 2013 году;  
 – малая ГЭС в Шуском районе установленной мощностью 9,2 МВт, с вводом в 2013 году;  
 – малая ГЭС на реке Мерке установленной мощностью 4,5 МВт, с вводом в 2014 – 2015 годах.  
 – малая ГЭС на реке Келес установленной мощностью 2 МВт, с вводом в 2014 году [4].

Энергия солнца. Продолжительность солнечного сияния составляет 2200 – 3000 часов в год, а энергия солнечного излучения – 1200 кВт/кв.м в год. Это позволяет использовать солнечные батареи – коллекторы для нагрева воды и солнечные модули, в частности, портативные фотоэлектрические системы. Значительная часть территории Казахстана имеет благоприятные климатические условия для использования солнечной энергии. В южных районах продолжительность солнечного излучения составляет от 2000 до 3000 часов в год, а годовой приход солнечной энергии на горизонтальную поверхность – от 1280 до 1870 кВт/ч на 1 кв. м. В наиболее солнечном месяце – июле – количество энергии, приходящейся на 1 кв. м. горизонтальной поверхности составляет в среднем от 6,4 до 7,5 кВт/ч в день. Следовательно, широкое использование солнечной энергии может иметь здесь важное хозяйственное значение.

Кроме того, использование солнечной энергии возможно и в других отраслях промышленности. Например, использование солнечных генераторов в железнодорожном транспорте можно реализовать в двух вариантах. Это создание солнечных стационарных электростанций и солнечных электричек. Солнечные электростанции могут быть использованы как традиционные источники энергии для электровозов, так и в качестве заправочных станций для электропоездов, аналогичных электромобилям. Стоимость энергии производимой солнечными батареями значительно ниже рыночной.

Таблица 3 – Оценка основных преимуществ и недостатков данного сегмента отрасли ВИЭ [2]

Преимущества	Недостатки
– Общедоступность и неисчерпаемость источника в мировом масштабе. Суммарный годовой потенциал СЭ в РК оценивается в 340 млрд. т.у.т. – Географическое положение РК позволяет использовать ресурсы СЭ для выработки электроэнергии в больших объемах. Использование панелей солнечных батарей в сельской местности позволяет решить вопрос с энергообеспечением удаленных регионов. – Наличие широкого круга материалов, позволяющих производить солнечные батареи. Например, в Казахстане осуществляется добыча и переработка кремния, в т.ч сплавов металлов и зеркала. – Мобильность системы. Фотоэлектрические элементы могут устанавливаться на различных транспортных средствах, а также легко вписываются в дизайн зданий и сооружений.	– Из-за относительно небольшой величины солнечной постоянной для солнечной энергетики требуется использование больших площадей земли под электростанции, например, для электростанции (далее СЭС) мощностью 1ГВт это может быть несколько десятков кв.км. – Недостаточный КПД солнечных элементов – Поверхность фотопанелей нужно очищать от пыли и других загрязнений – Эффективность фотоэлектрических элементов заметно падает при их нагреве, поэтому возникает необходимость в установке систем охлаждения

Таким образом, современные представления о проблемах в энергетической отрасли и перспективах развития ВИЭ не ограничивается приведенным выше материалом, что обусловлено увеличением потребности в направлении использования естественного источника энергии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Бреусов, В. П.** Возобновляемые источники энергии и способы их использования (на примере Центрально-Азиатского региона) Текст. / В. П. Бреусов, В. В. Елистратов, М. А. Ташимбетов; Санкт-Петербург, гос. политехи, ун-т . – СПб. : Нестор, 2005.
- 2 Отчет «Исследование отрасли альтернативной энергетики Республики Казахстан»: Том 3 «Перспективные сегменты отрасли альтернативной энергетики», 2008 г.
- 3 [http://online.zakon.kz/document/?doc\\_id=30445263](http://online.zakon.kz/document/?doc_id=30445263)
- 4 Программа по развитию электроэнергетики в Республике Казахстан на 2010-2014 годы.
- 5 План мероприятий по развитию альтернативной и возобновляемой энергетики в Казахстане на 2013 - 2020 годы.
- 6 Программы развития электроэнергетики до 2030 года (Постановление Правительства Республики Казахстан от 9 апреля 1999 года).

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*И. М. Сабитов*

**Қазақстан Республикасының энергетика саласында жаңғыртылған энергия көздерінің мәселелерін шешу рөлі**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*I. M. Sabitov*

**The role of renewable energy sources in solving the energy industry problems in the Republic of Kazakhstan**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақала Қазақстан территориясында ВИЭ қолдану жөнінде сұрақтарды көтереді және шолу сипаттамасын жүргізеді.*

*The article gives a review and raises the issues of using renewable energy sources in the Republic of Kazakhstan.*

ӘОЖ. 691:666

**П. Ә. Таңжарықов, Г. Б. Амангельдиева**

<sup>1</sup>т.ғ.к., профессор, <sup>2</sup>магистр, оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.

### **МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫН ЕКІНШІ РЕСУРСТЫ ШИКІЗАТ РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАНУ НЕГІЗДЕРІ**

*Бұл жұмыста мұнай кәсіпорындарындағы пайда болған мұнай қалдықтарын қайта өңдеу арқылы алынған өнімді әрі қарай өндірісте, халық шаруашылығында және тұрмыстық мақсатта пайдалану мәселесі қарастырылған. Сонымен бірге берілген жұмыста брикеттелген отын алуда байланыстырғыш материал ретінде күріш қауызы компоненттерін, АШПШ және көмір ұнтағын қолдану процесі арасындағы байланыс қарастырылған.*

*Кілтті сөздер: шикізат, мұнай қалдығы, қайта өңдеу, өндіріс, байланыстырғыш материал, ресурс.*

Әлемдік деңгейде екінші ретті материалдық ресурстарды пайдалану практика жүзінде өндірістің барлық салаларында жүзеге асады. Бірақта, қалдықтарды пайдалану деңгейі мен қолданылатын орны белгілі теңсіздік бойынша сипатталады және қалдықтың ресурстық құндылығына, оны қоршаған ортаны ластаушы көз ретінде қарауымызға байланысты туындайтын экологиялық жағдайға және де ең бастысы пайдаланылатын қалдықтардың өндірістің нақты әрбір түрінің рентабельдігін анықтайтын экономикалық шарттарға тәуелді болады.

Қазақстанның көптеген аумақтарында, соның ішінде Қызылорда облысы аумағында қолданылып жатқан экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету іс-шараларына қарамастан, пайдаланылмай жатқан қалдықтардың қоршаған ортаға тигізетін әсеріне байланысты экологиялық жағдай жақсармайды.

Мұнай қалдықтары қоршаған ортаға белгілі бір дәрежеде зиянды әсер етеді десек те, негізгі маңызды мәселе мұнай өңдеу жұмысының барлық кезеңінде мұнай қалдықтарын (ғылыми негізделген мөлшерін) өңдеу және пайдалану болып табылады.

Көп жылғы жинақталған тәжірибенің негізінде мұнай қалдықтарын шикізат ретінде пайдаланудың өте тиімді екені белгілі болды. Бұл бағытта мұнай қалдықтары асфальт-бетон, газбетон, шламбетон дайындаған кезде пайдаланылады. Мұнай шламдары бетонды сұйықтардың беріктігін ұлғайтатын, аязға, ылғалдылыққа төзімділігін жоғарылататын органикалық байланыстырғыштар ретінде де қолданылады.

Сондықтан мұнай өндіруші аймақтардағы құрамында мұнайы бар шламдарды қайта өңдеу, қоршаған ортаны қорғау саласындағы негізгі мәселелердің бірі болып табылады.

Кейбір өндірістік кәсіпорындардан шығатын құрамында мұнайы бар қалдықтар (түнбалар) құрылыс материалдары өнеркәсібінде тиімді қолданысқа ие болуда. «Мәскеу қалалық құрылыс материалдары» (Мосгор-стройматериал) бюросының ұйымдастыруымен Лихачев атындағы зауытта тазарту қондырғыларында түзілген түнба қалдықтарды кірпіш өндіру мақсатында қолданудың мүмкіншіліктері жайлы жұмыс жүргізілді [1].

Кірпіштің сыртқы пішіні мен механикалық құрамы оны біріктіріп тұратын қоспалардың түрі мен сапасына тікелей байланысты. Қазіргі уақытта біріктіргіш қоспа ретінде қолданылып жүрген ағаш ұнтақтары кірпіштің сыртқы түрін нашар етіп көрсетеді. Сондай-ақ, ағаш ұнтағы көп жағдайда гранулометрикалық құрамы бойынша техникалық ережелерге сай келмей жатады. Көлемі 0,1-10 мм болатын бөліктердің (фракциялардың) аса көп болуы алынған кірпіштің тез жарықшақтануына әкеп соқтырады.

Жұмыста қолданылатын түнба-қалдық 70% ылғалдықта вакуум-филтрден сүзіп алынған күлгін қоймалжың масса түрінде болады. Оның құрамына мұнайөнімдері, құю кәсіпорындарының циклонды шаңы, сырлау және сылау кезіндегі абразивті шаң, сырлау камерасының қалдықтары, металл жабындыларын дайындайтын фосфат, құм, топырақ, шыны-талшық қалдықтары, сульфаттар және т.б. кіреді.

Черемушкин керамикалық зауытының 2 өндірістік бөлімшесінде 102 000 дана кірпіштің 13 тәжірибелік партиясы шығарылды. Олар әдеттегідей және сығымдалған кірпіштер болатын. Сығымдалған кірпішті өндіру үшін 5 % - дық ылғал массаны шихта құрамына қосқанда, кептіргеннен кейін кірпіштің сапасы артқан. Тәжірибе арқылы алынған кірпіштің – 54,6 пайызы ақаусыз дайындалған, ал әдеттегіше зауыттық шихтаны қолданғанда ол 23-24,2 % - ға тең болатын.

Күйдірілген кірпіштің механикалық беріктігі тәжірибелік және зауыттық әдісте де 125 маркасына сәйкес келді.

Кірпішті дайындау барысында (60-70 %) масса қосқанда оның тұрақсыздығы күрт артқан, яғни алынған кесек әлсіз болып, жинау кезінде қалып жиектерінде ірі-ірі кесек жұғындылары қалған. Сондықтан қалдық-тұнбаны фильтр-престе немесе табиғи жолмен ұзағырақ кептіру қажет. 1000С және одан да жоғары температурада массаны кептіру оның құрамын қыздыру кезіндегі шығынға байланысты өзгереді, ол кірпіштің сапасы мен массаның кебу қасиетіне кері әсерін тигізеді.

Массаны 15-17 % мөлшерінде қолдану кірпіштің механикалық беріктігін азайтып, оның маркасын «75»-ке дейін төмендетеді, сондықтан масса мөлшерінің 10 % шамасынан кем болмауын қадағалап отыру керек.

Мұнай қалдықтары (өңделген май) керамзит өндірісінде тесік ұяшықты құрылымды жеңіл түйіршікті материал ретінде кеңінен қолданылады. Оны тез еритін топырақты жыныстарды 1100-1200<sup>0</sup>С температурада әбден кепкенше қыздыру жолымен алады [1]. Керамзит өндірісінде екі түрлі топырақ қолданылады: біріншісі – органикалық заттарға бай өздігінен кебетін топырақ; екіншісі – құрамында ешқандай органикалық заттары жоқ жұтаң топырақ. Күйдіру процесінде керамзиттің кебуін қамтамасыз ету үшін алынған топырақ құрамына оны пешке салмас бұрын белгілі мөлшерде ағаш ұнтағын және 1 %-ға дейін зауытта арнайы жерасты қоймаларында сақталған мұнай өнімдерін қосады. Ары қарай керамзит жылуөткізгіш материалдар, керамзит бетондарын және т.б. дайындау мақсатында пайдаланылады. Еліміздегі керамзит өндірісінің артуына байланысты өңделген мұнай қалдықтарына деген сұраныс та өсе түсуде.

Минералды майларды алу немесе регенерациялау (пайдаланылған майлардың бағалы қасиеттерін бастапқы қалпына келтіру) зауыттарында ағартқыш топырақ кеңінен қолданылады. Әдетте оларды технологиялық цикл аяқталған соң майланған қалпында қоқысқа тастайды. Люккендорф (ГДР) қаласындағы минералды майларды өндіру зауытында ағартқыш топырақ арнайы тәсілдер арқылы регенерацияланып (қайта қалпына келтіріліп), минералды майларды өндіру үшін қайта пайдаланылады. Екінші реттік қолданыстан кейін оны тағы да кірпіш өндірісінде қолданады. Осындай технологиялар арқасында күйдірілген кірпіш біртегіс түске еніп, оның отынға қажеттілігі төмендейді. Сонымен бірге қоршаған ортаға кері әсері де азаяды.

Өндіріс кәсіпорындары кейбір жағдайда өздерінде түзілетін және регенерациялауға жатпайтын сұйық мұнай қалдықтарын өз қажеттері үшін пайдаланады немесе басқа кәсіпорындарында өңделеді. Әдетте, мұндай жағдайларда мұнай қалдықтарын өңдеу үшін тұндыру немесе қыздырып барып тұндыру (кейде реагенттер қолдану арқылы) секілді қарапайым технологиялар қолданылады. Мәскеу құрылыс индустриясы мекемелерінде мұнай қалдықтарын механизмдерді, шынжырларды майлау үшін, бетон плиталарын жасау үшін қалып дайындауда, үй құрылысы комбинаттарында және темір-бетон - конструкциялары зауыттарында (ЖБК) және т.б. салаларда қолданады.

Сұйық мұнай қалдықтарын көмірді теміржол транспорты арқылы ашық және жартылай вагондарда тасымалдау кезінде ол жел әсерінен төгіліп-шашылмауы үшін де пайдаланады. Осы мақсатта «Воркутауголь» қайта құрылған орталық кен байыту фабрикасында тасымалдау кезінде жел эрозиясына қарсы профилактикалық құрал ретінде көмірге құрамында мұнайы бар өнімдерді араластырудың технологиясы жасалды. Көмірдің үстіне құрамында мұнайы – 60 %, суы – 40 % болатын эмульсияны жағады [1].

Бір жартылай вагонға 75-100 кг. эмульсия кетеді. Тәжірибе үшін Воркут-Черновск бағытында вагон жіберілді. Бақылау нәтижесінде көмірдің жерге шашылуы – 79 %-ға төмендегені байқалып, әрі жағылған қоспа көмірді жаққан кезде өте пайдалы жанғыш зат болып табылатыны анықталды. Бұл әдісті қолданудың экономикалық тиімділігі 1 т көмірге 1,71 рубль құраған.

Сұйық мұнай қалдықтарын пайдаға асырудың келесі бір бағыты, оны көмірдің қатып қалуын болдырмас үшін профилактикалық құралдар ретінде қолдану болып табылады. Олар қымбат тұратын құрамында парафині бар мұнай мен мазуттың орнын алмастырады.

Абашев орталық кен байыту фабрикасында алынған концентратпен жүргізілген тәжірибе 7 % ылғалда көмірдің бұзылуының салыстырмалы кедергісі 0,03 МПа дейін артып, қататынын көрсетті. Ал сол көмірді эмульсиямен өндегенде ол тіпті 12 % ылғалда да қатпаған.

Мұнай қалдықтары сондай-ақ топырақтың құм қабатын нығыздауда да қолданылады. Шөл даладағы құм үнемі көшіп жүреді, бархандардың (шөл даладағы жел үйген дөңес құм) орын ауыстырып көшуіне жеңіл жел жеткілікті әсер етеді. Нәтижесінде арықтар мен каналдардың жиегі қирайды, жол (шоссе) және теміржолдар көміліп, электржелілері қатардан шығып қалады. Мұндай жағдайларды болдырмас үшін құмның бетіне краскопульт, сушашыратқыш, жаңбырлатқыш машина немесе басқа да құрылғылар арқылы 6-11 % -дық битумды және өңделген трансформаторлық майды жағу керек. Мұнай құрамы топыраққа 0,2 мм/с жылдамдықпен енеді [1].

Ғылыми зерттеулер мен тәжірибелік сынақтар негізінде, Құмкөл кен орнының жоғары парафинді мұнайы жол құрылысын салу кезінде пайдалануға болатыны дәлелденді.

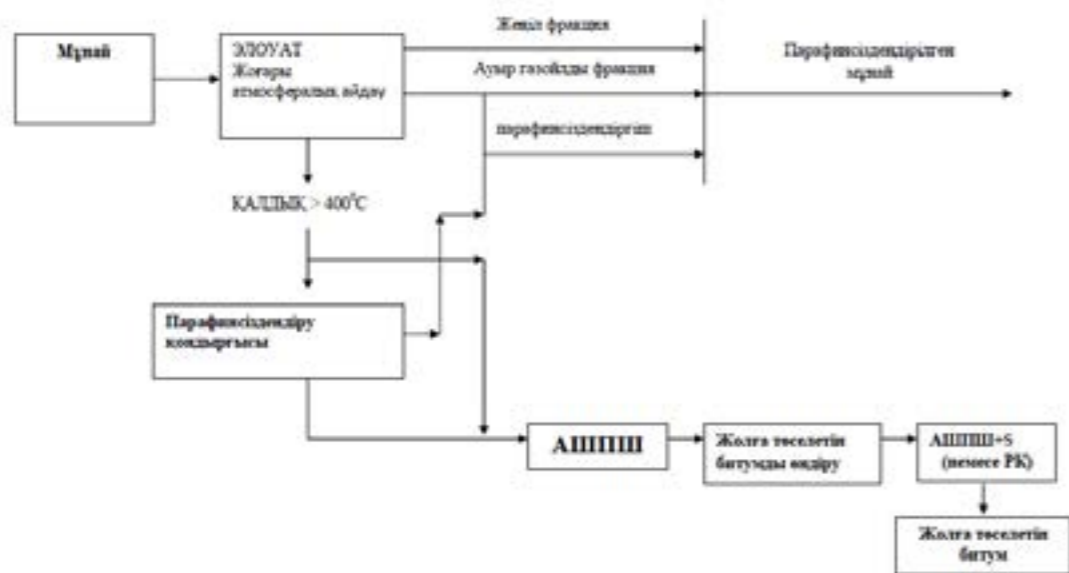
Зерттеулер барысында мұнай қалдықтарын пайдаға асыру және залалсыздандыру кезінде олардың ең тиімді түрі тандалды.

Өндірісте жолға төселетін битумды алудың технологиялық процесі принципиальды схема бойынша жүргізіледі (сурет 1). Онда технологиялық процесс анық көрсетілген.

Мұнай битумы – мұнайды айдаудан, майды крекингтік тазалаудан қалған қалдықтардан алынған өнім. Оларды жол салуда төсеніш материалдарын, лак және т.б. дайындауда қолданылады. Битумның құрамында негізінен май, шайыр және асфальтен кіреді.

Мұнай битумдары өте қиын молекуладан тұратын, әртүрлі асфальтен санынан құралған. Егер, асфальтеннің құрамы жеткілікті түрде жоғары болса, онда мұндай қалдық фракция мықты және тұрақты байланыстырушы материал болады, яғни битум.

Битумның құрамында асфальтеннің болуы, оның қаттылығына және жұмсару температурасына әсер етеді: битумда неғұрлым асфальтен көп болса, соған сәйкес ол қатты болады. Шайырлар битумның цементтік қасиетін және оның созылғыштығын жоғарылатады. Майлар битумдағы шайырды еріткіш және асфальтенді ісіндіретін орта болып табылады.



АШПШ – асфальт-шайыр-парафин шөгінділері,  
S – күкірт элементі, РК – резина бөлшектері

Сурет 1 – Жоғары парафинді мұнайдан жолға төселетін битум алудың ұсынылған схемасы

Құмкөл мұнайы жоғары парафинді, осыған байланысты мұнай битумы осының негізінде төмен сапалы болады. Төмен сортты битумның сапасын жақсарту үшін оған күкірт немесе резина бөлшектерін араластыру ұсынылады.

Атырау облысының аймағындағы мұнай-газ өндіретін кен орындарындағы мұнай құрамында бірнеше пайызға дейін күкірт мөлшері кездеседі. Қазіргі уақытта өндірілген мұнай құрамынан бөлініп алынған миллиондаған тонна күкірт пайдаланылмай жатыр.

Мұнай және мұнай өнімдерінен тұратын қалдықтарды қайта кәдеге жаратудың технологиялық процесі бойынша Ғылыми-техникалық және патентті әдебиеттермен жүргізілген шолу, мұнай өндіретін және мұнайды өңдеу кәсіпорындары үшін химиялық реагенттер негізінде қайта кәдеге жаратудың технологиялық процесі тиімді болып табылатынын көрсетті. Бұл технология асфальтбетонды қоспаны алу үшін тиімсіз болып табылады. Өзінің жұмысында автор О.И.Ручкинова АШПШ-

ін қайта кәдеге жаратуды сұйық өткізбейтін жапқыштар өндіруде қолдануды ұсынады. Асфальтбетонды қоспаны алудың белгілі әдісі 50-70<sup>0</sup> С температураға дейін қыздырылған минералды компонентті 35-150<sup>0</sup> С-ға дейін битуммен 10-20 сек аралығында 1,1-1,2%-ға дейінгі ылғалдылықта құрғатып араластыру керек [2].

Асфальт-шайыр-парафин шөгінділерімен минералды компоненттердің араласуымен алынған асфальтбетон қоспасы техникалық сипаттамалары жағынан тауарлы битумды пайдаланып алынған қоспадан ешқандай айырмашылығы жоқ. Яғни, қазіргі таңда тапшы болып тұрған тауарлы битумды АШПШ-мен алмастыру, тауарлы өнімнің құнын төмендетеді, сонымен қатар қоспаны дайындаудың технологиялық процесін жеңілдетеді және мұнай қалдықтарының қоршаған ортаға тигізетін зиянын азайтады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 Пальгунов, П. П., Сумароков, М. В. Утилизация промышленных отходов. – М. : Стройиздат. – 1990. – 352 с.  
 2 Бурханов, Б. Ж., Ногаев, Ш. Н., Кунбазаров, А. К. Компостирование замазученных грунтов // Вестник КарГУ, 2005. – №1(37). – С.33-34.  
 3 Люшин, С. Ф., Рассказов, В. А. Опыт работы с отложениями парафина // РНТС. ВНИИОЭНГ, 1967. – С.67.  
 4 Нифонтеев, Ю. А. Научные основы создания ресурсосберегающих технологий использования отходов добычи и переработки углей Печорского бассейна: Авторефер. дисс. д-ра техн. Наук /Санкт-Петер. гос. горн. инст-т им. Г. В. Плеханова. – СПб., 2000. – 40 с.

Материал 01.06.15 баспаға түсті

*П. А. Танжариков, Г. Б. Амангельдиева*  
**Основа использования нефтяных отходов в качестве ресурса вторичного сырья**

Кызылординский государственный университет  
 имени Коркут Ата, г. Кызылорда  
 Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*P. A. Tanzharykov, G. B. Amangeldieva*  
**Basics of using waste oil as a resources of recycled raw material**  
 Korkut Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda.  
 Material received on 01.06.15.

*В этой работе рассмотрены выявленные нефтяные отходы при повторной переработке для дальнейшего использования в промышленности, народном и бытовом хозяйстве, а также в качестве связывающего материала АСПО, рисовой шелухи и углевого порошка для получения брикетного топлива.*



*In this paper we consider the identified oil waste in recycling for use later in the industry, national and domestic economy, as well as the binding material AFS, rice husk and coal powder for fuel briquettes.*

УДК 539.3+624.195

**В. Н. Украинаец<sup>1</sup>, С. Р. Гирнис<sup>2</sup>, Д. А. Алигожина<sup>3</sup>, А. Х. Жакиянова<sup>4</sup>,  
Е. Ч. Токтарбеков<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>д.т.н., профессор; <sup>2</sup>к.т.н., доцент; <sup>3</sup>ст. преподаватель; <sup>4</sup>преподаватель; <sup>5</sup>магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**ДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫЙ СЛОЙ ПОРОДНОГО  
МАССИВА ПРИ ДЕЙСТВИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ  
НА ТОННЕЛЬ ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ**

*Используя решение задачи о действии на упругое пространство равномерно движущейся вдоль оси круговой цилиндрической полости произвольно приложенной к ее поверхности нормальной нагрузки, определяется толщина динамически активного слоя массива пород вокруг заглубленного неподкрепленного тоннеля при действии стационарной транспортной нагрузки (нагрузки от движущегося с постоянной скоростью внутритоннельного транспорта). Результаты расчётов представлены в виде эйлер компонент напряженно-деформированного состояния массива в окрестности выработки.*

*Ключевые слова: тоннель, транспортная нагрузка, напряженно-деформированное состояние.*

**1. Постановка и решение задачи.** Используя для исследований модельный подход, представим тоннель глубокого заложения (заглубленный тоннель) как бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом  $r = R$ , расположенную в линейно упругом, однородном и изотропном пространстве (массиве) с параметрами Ламе  $\lambda, \mu$  и плотностью  $\rho$ .

На поверхность полости действует нормальная транспортная нагрузка интенсивностью  $P$ , движущаяся с постоянной скоростью  $c$  в направлении оси  $z$  (совпадающей с осью полости) цилиндрической системы координат  $r, \theta, z$ :

$$\sigma_{rr}|_{r=R} = P(\theta, \eta), \sigma_{r\theta}|_{r=R} = \sigma_{r\eta}|_{r=R} = 0, \quad (1)$$

где  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений в массиве в подвижной цилиндрической системе координат  $(r, \theta, \eta = z - ct)$ ,  $j = r, \theta, \eta$ .

Скорость движения нагрузки принимаем дозвуковой, т.е. меньше скоростей распространения волн сдвига в массиве, – характерной для современных транспортных средств.

Движение массива описывается динамическими уравнениями теории упругости в подвижной системе координат

$$\left( \frac{1}{M_p^2} - \frac{1}{M_s^2} \right) \text{grad div } \mathbf{u} + \frac{1}{M_s^2} \nabla^2 \mathbf{u} = \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial \eta^2}. \quad (2)$$

Здесь  $\mathbf{u}$  – вектор смещения упругой среды;  $M_p = c/c_p, M_s = c/c_s$  – числа Маха;  $c_p = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\rho}, c_s = \sqrt{\mu/\rho}$  – скорости распространения волн расширения-сжатия и сдвига в массиве;  $\lambda = 2\mu\nu/(1 - 2\nu), \nu$  – коэффициент Пуассона.

Преобразуем уравнение (2), выразив  $\mathbf{u}$  через потенциалы Ламе [1,2]

$$\mathbf{u} = \text{grad } \varphi_1 + \text{rot}(\varphi_2 \mathbf{e}_\eta) + \text{rot rot}(\varphi_3 \mathbf{e}_\eta), \quad (3)$$

где  $\mathbf{e}_\eta$  – орт оси  $\eta$ .

Из (2) и (3) следует, что потенциалы  $\varphi_j$  удовлетворяют видоизмененным волновым уравнениям

$$\nabla^2 \varphi_j = M_j^2 \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial \eta^2}, \quad j = 1, 2, 3. \quad (4)$$

Здесь  $M_1 = M_p, M_2 = M_3 = M_s$ .

Рассмотрим периодическую задачу, когда подвижная нагрузка периодична по  $\eta$  и представима в виде

$$P(\theta, \eta) = p(\theta)e^{i\zeta\eta}, \quad p(\theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} P_n e^{in\theta} \quad (5)$$

Потенциалы  $\varphi_j$  также будем искать в виде периодических функций по  $\eta$

$$\varphi_j(r, \theta, \eta) = \Phi_j(r, \theta)e^{i\zeta\eta}. \quad (6)$$

Подставляя (6) в (4), получим видоизмененные уравнения Гельмгольца

$$\nabla_2^2 \Phi_j - m_j^2 \zeta^2 \Phi_j = 0, \quad j = 1, 2, 3. \quad (7)$$

Здесь  $m_j^2 = 1 - M_j^2, m_1 \equiv m_p, m_2 = m_3 \equiv m_s; \nabla_2^2$  – двумерный оператор Лапласа.

Выразив компоненты напряженно-деформированного состояния (НДС) массива через потенциалы Ламе с учётом (6) можно получить выражения для перемещений  $u_l^*$  и напряжений  $\sigma_{lm}^*$  в массиве ( $l, m = r, \theta, \eta$ ) как функции от  $\Phi_j$  (\* означает, что данные компоненты найдены при решении периодической задачи).

При дозвуковой скорости движения нагрузки  $M_s < 1$  ( $m_s > 0$ ), и решения уравнений (7) можно представить в виде

$$\Phi_j = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_{nj} K_n(k_j r) e^{in\theta}, \quad j = 1, 2, 3, \quad (8)$$

где  $K_n(k_j r)$  – функции Макдональда,  $k_j = m_j \xi$ ;  $a_{nj}$  – неизвестные коэффициенты, подлежащие определению.

Для определения коэффициентов  $a_{nj}$  воспользуемся граничными условиями (1) переписанными для  $\sigma_{nj}^*$  с учётом (5). Приравняв коэффициенты рядов Фурье-Бесселя при  $e^{in\theta}$ , получим бесконечную систему линейных алгебраических уравнений, решение которой позволяет определить реакцию массива на движущуюся периодическую нагрузку.

Зная решение для периодической нагрузки, реакцию массива на движущуюся с постоянной скоростью аperiodическую (локальную) нагрузку вида  $P(\theta, \eta) = p(\theta) p(\eta)$  (характерного для транспортных средств) можно найти при помощи суперпозиции, используя представление нагрузки и компонент НДС массива в виде интегралов Фурье

$$P(\theta, \eta) = p(\theta)p(\eta) = p(\theta) \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} p^*(\xi) e^{i\xi\eta} d\xi, \quad p^*(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} p(\eta) e^{-i\xi\eta} d\eta;$$

$$u_l(r, \theta, \eta) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u_l^*(r, \theta, \xi) p^*(\xi) e^{i\xi\eta} d\xi, \quad \sigma_{lm}(r, \theta, \eta) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{lm}^*(r, \theta, \xi) p^*(\xi) e^{i\xi\eta} d\xi.$$

Окончательное решение будет зависеть от конкретного вида движущейся нагрузки.

**2. Численные эксперименты.** Определим толщину динамически активного слоя вокруг заглубленного тоннеля радиусом  $R=1\text{ м}$  в массиве алевrolита ( $\lambda=1,688 \cdot 10^3$  МПа,  $\mu=2,532 \cdot 10^3$  МПа,  $\rho=2,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) и массиве насыпных грунтов ( $\lambda=1,560 \cdot 10^3$  МПа,  $\mu=1,094 \cdot 10^3$  МПа,  $\rho=1,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>) [3], при воздействии движущейся со скоростью  $c=100\text{ м/с}$  транспортной нагрузки давления интенсивностью  $P^\circ$ , равномерно распределённой по нижней половине поверхности выработки в интервале  $|h| \leq 0,2R$ .

На рисунке 1 изображены эпюры радиальных перемещений  $u_r^\circ = u_r \mu / P^\circ$ , м (а) и радиальных напряжений  $\sigma_{rr}^\circ = \sigma_{rr} / P^\circ$  (б) в окрестности выработки в массиве алевrolита, а на рисунке 2 – аналогичные эпюры в массиве насыпных грунтов.

Из анализа результатов следует, что при удалении от выработки происходит быстрое затухание компонент НДС массива пород. На расстоянии двух радиусов от выработки ( $r = 2\text{ м}$ ) максимальное перемещение становится в десять раз меньше, а экстремальное радиальное напряжение – в тридцать раз меньше, чем на контуре выработки ( $r = 1\text{ м}$ ).

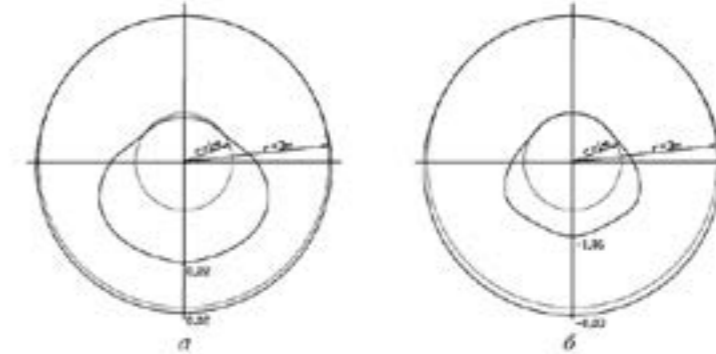


Рисунок 1 – Эпюры радиальных перемещений  $u_r^\circ$  (а) и радиальных напряжений  $\sigma_{rr}^\circ$  (б) в массиве алевrolита

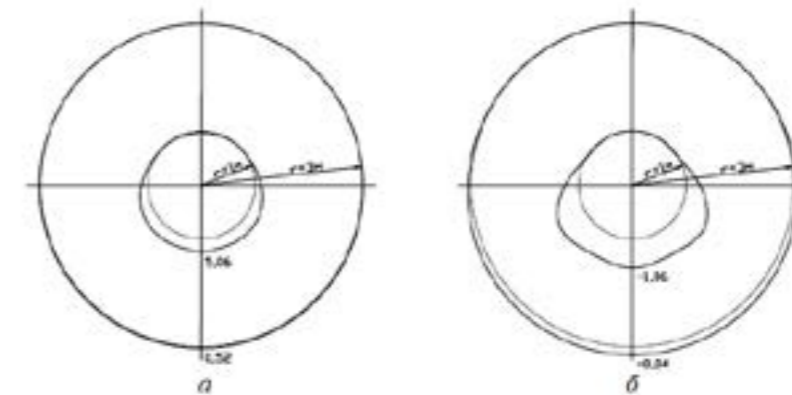


Рисунок 2 – Эпюры радиальных перемещений  $u_r^\circ$  (а) и радиальных напряжений  $\sigma_{rr}^\circ$  (б) в массиве насыпных грунтов

Если принять, что динамическое воздействие транспортной нагрузки на массив будет несущественным при значениях перемещений и напряжений составляющих пять процентов от их экстремальных величин на контуре выработки, то, как показали расчёты, наибольшая толщина динамически активного слоя, окружающего выработку, составит около трёх её радиусов.

- 1 **Новацкий, В.** Теория упругости. – М. : Мир, 1975. – 872 с.
- 2 **Ержанов, Ж. С., Айталиев, Ш. М., Алексеева, Л. А.** Динамика тоннелей и подземных трубопроводов. – Алма-Ата : Наука, 1989. – 240 с.
- 3 **Булычев Н. С.** Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М. : Недра, 1989. – 270 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*V. N. Ukrainets, S. R. Girnis, D. A. Aligozhina, A. H. Zhakiyanova, Y. Toktarbekov*  
**Терең орналасқан тоннеліне көлік жүктеме әрекетінен жыныс массивтің динамикалы белсенді қабаты**

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
 Материал 01.06.15 баспаға түсті

*V. N. Ukrainets, S. R. Girnis, D. A. Aligozhina, A. H. Zhakiyanova, Y. Toktarbekov*  
**Dynamic activity layer of rock mass at traffic load action on the deep embedding tunnel**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
 Material received on 01.06.15.

*Цилиндр тәріздес қуыстың осі бойымен бір қалыпты жылжитын қуыс бетінде еркін басылған нормаль жүктеменің серпінді кеңістікке әсері туралы есептің шешуін пайдаланып, стационарлық көлік жүктеме әсерінен (тоннель ішіндегі тұрақты жылдамдықпен жылжитын көлік жүктемеден) тереңдеген нығыздалмаған тоннель айналасында жыныс массивтің динамикалы белсенді қабаттың қалыңдығы анықталған. Есеп нәтижелері қазған жер айналасындағы массивтің кернеу деформациялық күйі компоненттердің эюралар түрінде көрсетілген.*

*Using decision of the problem about action on elastic space, uniformly moving along axis of the circular cylindrical cavity arbitrarily attached on its surfaces of the normal load, there is defined the thickness of a dynamically active layer of the rock mass, around deep tunnel at action of stationary load of transport (load from moving with constant velocity intra tunnel transport). The calculation results are presented in the manner of graph component tense-deformed condition of massif ambiences in vicinities of the mining excavation.*

**А. О. Уткелбаева**

магистр, докторант (PhD), Кызылординский государственный университет имени Коркут Ата, г. Кызылорда.

**ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО И ВЛАЖНОСТНОГО ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ БЕТОНА**

*В статье представлены результаты экспериментальных исследований по разработке технологии изготовления бетонов, при термообработке с использованием солнечной энергии. Использование солнечной энергии является перспективным методом тепловой обработки бетонов в условиях сухого жаркого климата, возможности которого еще не исчерпаны. Сегодня необходимы широкие исследования, которые позволили бы развить методы гелиотермообработки, новые разработки и способствовать их внедрению в производство, и особенно важно развить методы гелиотермообработки с использованием промежуточного теплоносителя в закрытых цехах для различных видов бетона.*

*Ключевые слова: Солнечная энергия, гелиотехнология, энергоносители, гелиоколлектор, энергоемкость, гелиотермообработка.*

Жаркая и сухая погода, вносит серьезные осложнения в технологию бетона и вызывает много негативных последствий. Поэтому блокирование деструктивных процессов, возникающих при протекании пластической усадки бетона, вследствие интенсивного обезвоживания в условиях сухой жаркой погоды, достигается эффективным уходом за бетоном.

Известно, что наибольшее влияние на формирование структуры бетона оказывает начальный период его твердения, при котором интенсивно протекают различные физико-химические и физические процессы [1]. Влиянию обезвоживания бетона, точнее суточных влагопотерь и связанной с ним величины пластической усадки на формирование структуры и прочность бетона посвящены многие работы. Анализ этих работ показал, что основными критериями формирования структуры бетона при твердении в условиях повышенных температур и пониженной относительной влажности окружающей среды, исследователями принимались величины и характер протекания таких физических процессов, как тепловое расширение бетона, его пластическая усадка и величина влагопотерь.

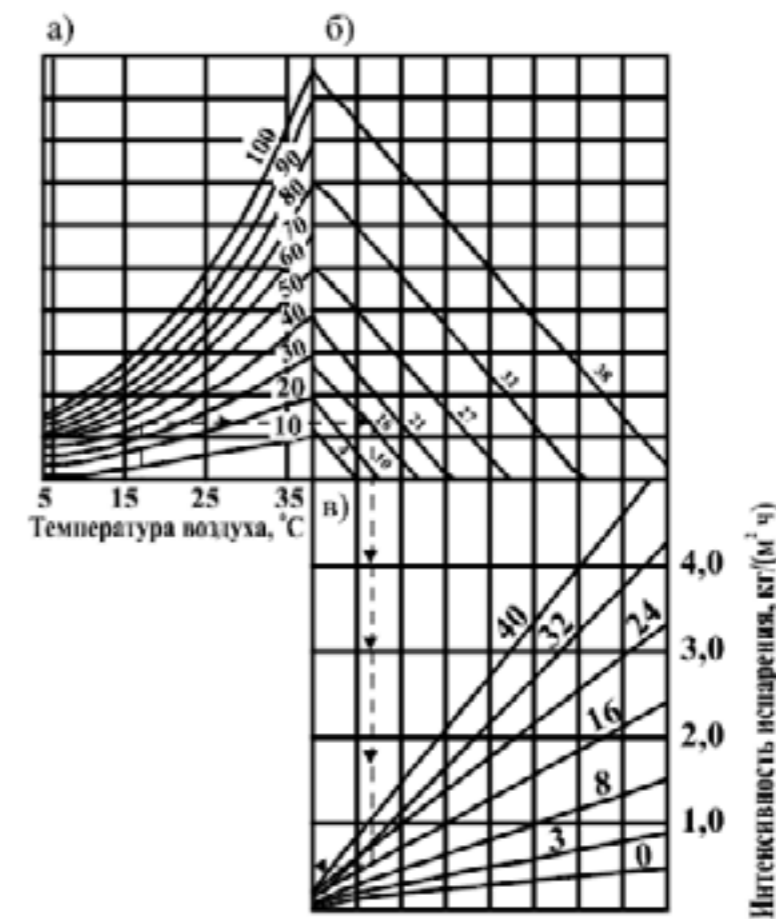
Особое место среди физических процессов, происходящих в свежееуложенном бетоне при гелиотермообработке занимает его обезвоживание. При нарушении технологии гелиотермообработки или неправильно ухоженный бетон в жаркую сухую погоду в течение первых суток теряет до 50-70 % воды затворения, при этом основная ее часть удаляется из бетона в первые 6-7 часов твердения.

Конечный период характеризуется падением интенсивности испарения, которое наступает при определенной влажности бетона. При этом массообмен с внешней средой лимитируется процессом внутреннего массопереноса, происходит углубление зоны испарения и обезвоживания бетона от периферии к центру. Во многих

работах установлено, что влагопотери из свежесушеного бетона, твердеющего в условиях сухой жаркой погоды, определяются двумя группами факторов. К первой группе относятся такие факторы как вид, минералогический состав цемента, вид и характеристика заполнителей, состав бетона, размеры изделий, а ко второй – температура, относительная влажность воздуха, интенсивность солнечной радиации, сила и направление ветра, атмосферные осадки, а также принятый способ и режим ухода за бетоном. Имеются многочисленные литературные данные, характеризующие влияние параметров внешней среды на потери влаги из свежесушеного бетона. В соответствии с рисунком 1 [3] приводятся номограммы позволяющие оценить интенсивность обезвоживания бетона по следующим исходным параметрам: температуре бетонной смеси, температуре окружающей среды, относительной влажности воздуха и скорости ветра.

Интенсивное испарение влаги из свежесушеного бетона приводит к значительной по величине пластической усадке, которая представляет собой в условиях жаркой и сухой погоды физический деструктивный процесс, нарушающий формирующуюся структуру бетона, значительно ухудшающий физико-механические свойства, и одну из причин раннего растрескивания твердеющего бетона. Пластическая усадка бетона и раствора обуславливается как испарением влаги, так и реологическими свойствами материала. Изучая растрескивание бетонов и растворов от пластической усадки, они подтвердили, что основное влияние на него оказывают быстрое испарение воды затворения (чем больше скорость испарения, тем выше скорость протекания усадки).

Исследования процесса тепло- и массообмена в бетонах, твердеющих в различных температурно-влажностных условиях, показали, что чем больше относительная влажность ( $\phi$ ) теплоносителя, т.е пара, тем меньше испаряется влаги из бетона и выше средняя температура образца. Однако эти, казалось бы, несомненные преимущества прогрева в среде с  $\phi=100\%$  приводят к увеличению деструктивных процессов при прогреве свежесушеного бетона в открытых формах, вследствие повышения внутреннего давления паровоздушной смеси, так как движущаяся в направлении холодного торца влага «запирает» содержащийся в бетоне и расширяющийся при прогреве воздух.



а) относительная влажность, %; б) температура бетона, °С;  
в) скорость ветра, км/ч

Рисунок 1 – Влияние температур бетона и воздуха, относительной влажности и скорости ветра на интенсивность испарения влаги с поверхности бетона

Путем изменения параметров  $\tau$  и  $\phi$  можно управлять градиентами температуры и влагосодержания, определяющих результирующий поток влаги в бетоне в требуемом направлении, благодаря чему представляется возможным выравнивать поле влагосодержания по длине образца, т.е. уменьшить величину и крутизну «волны». При конвективном теплоподводе начальный прогрев бетона целесообразно проводить в среде с пониженной влажностью  $\phi$ , а затем с целью устранения обезвоживания бетона поднимать  $\phi$  среды до 100 %.

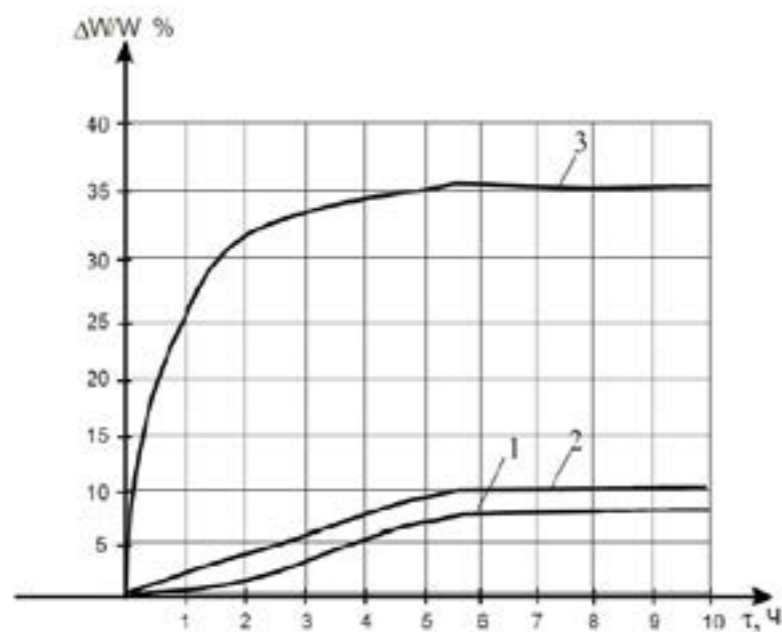
Прочность бетона на сжатие и растяжение при изгибе, претерпевших только в течение 2,5-3 часов твердения в условиях жаркой сухой погоды значительную пластическую усадку, а затем 28 суток твердевших в нормальных условиях, снижается на 30-50 % (при практически неизменной степени гидратации цемента), водонепроницаемость уменьшается в 3-10 раз, существенно снижается морозостойкость бетона. Изучение структуры бетонов микроскопическим



методом (выдержанных в естественных условиях) в суточном возрасте показало, что внутри образцов есть разрывы и трещины, хотя на их поверхности ничего подобного обнаружено не было. Трещины достигали длины 6-8 мм и ширины до 0,4мм и проходят как по растворной части, так и по контакту с заполнителем [2].

Характер кривых влагопотерь из бетона (рисунок 2) в исследованиях в условиях сухой жаркой погоды в течение 6 ч при  $t=36^{\circ}\text{C}$   $\varphi=23\%$  Кызылординской области показал, что при комбинированной гелиотермообработке бетона, когда прогрев бетона происходит путем совместного использования солнечной и электрической энергии, величина влагопотерь через 6 часов после завершения формирования составляет 4,3 и 7,2% от воды затворения соответственно для вододисперсионного состава ВПС1 и вододисперсионного состава ВПС2. Образец, твердевший в открытой форме без ВПС потерял за 6ч 36,2% воды затворения. Таким образом, проведенные исследования подтвердили эффективность комбинированной гелиотермообработки бетона под пленкообразующим составом, ведь при данном способе гелиотермообработки влагопотери не превысили 8%.

Проблеме влияния величины влагопотерь, интенсивности обезвоживания, пластической на структуру твердеющего бетона в различных температурно-влажностных условиях твердения посвящено довольно большое количество публикаций. Проведенные автором эксперименты также доказывают, что величина влагопотерь при гелиотермообработке и комбинированной гелиотермообработке, которая не сказывается отрицательно на свойствах бетона в суточном возрасте, не должна превышать 10%.



1, 2 – комбинированная гелиотермообработка под ВПС1 ВПС2;

3–гелиоэлектротермо-обработка в открытой форме.

Рисунок 2 – Влияние температуры воздуха на интенсивность испарения влаги бетона

В результате проведенных исследований можно заключить, что гелиотермообработанные с применением пленкообразующих составов бетоны характеризуются в основном: плотной структурой растворной части с хорошим сцеплением крупного и мелкого заполнителя с цементирующей массой и примерно одинаковой дифференциальной макропористостью. Бетоны, твердевшие в естественных условиях сухого жаркого климата без ухода, имеют дефектную структуру. Степень гидратации цемента во всех бетонах, подвергнутых термообработке, довольно высокая и незначительно различается по величине.

Что касается структур бетонов, подвергнутых гелиотермообработке в светопрозрачных камерах с использованием вододисперсионных пленкообразующих составов по мягким режимам со скоростью разогрева 2-4 °С в час до температур 50-60 °С, с условной изотермической выдержкой в течение 5-6 часов при этих температурах и медленным остыванием бетона со скоростью примерно 1 °С в час, то такой режим твердения должен положительно сказываться на формировании структуры бетона и его физико-механических свойствах.

При изучении структуры бетонов применялись тяжелые бетоны (образцы 10x10x10 см) марки 300 (класс В25) состава 1:1,08:2,12 с В/Ц=0,5, ОК=5-6см, приготовленные на портландцементе с минеральными добавками Чимкентского завода марки 400 и известняковом щебне Шетпинского карьера фракции 5-20 мм и кварцевом песке с  $M_{кр}=2,74$ ; также бетоны марки 200 (класс В15) состава 1:2,35:3,48 с В/Ц=0,6, ОК=6-8 см, приготовленный на портландцементе Чимкентского завода марки 400, гранитном щебне фракции 5-20 мм и кварцевом песке с  $M_{кр}=1,88$ .

В задачу исследований входило изучение изменения характера пористости и степени гидратации цементного камня бетона, подвергнутого гелиотермообработке под пленкообразующим составом по сравнению с бетонами, подвергнутыми гелиопрогреву под пленкообразующим составом и электрообогреву под пленкообразующим составом.

В связи с тем, что к моменту проведения исследований РФА исходная смесь растворной части бетона не сохранилась степень гидратации образцов невозможно определить. Было проведено сравнение образцов по гидратации клинкерного минерала алита -  $C_3S$ . С этой целью сканировались рентгеновские спектры образцов. При этом снималась линия фазы алита с  $d=1,76$  Ао. В таблице 1 приведены абсолютные интенсивности линии алита с  $d=1,76$  для каждого из трех образцов бетона.

Таблица 1 – Абсолютные интенсивности линии алита

№ Образца	Условия твердения	Интенсивность линии
1	Гелиотермообработка в светопрозрачной камере под пленкообразующим составом	151
2	Гелиопрогрев под пленкообразующим составом	300
3	Электрообогрев под пленкообразующим составом	117

Видно, что наименьшая интенсивность линии алита 1,76 отмечается в образце 3, подвергнутого электрообогреву под пленкообразующим составом. Несколько выше интенсивность этой линии в образце 1 и самая высокая интенсивность в образце 2. Чем выше интенсивность линии алита на рентгенограмме, тем больше алита содержится в образце, тем меньше его прогидратировало по сравнению с исходным составом. Поэтому можно утверждать, что наибольшая степень гидратации у образцов, подвергнутых электрообогреву под пленкообразующим составом, немного меньше у образцов, твердевших в светопрозрачной камере под пленкообразующим составом и самая низкая у образцов, подвергнутых гелиообогреву под пленкообразующим составом.

Исследование пористости структуры поверхностного слоя образцов бетона осуществлялось микроскопическим анализом. Пористость структуры анализировалась петрографически в шлифах под микроскопом и в аншлифах под бинокулярной лупой.

Для приготовления препаратов от исходных бетонных кубиков размером 10x10x10 см были отрезаны пластины параллельно поверхности бетонирования на глубине 10 мм. Анализ пористости образцов проводился по поверхности среза кубика под бинокулярным микроскопом. Из отрезанной части кубика изготавливался шлиф для исследования в проходящем свете.

Просмотр структуры в прозрачных шлифах при увеличении x40 крат показал плотное облевание цементным камнем мелкого заполнителя. Видимые поры при этом не обнаружены.

Под бинокулярным микроскопом при просмотре аншлифов установлено плотное облевание цементным камнем как мелкого, так и крупного заполнителя бетона. Поры размером <0,5 мм хорошо заметны и подсчитаны по сетке. Крупные поры (> 1-2 мм) также распределены по площади. Результаты подсчета пористости представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты подсчета пористости на аншлифах образцов

№ образца	Условия твердения	Количество мелких пор	Количество крупных пор
1	Гелиотермообработка в светопрозрачной камере под пленкообразующим составом	131	6
2	Гелиообогрев под пленкообразующим составом	91	12
3	Электрообогрев под пленкообразующим составом	186	9

Как видно из данных таблицы, наивысшая пористость оказалась в образцах № 3, подвергнутых электрообогреву, на втором месте величина пористости образцов № 1, твердевших в светопрозрачной камере под пленкообразующим составом, и, наконец, наименьшая у образцов № 2, гелиообогретых под пленкообразующим составом. Однако крупные поры преобладают в бетонах, подвергнутых гелиообогреву под пленкообразующим составом, а наименьшее их

число в бетонах, твердевших в светопрозрачных камерах под пленкообразующим составом, что вероятно связано с мягким режимом тепловой обработки и условиями твердения [4].

В результате проведенных исследований можно заключить, что бетоны, подвергнутые гелиотермообработке в светопрозрачных камерах, гелиообогреву и электрообогреву под пленкообразующим составом, характеризуются в основном плотной структурой растворной части с хорошим сцеплением крупного и мелкого заполнителя с цементирующей массой. Однако бетоны, подвергнутые электрообогреву под пленкообразующим составом и гелиотермообработке под пленкообразующим составом, характеризуются повышенным содержанием в растворной части равномерно распределенных мелких по размеру пор и более высокой степенью гидратации, в отличие от бетонов, подвергнутых гелиообогреву под пленкообразующим составом, которые характеризуются более крупнопористой структурой и более низкой степенью гидратации.

Это в первую очередь обусловлено тем, что комбинированная гелиотермообработка бетона под светопрозрачной крышкой с использованием пленкообразующих составов происходит за счет совместного воздействия трех источников энергии: солнечной, электрической и тепловыделения твердеющего цемента. На формирование структуры бетонных элементов значительно влияет величина температурных градиентов. При прогреве кубов в первые часы твердения происходит вообще без возникновения температурных перепадов по высоте сечения. В этой связи представляло интерес изучение особенностей структуры и основных свойств бетонов, прошедших различные способы КГТО с применением пленкообразующих составов по сравнению с твердевшими в нормальных условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Абдуллаев, М. М.** Ускорение твердения бетона сборных изделий в гелиоформах со светопрозрачными теплоизолирующими покрытиями: Дис... канд. техн. наук. – М., 1983. – 217 с.
- 2 **Быкова, И. В.** Ускоренное твердение бетона за счет использования солнечной энергии и химических добавок //Совершенствование технологии и расчета железобетонных конструкций. – М. : НИИЖБ, 1984. – С. 20-21.
- 3 **Еремин, Н. Ф.** Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. – М. : Высшая школа, 1986. – 279 с.
- 4 **Аруова Л. Б.** Применение солнечной энергии для интенсификации твердения бетона в Республике Казахстан. – Алматы: Ылым, 2003 г. – 143 с.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*A. O. Utkelbayeva*

**Бетонның құрылымы құрылуына температуралық және ылғалдық факторлардың әсері**

Қорқыт Ата атындағы  
Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*A. O. Utkelbayeva*

**The influence of temperature and wetness on the structure of concrete**

The Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda s.  
Material received on 01.06.15.

*Мақалада күн сәулесінің энергиясын пайдаланып термоөңдеу кезінде бетондар дайындау технологиясын зерттеу жөніндегі тәжірибелік зерттеулердің нәтижелері көрсетілген. Күн энергиясын пайдалану құрғақ ыстық климат жағдайларында бетондарды жылумен өңдеудің келешегі үлкен әдісі болып табылады, оның мүмкіндіктері әлі көп. Бүгінгі таңда гелиотермоөңдеу әдістерін, жаңа әзірленімдерді дамытуға және оларды өндіріске енгізуге мүмкіндік беретін ауқымды зерттеулер қажет, және бетондардың әртүрлеріне арналған жабық цехтарда аралық жылу тасымалдағышты пайдалану арқылы гелиотермоөңдеу әдістерін дамыту өте маңызды.*

*The paper presents the results of experimental studies on the development of concrete production technology, with heat treatment using solar energy. Using solar energy is a promising method of thermal treatment of concrete in a hot, dry climate, the capacity of which has not yet been exhausted. Today there is a need in broad investigations that would develop methods of heliothermoprocessing, work out new ones and facilitate their implementation in production, and it is particularly important to develop methods of heliothermoprocessing using intermediate coolant in closed workshops for different types of concrete.*

ӘОЖ 669.97.031:67.08

**Т. Шайхислам<sup>1</sup>, С. Т. Мусаханова<sup>1</sup>, Б. Ч. Кудрышова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистранттар, <sup>2</sup>т.ғ.к., ассоц. профессоры (доцент), С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

**ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕ БЕЛСЕНДІ БЕТОН БҰЙЫМДАРЫН ӨНДІРУ МҮМКІНДІКТЕРІ**

*Бұл мақалада өндіріс қалдықтары негізінде белсенді бетон бұйымдарын өндіру әдістері сипатталады. Жұмыстың өзектілігі осы өндіріс қалдықтары негізінде шығарылатын белсенді бетон құрамының оңтайлы нұсқасын жобалау*

*Кілтті сөздер: өндіріс қалдықтары, бетон бұйымдары, өндіру әдісі, боксит шламы, шикізат.*

Қазіргі кезде әлемнің өркенниетті елдерінде жиналған қалдықтарды пайдаланудың тиімді әдістерін қарастырып, болашақ үшін қалдыксыз өндіріс жобаларын іске асырып жатыр. Қазақстанда әлемдік тәжірибелерді пайдаланып, өндірістік қалдықтардың қоршаған ортаға зияндылығын түрлі сала ғалымдары

мен мамандылары жан-жақты зерттеп, оны тиімді пайдалану жөнінде әр түрлі ұсыныстар мен жобалар қарастыруда. Соның негізгі бағытының бірі - өндіріс қалдықтары негізіндегі түрлі құрылыс материалдарын, белсенді бетон бұйымдарын шығару жөніндегі ғылыми зерттеу жұмысы.

Павлодар қаласындағы алюминий өндірісінің қалдықтарын зерттеп, құрылыс материалдарын, белсенді бетон бұйымдарын өндіруге болатындығын дәлелдеу ерекше маңызды тақырып болып саналады.

Алюминий зауытының глинозем ( $Al_2O_3$ ) өндірісінің қалдығы бокситті сазды үгіп, жуып, құрамындағы қоспасынан сілті ерітіндісін пайдаланып айыру кезінде шығарылатын және өндірістен белгіленген қашықтыққа тасымалданып сақталған шлам үйіндісі. Боксит шламы жалпы маса бойынша 82–83 % ұсақ түйіршіктерден құралған сұры және қоңыр түсті жеңіл сусымалы құм тәрізді қалдық.

Боксит шламы туралы әдебиет деректерінде 2013 жылғы орташа есеп бойынша зауыттан шығарылған боксит шламының мөлшері 92976,1 мың тоннаға жеткен. Есептеулер бойынша 1 т глинозем өндіру үшін 2,6 т боксит кені жұмсалады екен [1, 2]. Боксит атауы ең алғаш осындай тау жынысы табылған Франциядағы жердің атауы.

Жинақталған шлам үйінділерінің ұсақ бос фракциялары жел арқылы және жаңбыр, қар сулары арқылы ауаны және топырақты ластауда. Боксит шламының негізгі ластағыштарына майда сусымалы шлам және құрамында натри сілтісі 5-10 г/л және алюминий оксиді 4-8 г/л араласқан шлам астындағы сулы ерітінді. Бұлар қауіптілігі жағынан 4-классқа жатады.

ТМД елдері бойынша глинозем өндірістерінен шығатын боксит шламын ғалымдар зерттеген. Жазылған ғылыми зерттеулерде темірбетон бұйымдары үшін белсенді аралас тұтқырғыш құрамына 30-50 % боксит шламын қолданған және боксит шламын бетон қоспасына ұсақ толтырғыш ретінде пайдалануға болатындығын ұсынған. Нәтижесінде цемент үнемделетіндігі, шикізат қорын молайту жөніндегі ұсыныстар дәлелденген және белсенділігі төмен сәндірілмеген әкті қолдану арқылы қысуға беріктігі 2,5 МПа-дан төмен емес, тығыздығы 400 кг/м<sup>3</sup> потландцемент негізіндегі конструкциялық-жылуоқшаулағыш газдыбетонның тиімді құрамын әзірлеген [3-6].

Боксит шламын құрылысқа пайдалану әлемдік тәжірибеде әр түрлі себептермен кең таралмаған. Оның негізгі себебі байердің гидромеханикалық технологиясымен өңделген боксит шламы темір оксидімен байытылған және оның құрамында тұтқырғыш минералдар аз болады

Әйтседе осы боксит шламының құрамы мен қасиеттерін жан-жақты зерттеу арқылы белсенді жеңіл бетонның құрамының тиімді нұсқасын анықтау жұмысы қолға алынып отыр. Зерттеу объектісі ретінде Павлодар қаласының алюминий өндірісінің қалдықтары және жергілікті шикізат материалдары тандалды.

Жұмыстың мақсаты жылуоқшаулағыш белсенді бетонның неізгі шикізат құрамына алюминий өндірісінің қалдықтарын енгізу мүмкіндіктері күтілетін сандық, сапалық өзгерістерді бақылау, және шикізат ретінде қолданылатын

өндіріс қалдықтарының минерологиялық, химиялық және түйіршікті құрамын, зерттеу анықтауға бағытталады.

Жұмыстың өзектілігі осы өндіріс қалдықтары негізінде шығарылатын белсенді бетон құрамының оңтайлы нұсқасын жобалау, өнім түрлерінің техникалық сипаттамаларын өндіру әдісін, технологиясын құру, зерттеуге ерекше мән беріледі. Және де жоба бойынша таңдалған, жаңа белсенді бетоннан шығарылатын өнім түрлерінің басқа материал түрлерімен салыстырғандағы ерекшеліктері мен артықшылықтарын жетіспеушіліктері, экологиялық маңыздылығы жан-жақты зерттелетін болады. Жобаланатын белсенді бетон ұяшықты бетондар тобына жататындықтан бұл жөнінде әдебиетке шолудан көптеген теориялық және практикалық деректер келтіруге болады.

Қазіргі құрылыстың қарқынды даму кезеңінде ұяшықты бетондар ең белсенді жылуоқшаулағыш және конструкциялық материал болып саналады. Олар төменгі жылуөткізгіштігімен, жеткілікті механикалық беріктігімен, арзан шикізат қорын пайдаланатындығымен ерекшеленеді. Ұяшықты бетонның негізгі өкілі газды бетон болып саналады. Ең алғаш газды бетон өндірісі опаны пайдалану арқылы 1920 жылы өндірілген. Содан бері өзінің тамаша қасиетімен құрылыс саласында және әлемдік нарықта қолданылып келеді. Бұл материал барлық климаттық жағдайларға жарамды және төзімді болуы. Белсенді бетон құрылымының түзілуі шикізат материалдарын таңдаудан бастап бұйымды кептіріп шығаруға дейінгі барлық есептеу, жобалау технологиялық іс әрекеттердің тиімді құрылуына байланысты.

Ұяшықты бетонның 85 %-ға дейінгі жалпы көлемін орташа диаметрі 1-1,5 мм болатын көп мөлшердегі ұсақ ауа ұяшықтары иеленеді. Бұл – тұтқырғыш, толтырғыш, су және кеуектендіргіш қоспаларды араластырып, пішіндеп, қатайту арқылы алынатын ерекше жеңіл бетон.

Жоғарыдағы әдебиет деректеріне және зерттеу нәтижелерінің мәліметтеріне талдау жасай отырып, болашақ зерттеулерде боксит шламы негізінде жаңа жеңіл бетон құрамының жобасын есептейміз және оның техникалық сипаттамаларын, экономикалық, экологиялық маңыздылығын анықтайтын боламыз

Негізгі шикізат базасы ретінде таңдалған Алюминий өндірісінің қалдығы шлам үйінділерінен алынған үлгілерді университет жанындағы құрылыс зертханасында сынау және зерттеу, дерек көздері мен әдебиеттерге шолу нәтижесінде төмендегі сипаттамалар берілді.

Боксит шламының жалпы сипаттамалары. Зерттелетін шлам Павлодар алюминий зауытының жанында глинозем өндіру барысында шығарылатын сусымалы құм тәрізді қалдықтар. Дерек мәліметтері бойынша глинозем өндірудің электротермалдық, қышқылдық және сілтілік тәсілдері болады. Біздің сынаққа арналған шлам үлгілері жиі қолданылатын Байердің сілтілік әдісімен яғни NaOH натрий гидроксиді сілтісі ерітіндісі арқылы бокситті өңдеу қалдығынан алынған.

Сыртқы түрі бойынша қоңыр және сұры түсті орташа түйіршікті, жеңіл сусымалы құмға ұқсайды. Қоңыр шлам құрамында өлшемі әр түрлі оңай үгілетін кеуекті кесектер кездеседі. Ылғалдылығы 20-30 %. Шынайы тығыздығы 2600-

2800 кг/м<sup>3</sup>. Стандарттық електер жиынтығын қолдану арқылы анықталған құрғақ күйдегі шламы үлгілерінің түйіршікті құрамы 1-кестеде көрсетілген.

Тәжірибе мәліметтері бойынша сұры және қоңыр түсті боксит шламының ірілік модульдері сәйкесінше 1,96 және 2,07. Құрғақ күйдегі сұры және қоңыр түсті боксит шламының үйінді тығыздықтары сәйкесінше 1200 кг/м<sup>3</sup> және 955 кг/м<sup>3</sup>. Бұдан құрғақ күйдегі қоңыр шлам жеңіл болатыны анықталды.

Кесте 2 – Боксит шламының түйіршікті құрамы

Саңылау диаметрі, (мм) көрсетілген електердегі массалық үлес(%) бойынша жеке қалдықтар						
5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14
0,74-4,7	2,23-2,36	18,86-20,9	0,74-0,94	31,13-32,13	27,35-29,85	11,2-14,6

Боксит шламының түсі химиялық минерологиялық құрамына байланысты өзгертіндігі зерттелген. Біздің зерттеудегі қоңыр шлам құрамында 44 %-дан жоғары темір және кремний оксиді және сұры шлам құрамында 49 %-дан жоғары кальций, алюминий оксидері болатыны кестеде көрсетілген.

Шламының химиялық құрамы алғашқы шикізаттың сапасына және өңдеу технологиялық процессінің параметрлеріне байланысты 2 - кестеде берілген.

Кесте 2 – Боксит шламының химиялық құрамы

Боксит шламының атауы	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
	масса бойынша оксидердің %-дық үлесі					
Сұры	40-45	4	23	21	1,75	0,27
Қоңыр	34,9	7,52	17,3	26	1,75	0,27

Боксит шламының фазалық-минерологиялық құрамы екі калцилі силикат, алюминат натри, кальци алюмоферриті және алюмосиликатты қоспалардан құралады. Сонымен қатар белгілі мөлшерде карбонаттар мен гематиттер болады.

Белсенді бетон құрамын зерттеуге және жобалауға байланысты алғашқы тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері бойынша боксит шламын қолдану арқылы тығыздығы 900 – 1200 кг/м<sup>3</sup>, беріктігі 0,4 – 0,6 МПа конструктивтік жеңіл бетон жасауға болатындығы туралы алғашқы болжам ұсынылып отыр.

Тәжірибеде өлшемдері 70×70×70 мм стандарттық газды бетон үлгілері дайындалды. Сынақтан алынған үлгілердің қысуға беріктігі Оникс-2,5 қиратпай сынау аспаптарымен және МС-1000, МП-100 пресс қондырғыларымен өлшенді. Шламның түйіршікті құрамын анықтауға 0,14–5мм-лік стандарттық електер жинағы қолданылды.

Зертханалық жұмыстың өлшеу нәтижелері стандарттық әдістемелер және нұсқаулар бойынша есептелді. Сынақ нәтижелерінен есептелген бетон компоненттерінің құрамы және үлгілерді сынау көрсеткіштері 5- кестеге түсірілді.

1-суретте осы кестедегі тәжірибеден алынған сандық мәліметтер бойынша әр түрлі сынақ үлгілеріндегі шлам құрамының өзгеруіне байланысты бетонның беріктігі көрсетілген. Алғашқы сынақ нәтижелері бойынша құрылған осы тәуелділік графигіне қарағанда газдыбетон араласпасындағы шламның пайыздық

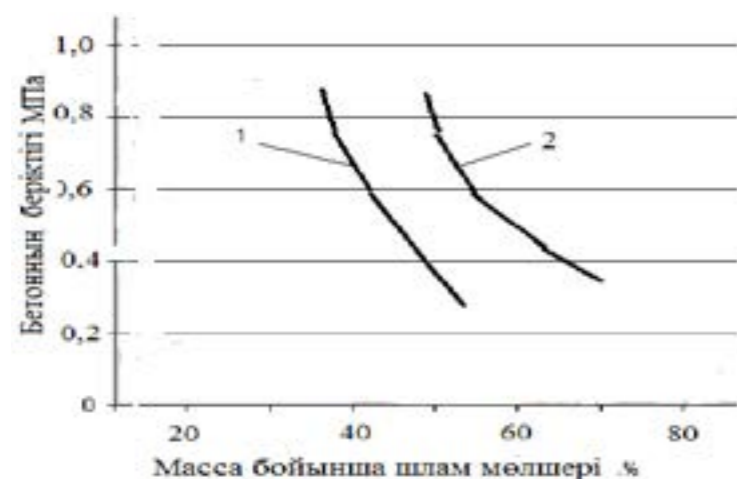


үлесі 50 % – дан көбейгенде бетонның беріктігі 0,2 МПа-ға дейін төмендейтіндігі байқалады.

Кесте 3 – Газдыбетон құрамын есептеу және үлгілерді сынау нәтижелері

Топ, үлгі №	Қабылданған С	Үлгі көлеміндегі компоненттердің масса бойынша %-дық үлесі				Үлгіні сынау көрсеткіштері					
		Цемент	Қоңыр шлам	Су	Al опасы	Үлгі массасы, г	Үлгі көлемі, см <sup>3</sup>	Үлгі тығыздығы, г/см <sup>3</sup>	Үлгі беріктігі, R <sub>c</sub> (МПа)		
									Бүлдірмеу әдісі ОНИКС – 2,5	Бүлдіру әдісі Пресс МС 1000	
Қоңыр шлам араласқан бетон											
1	1	50	50	29,6	0,18	340	343	0,91	0,41	0,38	
2	0,75	60	40	30,7	0,15	430	343	1,25	0,63	0,6	
3	1,25	45	55	40	0,1	350	343	1,02	0,35	0,27	
Сұры шлам араласқан бетон											
1	1,33	40	60	34,2	0,19	410	343	1,2	0,54	0,5	
2	1,23	50	50	30,7	0,23	400	343	1,16	0,72	0,7	
3	0,5	30	70	30	0,25	380	294	1,29	0,33	0,3	

Мақалада жетілдірілген технологиялық әдістерді қолдану жолымен көп құрамды бетондар алудың мәселелері қарастырылады.



1 – қоңыр боксит шлам; 2 – сұры боксит шлам

Сурет 1 – Сынақ үлгісіндегі шлам қоспасының үлгінің беріктігіне тәуелділігі

Сонымен соңғы сынақтарда шламның беттік белсенділігін арттыру мақсатында оны механикалық тәсілмен ұсақтап електен өткізу жұмыстары жүргізілді. Нәтижесінде боксит шламының түйіршікті құрамы 2,5мм-ден

0,63 мм-ге дейін төмендеді, тығыздығы жоғарылады. Бірақ бетон қоспасына қолдану сынақ жұмыстары кезінде бетонның кеуектену процессі төмендеп, сұры шлам араласқан бетонның беріктігі жоғарылайтындығы байқалды.

Жағарыда істелген алғашқы зерттеу жұмыстарында кездескен және анықталған олқылықтар мен ақауларға талдау жасай отырып келесі зерттеулерде төмендегі жұмыстар есепке алынады:

- стандарттық талапқа сәйкес беріктігі жоғары тұтқырғыш компонентті таңдау, зерттеу;
- толтырғыш құрамындағы кремнеземнің үлесін жоғарылату;
- бетон араласпасының біркелкі кеуектенуін қамтамасыз етуге байланысты әдістер қарастыру;
- қалыпқа салынған бетон үлгісін қалыптан алу және ылғалды жылумен баптау тәртібін анықтау;

Зерттеу тақырыбының қорытындысына келсек, бетон қоспасына сұры шламды қолдану қоңыр шламмен салыстырғанда тиімдірек және осы құрам бойынша конструкциялық-жылуоқшаулағыш бетон бұйымдарын дайындауға болады. Осындай зерттеу нәтижелері іске асырылса, қазіргі уақытта өндірісті елді мекендердегі жинақталған қалдықтар азайды және қоршаған ортаның тазалығының жақсаруына, ғимараттарды жылытуға жұмсалатын жылу шығынының үнемделуіне, әрі құрылыс материалдары өндірісі үшін арзан шикізат қорының кеңеюіне әсер етеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Торпищев, Ш. К., Кудрышова, Б. Ч., Билалов, М. А.** Бетоны высокой стойкости при комплексном воздействии солевых растворов и отрицательных температур / Вестник Сибирской государственной автомобильно – дорожной академии (СибАДИ). – Научный журнал. – выпуск № 1. – Омск : изд-во «ЛЕО», 2004. С. 227 – 228.
- 2 **Бурлов, Ю. А.** Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона и способ получения ячеистобетонных изделий (Патент № 2274627) Журнал Строительные материалы, оборудование XXI века. – 12 (179) 2013. – С. 50 – 51
- 3 **Торпищев, Ш. К., Кудрышова, Б. Ч. и др.** Вяжущее. Бюл. № 12 Комитета по правом интеллектуальной собственности Министерства юстиций Республики Казакстан. Описание изобретения к инновационному патенту № 21929. – Астана, 2009. – С. 1–5.
- 4 **Волженский, А. В.** Изготовление изделий из неавтоклавнога газобетона / А. В. Волженский // Строительные материалы. – 1993. – № 8. – С. 12-13.
- 5 **Баженов, Ю. М.** Новому веку новые эффективные бетоны и технологии // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. – № 1. – С.12–13.
- 6 **Чернышов, Е. М.** Эффективность применения ячеистых бетонов в жилищном строительстве // ПГС. – 2002. – № 3. – С. 29 – 32.

Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*Т. Шайхислам, С. Т. Мусаханова, Б. Ч. Кудрышова*

**Методы производства активных бетонных изделий на основе производственных отходов**

Павлодарский государственный университет  
имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті

*T. Shaikhislam, S. T. Musakhanova, B. Ch. Kudryshova*

**The methods of the active concrete items production from industrial waste**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*В данной статье рассматриваются методы производства активных бетонных изделий на основе производственных отходов. Актуальностью работы является оптимальный вариант проектирования производства активного бетонного состава на основе производственных отходов.*

*This article discusses the methods of active concrete items production from industrial waste. The research presents the best option for designing the production of the active concrete composition from industrial waste.*

УДК 681.5.001.63

**С. А. Шакуров<sup>1</sup>, С. А. Мендыбаев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>магистрант; <sup>2</sup>к.т.н, профессор, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар

**НАДЕЖНОСТЬ – КАК ВАЖНЕЙШЕЕ КАЧЕСТВО ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АСУТП**

*В данной статье предлагается проект создания локальной или автоматизированной системы управления технологических процессов объекта или совокупности таких объектов, с целью повышения качества АСУ ТП.*

*Ключевые слова: надежность, качество, проект, локальная система, автоматизированная система, промышленные предприятия, технологический процесс.*

**Проектирование и разработка АСУ ТП**

Проектирование и разработка АСУ ТП – это процесс, ориентированный на повышение производительности работы промышленных предприятий и качества изготавливаемой продукции. Более того, автоматизированная система управления технологическими процессами позволяет обеспечить принципиально новое качество администрирования производственных процессов, что особенно актуально для любого современного предприятия. В особенности АСУ ТП необходима тогда, когда технологические процессы, используемые в организации, отличаются сложностью и недопустимостью сбоев, которые могут повлечь существенные материальные убытки.

Грамотное проектирование АСУ ТП минимизирует вероятность воздействия человеческого фактора на работу и как следствие на качество производимой продукции.

Компании, которые имеют необходимый инженерный ресурс для предоставления услуг в сфере проектирования АСУ ТП:

- проектирование АСУ ТП. Разработка систем АСУ ТП;
- поставки оборудования для систем управления (АСУ ТП).

В результате проектирования АСУ ТП заказчик получает готовую инфраструктуру АСУ ТП для своего объекта.

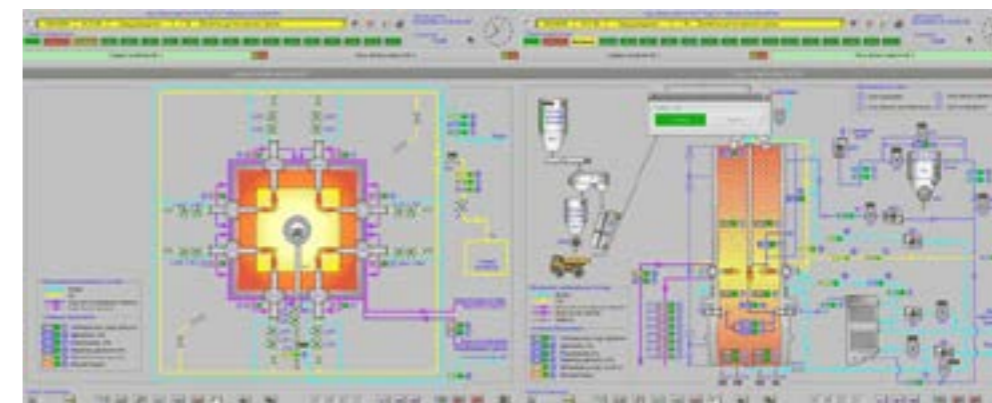


Рисунок 1 – Готовая инфраструктура АСУ ТП

Результатом проектирования АСУ ТП является полностью готовая инфраструктура АСУ ТП, которая максимально адаптирована к объекту заказчика.

2 Надежность – как требование стандартизации при проектировании АСУ ТП

Современные способы проектирования АСУ ТП основываются на строгом соответствии требованиям стандартизации, касающимся:

- надежности;
- бесперебойности;
- функциональности;
- удобства и простоты использования [2, 3 с.].

Важнейшее качество – надежность – в ходе проектирования АСУ ТП достигается за счет применения внутренних подсистем диагностики, а также благодаря внедрению систем мониторинга и стандартизации. С другой стороны, грамотного проектирования, для того чтобы построить эффективную инфраструктуру АСУ ТП, не всегда достаточно. Для достижения оптимальных результатов при реализации столь масштабных проектов необходимо использовать высококачественное современное оборудование от надежных, проверенных временем производителей.

После завершения процессов проектирования следует монтаж и пусконаладка систем. На всех этапах, от проектирования до ввода в эксплуатацию, важны вопросы качества и технического соответствия систем современным требованиям [2, 25 с.].

Целью проектирования автоматизированной системы управления на промышленном предприятии является создание проекта локальной или автоматизированной системы управления технологических процессов объекта или совокупности таких объектов.

К основным задачам, решаемым в процессе проектирования АСУ, относятся следующие задачи.

- анализ объекта автоматизации и формулирование технических требований к системе;
- определение рационального уровня автоматизации, определение структуры системы контроля и управления автоматизируемого процесса;
- выбор и обоснование методов контроля, регулирования и управления технологическими процессами, прогнозирования и диагностирования;
- выбор комплекса технических средств автоматизации;
- оптимальное размещение средств автоматизации на технологическом оборудовании, по месту, на щитах и пультах в постах управления;
- обеспечение эффективности методов монтажа технических средств автоматизированных систем управления и линий связи;
- подготовка технологической и эксплуатационной документации;
- обеспечение открытости автоматизированной системы управления.

На требования к процессу проектирования и внедрения в производство автоматизированных систем управления промышленных объектов, как специфического класса технических систем, влияют следующие особенности этих систем:

- физическая разнородность как объектов управления, так и устройств и элементов, входящих в автоматизированные системы управления;
- непрерывный динамический процесс функционирования как объектов управления, так и автоматизированных систем управления;
- многокритериальность условий функционирования и работоспособности, при этом многие критерии противоречивы, например, устойчивость и точность, надежность и массогабаритные характеристики и др.;
- неопределенность задаваемых параметров и возмущающих воздействий, определяемая наличием не только внешних, но и внутренних воздействий, нестационарность во времени параметров устройств и элементов систем управления;
- наличие нескольких контуров управления, многомерность систем управления [2, 88 с.].

Эффективное решение проблем, возникающих в процессе проектирования, невозможно без прогнозирования и моделирования автоматизируемых и проектируемых объектов, разработки прогрессивных средств и методов проектирования, анализа прогнозов развития автоматизируемых технологических процессов и технических средств автоматизации. Решить эти задачи можно путем использования унифицированных проектных решений, совершенствования нормативной базы проектирования и системы

оценочных показателей качества проектных решений, совершенствования организации и управления процессом проектирования.

Одним из определяющих факторов повышения качества и эффективности проектов автоматизированных систем управления в условиях совершенствования процесса проектирования и широкого использования систем автоматизации проектирования является развитие нормативного обеспечения. Нормативно-технические документы, входящие в состав нормативного обеспечения процесса проектирования систем автоматизации, представляют собой комплекс норм, правил, требований, обязательных для выполнения, разработанные в установленном порядке и утвержденные соответствующими органами. К таким документам относятся документы государственной системы стандартизации (ГОСТ, ОСТ, СТБ) и документы, содержащие наряду с обязательными требованиями рекомендательные, допускающие возможные решения в зависимости от конкретных условий и сопутствующих факторов (СНиП, РД, МУ). Такие документы широко используются в процессе проектирования автоматизированных систем управления [3, 35 с.].

На всех стадиях и этапах проектирования АСУ ТП проектировщики должны руководствоваться государственными стандартами Единой системы стандартов автоматизированных систем управления (ЕСС АСУ). Система ЕСС АСУ представляет собой комплекс взаимосвязанных ГОСТ, устанавливающих термины и определения, виды и состав, правила и методы разработки, приемки и эксплуатации, требования к АСУ в целом и составным частям, требования к технической документации [1, 2 с.].



Рисунок 2 – Системная плата Единой системы стандартов автоматизированных систем управления

Стандарты устанавливают следующие четыре стадии разработки проектов АСУ ТП:

- технико-экономическое обоснование (ТЭО);
- техническое задание (ТЗ);
- технический проект (ТП);
- рабочая документация (РД).



Вместо стадий ТП и РД допускается разработка АСУ ТП в одну стадию «Технорабочий проект» (ТРП). Стадию ТРП выполняют в случаях использования типовых проектов АСУ ТП или при повторном применении экономических индивидуальных проектов [4, 30 с.].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 24.701-86 ЕСС АСУ. Надежность АСУ. Основные положения.
- 2 Надежность технических систем: Справочник под ред. Ушакова И. А. – М. : Радио и связь, 2005. – 608 с.
- 3 Проблемы надежности АСУ ТП и пути ее решения. Проблемы комплексной автоматизации. Сборник научных трудов ЦНИИКА. – М. : Энергоатомиздат, 2008. – 112 с.
- 4 Ястребенецкий М. А., Иванова Г. М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. – М. : Энергоатомиздат, 2004. – С.84.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*S. A. Shakurov, S. A. Mendybayev*

**Сенімділік – АСУ ТП жобалау кезіндегі аса маңызды сапа**

С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.  
Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*S. A. Shakurov, S. A. Mendybayev*

**Reliability – as the most important quality assurance in design of ICS EP**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*Аталған мақалада локальдық немесе АСУ ТП сапасын арттыру мақсатында объектілердің автоматтандырылған басқару жүйелерінің технологиялық үрдістерінің жобасын құру жөнінде ұсынады.*

*This paper proposes a project for creating a local or an industrial control system in engineering processes of an object or a set of objects with the aim at improving the quality of ICS EP.*

УДК 669.71

**Д. И Шандыба<sup>1</sup>, А. И. Денчик<sup>2</sup>, Ж. М. Ыксан<sup>3</sup>, А. А. Ткачук<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>студент; <sup>2</sup>к.т.н., профессор; <sup>3</sup>к.т.н., асс. профессор (доцент); <sup>4</sup>ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СЛИТКА**

*В настоящей статье исследуется проблема формирования рельефа поверхности при затвердевании заготовки, а также влияние факторов окружающей среды на дефекты получаемые при контроле качества.*

*Ключевые слова: рельеф, алюминий, заготовка, контроль качества.*

В условиях АО «Казахстанский электролизный завод», г. Павлодар в процессе производства алюминия периодически формируются дефекты поверхности алюминиевых слитков, что является весьма негативным явлением реализуемого технологического процесса.



Рисунок 1 – Дефекты алюминиевого слитка

Не вдаваясь в подробности происходящих при этом физических процессов рассмотрим особенности разработки математической модели формирования рельефа поверхности алюминиевого слитка в произвольном его сечении.

С целью решения поставленной задачи введем следующие обозначения.

ПТ – плавающая точка (контур поверхности).

ТЖ – температура жидкого металла в точке ПТ.

ТМ – температура твердого металла в точке ПТ.

$V_x$  – вектор скорости (ПТ) горизонтальный, интегральный тепловой поток охлаждения.

$V_y$  – вектор скорости (ПТ) вертикальный.

$Q_o$  – интегральный тепловой поток охлаждения в плавающей точке (ПТ).

$Q_n$  – интегральный тепловой поток нагрева в плавающей точке (ПТ).



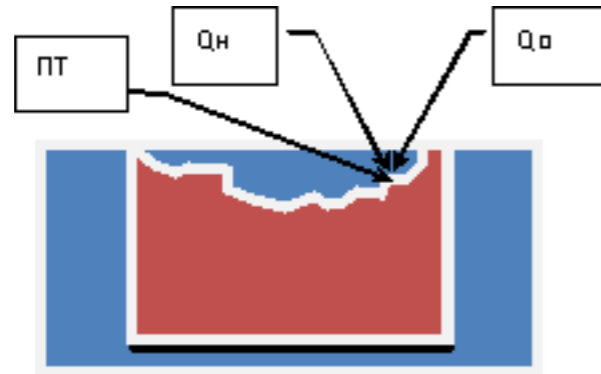


Рисунок 2 – Произвольное сечение алюминиевого слитка при затвердевании в форме

1 С учетом принятых обозначений запишем:

Условие роста вертикальной стенки.

$$Q_o \leq Q_n$$

$$T_{ж} > T_{пл}$$

$$T_{т} = T_{пл}$$

$$V_y = \max$$

$$V_x = \min$$

2 Условие роста горизонтальной стенки.

$$Q_o > Q_n$$

$$T_{ж} = T_{пл} \text{ вблизи точки ПТ на поверхности.}$$

$$T_{т} < T_{пл}$$

$$V_y = \min$$

$$V_x = \max$$

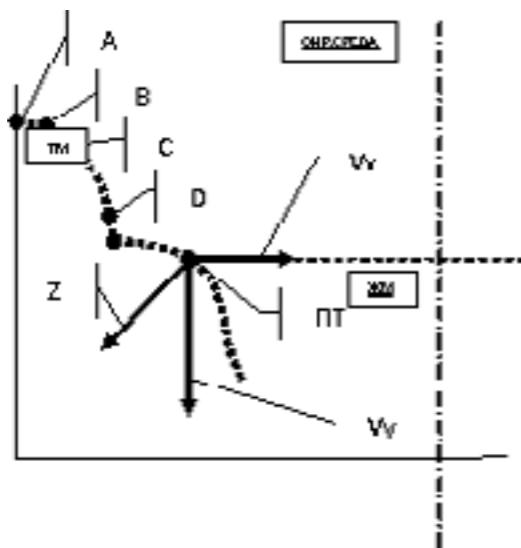


Рисунок 3 – Формирование рельефа поверхности алюминиевого слитка – чушки при затвердивании в форме

Особенности процессов в точке (ПТ) определяются индивидуальностью пространственных температурных полей:

$$\text{Окружающей среды} - T_{oc} = f(x, y, z, \tau)$$

$$\text{Жидкого металла} - T_{жм} = f(x, y, z, \tau)$$

$$\text{Твердого металла} - T_{тм} = f(x, y, z, \tau)$$

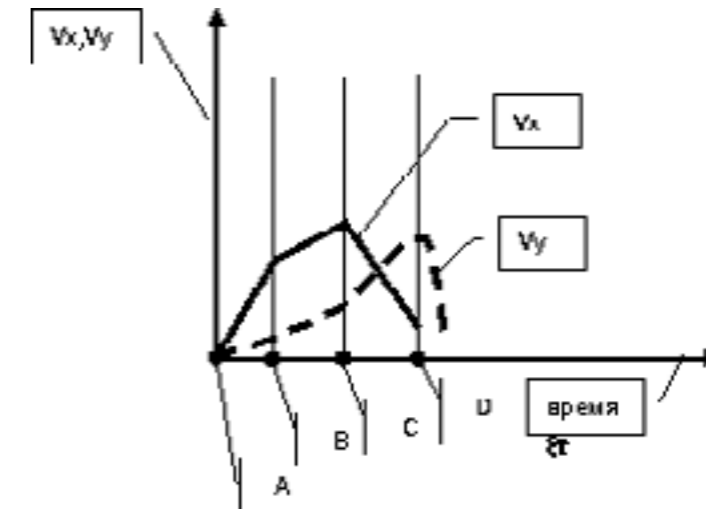


Рисунок 4 – Изменение  $V_x, V_y$  при затвердевании алюминиевого слитка

Значит

$$V_x, V_y = f(T_{oc}) = f(x, y, z), T_{жм} = f(x, y, z), T_{тм} = f(x, y, z), T_{пл}, \tau, \xi_{ЖМ}, \xi_{ТМ}]$$

где  $\tau$  – время,  $\xi_{ЖМ}$  – усадка ЖМ,  $\xi_{ТМ}$  – усадка ТМ

Или

$$V_x, V_y = f[T_{oc}, T_{жм}, T_{тм}, T_{пл}, \tau, \xi_{ЖМ}, \xi_{ТМ}]$$

Отметим, что рассматриваемый подход несколько уточняет существующее на сегодняшний день объяснение формирования усадочной раковины отливок с гладким дном с одной стороны и позволяет понять кинетику формирования поверхности усадочной раковины с дефектами волнистости с другой стороны.

Материал поступил в редакцию 01.06.15.

Д. И. Шандыба, А. И. Денчик, Ж. М. Ыксан, А. А. Ткачук

Алюминий құймасының бетіндегі бедерін қалыптастыру

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*D. I. Shandyba, A. I. Denchik, Zh. M. Yksan, A. A. Tkachuk*

**Formation of the aluminium ingot's surface relief**

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar.

Material received on 01.06.15.

*Бұл мақалада дайындаманың қатуы кезіндегі беттегі бедерін қалыптастыру, сонымен қатар сапаны бақылау кезіндегі алынған қоршаған ортада ақауларға ықпалын тигізетін факторлар жөнінде мәселелер зерттеледі?*

*This article studies the problem of a surface relief formation during the ingot's solidification and the impact of environmental factors on the defects resulting from the quality control.*

УДК 669.162.8

**Ж. Шошай<sup>1</sup>, А. Қ. Жүнісов<sup>2</sup>, Н. Қ. Құлымбаев<sup>3</sup>**

магистр, аға оқытушы; т.ғ.к., доцент; магистр, доцент, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

**ЖОҒАРЫ ТЕМІРЛІ БОЛАТ БАЛҚЫТУ ӨНДІРІСІНІҢ ҚОЖДАРЫНАН ШОЙЫН АЛУДЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ**

*Бұл мақалада авторлармен жасалған балқыту пешінің моделінде KSP «Steel» ЖШС болат балқыту зауытының жоғары темірлі қождарынан шойын алудың зертханалық нәтижелері келтірілген.*

*Кілтті сөздер: Көміртекті тотықсыздандырғыш, кокс, шойын, шикіқұрам, қож.*

Қазіргі уақытта металлургиялық зауыттарда үлкен көлемде кондициялық емес шикізат жиналуда. Мұндай кондициялық емес шикізатқа әртүрлі шандар, сонымен қатар металлургиялық қождар жатады. ТМД-ның көптеген металлургиялық зауыттарында қождарды құрылыс материалдары ретінде, тастак және т.б. қолданады. KSP «Steel» (Павлодар қ.) ЖШС болатбалқыту зауытында, қалдықтарды залалсыздандыру бойынша мәселе шешімін таппаған және бұл өзекті мәселе болып отыр [1]. Зауытта үлкен көлемде металлургиялық қождар жиналады, сонымен қатар мұндағы темір оксидінің мөлшері 28-35 % құрайды. Бұл қождарға ғылыми қызығушылықтардың туындауы ондағы темір оксидінің көп мөлшерде болуы. Осы ғылыми сұрақтарға байланысты зерттеудің бірінші кезеңінде біз шойын алуға сынамаларды өткізу үшін KSP «Steel» ЖШС № 2 цехының металлургиялық қождардың сынамасы алынды. 1 – кестеде қождардың химиялық құрамы көрсетілген.

Кесте 1 – Болатбалқыту қождарының химиялық құрамы, %

FeO	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	S	P
34,9	12,6	4,5	4,0	2,9	27,9	0,12	0,26

Балқыту С. Торайғыров атындағы ПМУ «Металлургия» кафедрасының арнайы зертханасында тік орналасқан индукторлы индукциялық пеште жүргізілді. Сынамаларды жүргізуде болатбалқыту өндірісінің қожынан құралған шикіқұрамды пайдаландық, тотықсыздандырғыш ретінде Шұбаркөл көмірі қолданылды. Есептелген шикіқұрам графитті тигельге, содан кейін пешке салынды. Балқыту үрдісінде пештің қуаты жетіспей тұрғаны байқалды. Бұл индукциялық пеш түсті металдарды балқыту үшін арналған, сол себепті пештің қуатының аздығынан үрдіс қиын балқытын қождардың түзілуімен сипатталды. Тигельден металды шығарғанда қож суық және созыңқы болды. Индукциялық пеш максималды қуатында жұмыс істей алмады, сондықтан балқыту үрдісі 60 минуттан кейін тоқтатылды. Пеш қызып, индуктордың шегенінде тік жарықтар пайда болды.

Бірақ, техникалық ақаулардың болуына қарамастан шикіқұрам массасының жалпы салмағынан 18 % мөлшерін құрайтын шойын алынды. Түзілген қожда көп мөлшерде металдың қиыршықтары (вкрапления, корольки) байқалды.



Сурет 1 – Балқыту пеші

Бірінші тәжірибені өткізгеннен кейін, балқыту үрдісін өзіміз жасаған балқыту пешінің моделінде балқыту туралы шешім қабылдадық. 1 суретте балқыту пеші көрсетілген.

Тәжірибелік балқытуды жүргізу үрдісінде балқыту отыны ретінде Ресейде жасалған кесек кокс қолданылды, пештің былаушасына жүктелді (түбіне салынып отырды). Коксты пешке жүктер алдында, пешті қыздырып және отынды жағу үшін оттық ретінде тығыз ағаш сынықтары мен ағаш коксы салынып отырды. Содан кейін отынның жануына және былаушаның қызуына байланысты пештің төменгі бөлігінде орналасқан штуцер арқылы сығылған ауа беріліп отырды. Өлшенген шикіқұрам графитті тигельге жүктеп, шикіқұрам құрамында болатбалқыту өндірісінің қожы, аздаған өлшемде отқабыршақ және темірлі құм, қождауыш ретінде далалы шпаты қолданылды. Пештің қызуына байланысты былаушаға аздаған порциямен отын салынып тұрды. Содан кейін былауға графитті тигель

жүктелді. Тигель мен ішкі шеген арасындағы бос орын отынмен толтырылып, пештің қызу шамасына байланысты оттегі беру мөлшерін жоғарлатып отырдық.

Пештің былаушасында температура ВР-1500 термopapa арқылы өлшегенде 1574 °C жоғары болды, сәйкесінше қыздырылған ауаның қысымы өседі де, нәтижесінде бұл үрдіске графитті тигель шыдамайды екен.

Тәжірибені жасау бойынша жұмысты бастар алдында біздің болжамымыз бойынша бұл зерттеу сәтсіз аяқталуы мүмкін деген тұжырым болған. Нәтижесінде тәжірибелерді жасағанда белгілі болғандай біздің болжамымыздың шойынды графитті тигелде алу мүмкін еместігін көрсетті.

Келесі тәжірибелерімізде көміртекті периклаз кірпішінен жасалған тигелді қолдандық. Бұл отқатөзімді материалды доғалы бақыту пештерінде (ДБП) және таратып құю шөмішінде шеген ретінде қолданады. Жасаған тәжірибелеріміз алдындағы тәжірибелеріміз сияқты сәтсіз аяқталды, өйткені тигелді қыздыру үшін 1500 °C жоғары температура қажет еді. Бірақ жоғары темірлі қождан шойынды балқыту бойынша мүмкіндіктеріміздің сәтсіз болуына қарамастан, соңғы тәжірибеде барлық мүмкіндіктерімізді пайдаланып құю өндірісіне жарамды сұр шойын алдық. Осылай жасаған тәжірибелердің қорытындысы бойынша мынадай тұжырымға келдік, зертханалық жағдайда шойынды алуға болады екен. Бірақ бұл үшін балқыту пешінің конструкциясын жетілдіру қажет, осыдан пештің түбі қажетті температураға дейін қызуы керек, бұл шойынды домнада балқытудың шарты.

Біз пештің төменгі бөлігінде температураның аз болу мәселесіне тап болдық. Күйме тұсындағы шикіқұрам қажетті температурада болады, бірақ балқыған металдың көрік аймағына жеткенде шикіқұрамның қабаттары арқылы металдың жылдам сууы байқалады, бұл қождың созылмалығына (қоймалжындығына) әкеледі.

Бұл бір жағынан пешке берілетін ауаның ерекшелігі домнадағы температура 1400 °C болса, ал бізде бөлме температурасында жүргізілуі әсер етуі мүмкін, өкінішке орай бізде зертханада мұндай мүмкіндік жоқ. Екінші жағынан пешті шегендеу үшін пештің шегені және пеш фурмасының конструкциясы қыздырылған кокс қажетті температураны қамтамасыз етпейді, себебі пештің төменгі бөлігінен ауа беріліп тұрды, бұл сонымен қатар толық балқыту үрдісін суытып отырды. Мұндай үрдісте негізінен қожды және металды пештің ағызып ағуөзек (летка) арқылы алу мүмкін болмайды. Домна үрдісінде қожды және шойынды алу мен балқыту үшін температура 1400 °C жоғары болу қажет.

Қазіргі уақытта балқыту пешінің модельдін жетілдіру (реконструкция) бойынша жұмыстар жүргізілуде. Шеген ретінде магнетитті және периклазді отқатөзімді кірпіш қолдану жоспарланып отыр.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

**1 Жиёмбаева, Д. М., Ахметов, А. Б.** Применение техногенных отходов сталеплавильного производства в металлургическом переделе // Сб. докл. по материалам Межд. науч.практ.конф. «Проблемы и перспективы горно-металлургической отрасли: теория и практика». – Караганда, 2013. – С. 327-328.

Материал 01.06.15 баспаға түсті.

*Ж. Шошай, А. К. Жунусов, Н. К. Кулумбаев*

**Лабораторные исследования получения чугуна из высокожелезистых сталеплавильных шлаков**

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар.  
Материал поступил в редакцию 01.06.15.

*Zh. Shoshai, A. K. Zhunusov, N. K. Kulumbaev*

**Laboratory studies on cast iron production from high ferrous steel smelting slag**

S. Torayghyrov Pavlodar State University,  
Pavlodar.  
Material received on 01.06.15.

*В данной статье приводятся результаты лабораторных исследований получения чугуна из высокожелезистых шлаков сталеплавильного завода АО КСП «Steel» на разработанной авторами модели плавильной печи.*

*This article presents the results of laboratory studies on getting cast iron from high ferrous slag of steel smelting plant JSC "KSP Steel" in the smelting furnace model, designed by the authors.*

**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 подписанные 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:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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 женщины 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

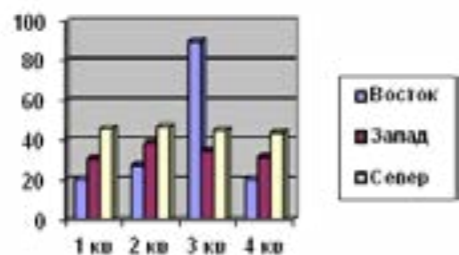


Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

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.

А. Б. Есимова

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 23.06.2015 ж. қол қойылды.  
Форматы 297\*420/2. Кітап-журнал қағазы.  
Көлемі шартты 6,67 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген М. Б. Касенова  
Корректорлар: З. С. Искакова,  
А. Р. Омарова, А. Елемесқызы  
Тапсырыс № 2619

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
67-36-69  
E-mail: kereky@mail.ru