

ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫ ӘКІМДІГІ  
С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ  
«АТАМЕКЕН» ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ КӘСІПКЕРЛЕР ПАЛАТАСЫ  
«ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӨНІНДЕГІ ҚҰЗЫРЕТ ОРТАЛЫҒЫ» КҚ

«ERTYS INVEST 2016»  
АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ФОРУМЫ  
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНВЕСТИЦИОННЫЙ ФОРУМ  
«ERTYS INVEST 2016»  
INTERNATIONAL INVESTMENT FORUM  
«ERTYS INVEST 2016»

«ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК КЕПІЛІ РЕТІНДЕ  
ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ

МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ,  
КАК ЗАЛОГ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ»

PROCEEDINGS  
OF INTERNATIONAL RESEARCH  
AND PRACTICAL CONFERENCE  
«RECYCLING OF INDUSTRIAL WASTE  
AS A GUARANTEE OF ECOLOGICAL SAFETY»

ПАВЛОДАР  
2016

**ӘОЖ 504.622.322(063)**

**КБЖ 20.18**

**Ә 40**

Редакция алқасының бас редакторы:

**Өрсариев А. А.**, с.ғ.д., С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры

Жауапты редактор:

**Ержанов Н. Т.**, б.ғ.д., профессор, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің Ғылыми жұмыс және инновациялар жөніндегі проректоры

Редакция алқасының мүшелері:

**Өмірбек А. Ж., Могилюк С. В., Свицерский А. К.**

Жауапты хатшы:

**Арисланова А. І.**

**Ә40** «Экологиялық қауіпсіздік кепілі ретінде өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференциясының материалдары / «ERTYS INVEST – 2016» атты халықар. инвест. форумы аясында өткізілген. Жауапты ред. Н. Т. Ержанов. – Павлодар: С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2016. – 206 б.

ISBN 978-601-238-656-1

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.

Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 504.622.322(063)

КБЖ 20.18

**С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік  
университетінің ректоры, с.ғ.д., А. Өрсариевтің алғы сөзі**

**Құрметті оқырмандар!**

Баршамызға мәлім, экологиялық қауіпсіздік мәселесі – бүгінгі таңдағы адамзат өркениетінің аса ауқымды мәселелерінің бірі болып отыр. Қазақстан Республикасы үшін де экологиялық қауіпсіздік мәселелері мен жағдайлары бүгінгі таңда маңызды орында. Экологиялық қауіпсіздік – ұлттық қауіпсіздіктің құрамдас бөлігі ретінде мемлекеттің тұрақты дамуының міндетті шарттарының бірі болып табылады.

Елімізде экологиялық қауіпсіздікті және тұрақты экономикалық дамуымызды қамтамасыз ету мақсатымен Қазақстан Республикасының 2004-2015 жылдарға арналған Экологиялық қауіпсіздік концепциясы жарияланған еді. Бұл концепция қабылдағаннан бастап көптеген маңызды өзгерістер болып жатыр. Қоршаған ортаны қорғау заңдылықтар негізі құрылды. Бірқатар халықаралық келісімдерге қол қойылды. Қоршаған ортаны қорғауды басқару жүйесі жасалды. Қазақстан Президенті Н. Ә. Назарбаевтың «Жасыл өсу» жоспарлары мен бағдарламаларын іске асыруда Азия және Тынық мұхит, Еуропа елдеріне серіктестік жәрдемдесу жолындағы «Жасыл көпір» атты Астана бастамасы жүзеге асырылуда. Өкінішке орай, Қазақстанда көптеген жылдар бойы өндірісте табиғи шикізаттарды өндіргенде, қоршаған ортаға зиянды қалдықтарды шығару көп мөлшерде болды. Қазіргі жағдайда өндіріс табиғатқа ең күшті әсер етуші фактор ретінде саналады. Өндірістік іс-әрекеттің нәтижесінде ортада әр түрлі келеңсіз өзгерістер орын алып жатыр. Табиғатты ұтымды пайдаланудың ғылыми білімге негізделетінін жастардың түсінуіне кез келді. Экологиялық тәрбие жастарымыздың – табиғатқа жаңаша көзқарасын қалыптастырып, әр түрлі нысандарда жүргізіліп, жеке тұлғаның эмоциялық сезімдік әлемін қалыптастыруға бағытталып, адамгершілік, жауапкершілік қасиеттерін жетілдіреді.

Осы орайда, университетімізде өткен «Экологиялық қауіпсіздік кепілі ретінде өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу» атты халықаралық ғылыми-тәжірибелік конференцияның ықпалы зор.

«Экологиялық қауіпсіздіктің кепілі ретінде өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеу» атты халықаралық конференцияға қатысушылары экологиялық қауіпсіздік мәселесін өзара талқылап, осы бағытта көптеген маңызды ұсыныстар жасады. Конференция бағдарламасы шеңберінде күрделі экологиялық мәселе – қалдықтарды өңдеу мен тұтыну мәселесін шешудің жолдары қарастырылды. Аталмыш конференцияға қатысушыларының мақалалар жинағы оқырмандарға қызықты және пайдалы болатынына сенімдімін.

«Табиғат – тал бесігім» деген қағиданы мындаған жылдар ұстанған халқым аман-сау болсын, барша қазақстандықтар бай-қуатты болып, экологиялық қауіпсіздік жағдайында ұзақ өмір сүрсін!

**Уважаемые читатели!**

Как показывает мировой опыт, нерешенность экологических проблем и низкий уровень обеспечения собственной экологической безопасности

являлись причиной серьезных политических, социальных и даже вооруженных конфликтов. Поэтому экологическая безопасность является одним из основных стратегических компонентов национальной безопасности Республики Казахстан и важнейшим аспектом государственных приоритетов. Глава государства уделяет особое внимание вопросам охраны окружающей среды и экологической безопасности Казахстана.

Несмотря на достигнутый на данном этапе прогресс в улучшении экологической политики, этому достижению противостоят существующие тенденции в промышленном и сельскохозяйственном производстве. Постоянно увеличивается объем используемых природных ресурсов, все больше производится загрязняющих веществ. Грамотная переработка и утилизация промышленных отходов имеет первостепенное значение, особенно для промышленно развитых регионов, к которым относится и Павлодарская область.

В последнее время казахстанская экономика постепенно отходит от их варварского уничтожения, которое в прошлом наносило огромный ущерб окружающей среде. По мнению многих экспертов, правильно налаженная переработка и обезвреживание промышленных отходов может стать залогом экономического процветания страны. Такой вывод естественным образом вытекает из экономической выгоды этого процесса. Переработка отходов – бурно развивающаяся и перспективная отрасль. Об этом свидетельствуют успехи в этом направлении в западных странах.

Наш университет активно участвует в решении проблем экологической безопасности. В стенах вуза готовят магистрантов в области экологии, переработки промышленных отходов, действует научная школа по данной тематике. Многие ученые вуза работают в этом направлении, защитив кандидатские диссертации, связанные с тематикой экологической безопасности. Работают в этом направлении и аспиранты вуза.

Бесспорно, вопросы утилизации и переработки промышленных отходов без привлечения ученых нельзя. Только в союзе ученых страны с руководителями промышленных предприятий – залог успешного решения экологических проблем. В этом направлении работали участники международной научно-практической конференции «Переработка промышленных отходов, как залог экологической безопасности», которая состоялась на базе нашего университета.

В предлагаемом вашему вниманию сборнике – статьи, подготовленные на основе докладов и презентаций участников конференции. Особенностью этого сборника является то, что авторы статей, представленных в нем, обосновывали предлагаемые пути решения тех или иных экологических проблем на примере деятельности конкретных предприятий с учетом их специфики.

Выражая надежду на углубление сотрудничества промышленных предприятий и ученых университета в решении вопросов экологической безопасности, желаю всем читателям чистого воздуха, экологически здоровых продуктов, крепкого здоровья!

**С. Торайғыров атындағы**  
**ПМУ ректоры, с.ғ.д.**



**А. А. Өрсариев**

## **ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА БРИКЕТНОЙ МАССЫ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ЭКИБАСТУЗСКОГО УГЛЯ**

**АБДРАХМАНОВ Е. С.**

**к.т.н., профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**БЫКОВ П. О.**

**к.т.н., директор Проектного офиса, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**БОГОМОЛОВ А. В.**

**к.т.н., ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

В ходе проведения исследований по теме грантового финансирования Комитета науки МОН РК «Получение высококалорийных угольных брикетов из Экибастузского угля с применением ноу-хау материалов» нами получены определенные результаты, в том числе установлены характеристики высокомолекулярных горючих веществ, выбраны связующие вещества для брикетов [1-3].

Объектом исследования являлись угольная мелочь и процессы обогащения Экибастузского угля с получением топливных брикетов с повышенной теплотворной способностью и меньшей зольностью, способствующие улучшению экологической обстановки в угледобывающих и углеперерабатывающих регионах.

На данном этапе для получения топливных и промышленных брикетов из обогащенного Экибастузского угля необходимо определить постоянные параметры брикетов, такие как геометрические размеры, сырая и сухая прочность и плотность при постоянных значениях составляющих компонентов.

Компонентами брикета являются: мелочь бурого угля крупностью 0,8-1,2 мм порошкообразные обогатитель и связующий материал с крупностью 0,2-0,4 мм.

Тогда перед нами встает вопрос об оперативном управлении структурой слоя дисперсных материалов для получения заданных свойств брикетов. В этой связи становятся актуальными исследования, направленные на разработку физико-математических моделей дисперсных сред и совершенствование технологических процессов для получения прочных и плотных брикетов.

К брикетам промышленного направления предъявляют требования:

– как к физическому телу, способному выдерживать механические нагрузки при транспортировании и при горении до определенного состояния.

– как к химически активному веществу, подверженному окислению при горении и способному выделять максимальное количество калорий и минимальное количество золы.

Эти условия можно удовлетворить, если построить структуру брикета по принципу композиционного материала: каркас из угольного зерна (наполнителя), связующее из нефтяного пека и обогатителя из резиновой сажи или пыли анодных электродов. Согласно теории композиционных материалов, конечный продукт – композит превосходит по своим свойствам все три составляющие по отдельности.

Основываясь на аналогии между композиционным составом различных масс, авторы [4, 5] рекомендовали гранулометрические составы с максимальным уплотнением полидисперсной сухой шихты. В последующем эти идеи получили дальнейшее подтверждение и развитие [6]. В любом случае, максимальная упаковка зерен наполнителя обеспечивает высокую плотность и механическую прочность брикета, низкую пористость и т.д. [7].

Если рассмотреть упаковку из зерен заполнителей на гранулометрических моделях, состоящих из однородных шаров, то оказывается, что минимальное количество шаров в единице объема будет в том случае, когда центры шаров совпадают с узлами кубической решетки и максимальное при ромбоэдрической укладке.

Если эти пустоты заполнять шарами соответствующего диаметра, то теоретически можно получить коэффициент заполнения бесконечно близкий к 1. Академик Н. В. Белов считает [8], что при кубической кладке шаров одинакового диаметра образуются октаэдрические пустоты, а при ромбоэдрической – тетраэдрические, по типу геометрических фигур, образуемых шарами вокруг соответствующей дырки.

Если при плотной упаковке пустоты последовательно заполнять соответствующими им по диаметру шарами (рисунок 1), то основные геометрические характеристики системы будут соответствовать таблице 1.

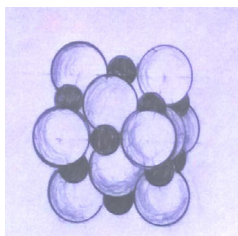


Рисунок 1 – Схема заполнения пустот шарами эквивалентного диаметра

Таблица 1 – Заполнение промежутков между шарами радиуса  $r$  шарами меньших радиусов (расчетные данные)

Показатель	Шар				
	первичный	вторичный	третичный	четверичный	пятеричный
Радиус шара	г	0,414 г	0,225г	0,175 г	0,117 г
Содержание шаров в смеси, %	77,1	5,5	1,7	3,3	1,0
Пористость смеси, %	25,95	20,7	19,0	15,8	14,9
Отношение диаметров шаров	50	20	12	9	5

При заполнении промежутков между большими шарами шариками меньших размеров содержание шаров в смеси достигает максимум 88,6 %. Если в смесь ввести пылевидный наполнитель (обоганитель) и связующее с определенной вязкостью (нефтяной пек), то теоретически заполнение окажется полным.

Если максимальный размер шара основной угольной фракции  $D_1$  -0,8-1,2 мм, то диаметр шаров следующей очереди представлен в таблице 2.

Для определения гранулометрического состава брикетной массы по среднему значению, учитывая трехкомпонентность исследуемых брикетов, выбираем первые три значения из двух составов.

Таблица 2 – Диаметры частиц (шаров), мм

Тип шара	Состав 1	Состав 2	Среднее значение
Д1	1,2	0,8	1,000
Д2	0,5	0,33	0,415
Д3	0,27	0,18	0,225
Д4	0,21	0,14	0,175
Д5	0,14	0,09	0,125

Таким образом, мы аналитически установили расчетные диаметры порошкообразных компонентов брикетной массы: угля – 1 мм, нефтяного пека – 0,4 мм, анодной пыли – 0,2 мм.

До смешивания все компоненты брикетной массы находятся в порошкообразном состоянии. При сухом смешивании эти компоненты должны распределяться относительно друг друга равномерно. Дальнейшее перемешивание осуществляется в рабочей полости смесителя с нагревательной системой, где брикетная масса нагревается до температуры 170-200 °С. Продолжительность нагрева зависит от физико-химических свойств связующего и интенсивности перемешивания, то есть от типа смесителя. Тепло проходя через перемешиваемую массу нагревает компоненты смеси, где частица нефтяного пека растапливаясь обволакивают частицы угля и частицы обогатителя.

По этой концепции при технологически достаточной степени перемешивания частиц связующий полностью обволакивает твердые частицы наполнителя (угля) и обогатителя (анодной пыли). Пленкой определенной толщины. Поэтому, дозировка связующего играет первостепенную роль при подготовке брикетной массы.

Схема сухой кубической упаковки зерен наполнителя (угля) условно без частиц обогатителя заимствована из теории композиционных материалов [9-11]. Объемное соотношение матричной и заполнительной фаз, а также размер зерна наполнителя существенно определяют структуру и свойства всей композиционной системы. При уплотнении брикетной массы вязкий связующий компонент (матрица) раздвигает частицы наполнителя, при этом формируются прослойки матрицы минимальной и максимальной величины.

Раздвижка частиц и образование межзеренной прослойки начинаются после того, как объем введенной матрицы (связующего) превысит объем открытых пор и пустот в каркасе наполнителя. Для расчета этих показателей необходима оценка следующих характеристик:

- Удельной поверхности наполнителя  $S_y^{уд}$
- Удельной поверхности раздела фаз на границе контакта наполнитель-матрица  $S_p^{уд}$
- коэффициента раздвижки наполнителя  $K_p = K_{уп}^H / C_{vз}$ , а  $K_{уп}^H = 1 - \Pi_k$ , где  $\Pi_k$  – объем пор в каркасе наполнителя.

Величину минимальной прослойки связующего можно подсчитать по уравнению:

$$\delta_{\min} = \frac{Cv_c - \Pi_x/K_p}{S_p^{y_d}}, \text{ мм}$$

Тогда толщина обволакивающей пленки будет:

$$\delta_n = \frac{\delta_{\min}}{2} = 0,001, \text{ см}$$

Основным фактором, определяющим  $\delta_{\min}$  при заданном значении  $Cv_c$ , является диаметр заполнителя (угля)  $D_y$ . Чем мельче заполнитель, тем тоньше размер прослойки матрицы, значит, тем выше когезионная прочность связи системы. Для нашего брикета рассчитана  $\delta_{\min} = 0,002$  см.

Рассмотрим процесс уплотнения брикетной массы, нагретой до 170 °С в лабораторной гильзе размерами рабочей полости: диаметр 50 мм, длина 120 мм.

Необходимо определить весовое и процентное содержание компонентов брикетной массы, если по техническому заданию:

- Диаметр брикета 50 мм, высота – 50 мм,
- Крупность Экибастузского угля 0,8-1,2 мм
- Содержание угля в брикете должно составлять 50 % от объема
- Крупность анодной пыли 0,2 мм
- Крупность частиц нефтяного пека в холодном состоянии 0,4 мм
- Плотность готового брикета 1,38-1,45 г/см<sup>3</sup>
- Прочность готового брикета на сжатие 0,20-0,22 МПа.
- Энтальпия сгорания угольных брикетов не ниже 20000 кДж/кг (5000 ккал/кг).

Расчет будем вести на средние значения компонентов брикета и, учитывая малый объем рассматриваемого объекта, линейные размеры берем в сантиметрах, массовые в граммах. Конечные результаты переведем в единицы системы СИ.

При применении связующих, вязкость которых сильно колеблется в зависимости от многих факторов, переход от кубической укладки к ромбоэдрической уменьшает объем каркаса порядка 7 % в реальных условиях [12].

Применяемый нами нефтяной пек относится к таким связующим. Поэтому, к полученному значению вводим корректировку, и истинное значение уплотненного объема будет составлять 97,7 = 98 см<sup>3</sup>.

Необходимо отметить, что переход от кубической укладки к ромбоэдрической обуславливает пределы конечного уплотнения. Под значением конечного уплотнения понимают предельное напряженное состояние брикета под нагрузкой, при котором зерна наполнителя (угля) не разрушаются.

Чтобы определить весовое соотношение брикетных компонентов, сначала введем в найденные значения 7% поправки. Тогда истинный объем угля составит  $45,57 \text{ см}^3$ , нефтяного пека –  $33,71 \text{ см}^3$ , анодной пыли –  $18,26 \text{ см}^3$ .

Таким образом, суммарный истинный объем составит  $45,57+33,71+18,26 = 97,54 \text{ см}^3 = 98 \text{ см}^3$ .

Для определения плотностей угля, нефтяного пека и анодной пыли обратимся к литературным источникам [13]. Бурый уголь в основном состоит из витрена (плотность  $1,28-1,30 \text{ г/см}^3$ ) и фюзена ( $1,37-1,52 \text{ г/см}^3$ ).

Витрен – петрографический литотип угля в виде узких блестящих линзообразных прослоек. Фюзен – петрографический литотип угля в виде линз с волокнистой структурой матово черного цвета с невысокой механической прочностью, внешне похож на древесный уголь.

Тогда средняя плотность угля составит  $1,37 \text{ г/см}^3$ .

Плотность анодной пыли приравнивается к плотности технического графита и составляет  $1,8-2,1 \text{ г/см}^3$  [14]. Весовое соотношение компонентов определяется соответственно:

$$m_i = V_i \cdot \rho_i$$

Для угля:  $m_y = 45,57 \cdot 1,37 = 62,4 = 62 \text{ г}$ .

Для нефтяного пека:  $m_{\text{пм}} = 33,37 \cdot 1,21 = 40,8 = 41 \text{ г}$ .

Для анодной пыли:  $m_{\text{ан}} = 18,26 \cdot 2,0 = 36,5 = 37 \text{ г}$ .

Суммарное количество шихты, загружаемое в гильзу составит:  $62+41+37 = 140 \text{ г}$ . Тогда расчетная плотность брикета диаметром 50 мм и высотой 50 мм составит  $140/98 = 1,43 \text{ г/см}^3$ .

## Выводы

1. По литературным источникам установлены размеры и геометрическая форма пустот, образованных в результате кубической и ромбоэдрической укладки шарообразных частиц компонентов.

2. По теории заполнения пустот шарами эквивалентного диаметра установлены рекомендуемые средние гранулометрические значения брикетных компонентов.

3. По концепции раздвижки частиц и образования межзеренной прослойки установлена величина минимальной прослойки связующего и толщина обволакивающей пленки.

4. Определено количественное соотношение компонентов в брикете. Определены плотности компонентов и необходимая плотность брикета, расчетным путем установлены весовые соотношения компонентов и масса загружаемой в гильзу шихты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Абдрахманов Е. С., Абсолямова Д. Р., Кабыкен М. Н. Байыгылған Екібастұз көмірінен алынатын өнімдер / Материалы международной научной конференции «XV Сатпаевские чтения» – Павлодар, 2015. – Т.14. – С. 152-159.

2 Abdrakhmanov Ye. S., Bykov P. O., Bogomolov A. V., Kulumbayev N. K., Mukanov R. B. Ecological aspects of use of Ekibastuz high-ash coal/ Materials of the 11 International scientific and practical conference Prospects of World science, Vol.10. Technical Science, – Sheffield; Science and Education Ltd-2015. –P.5–7

3 Абдрахманов Е. С., Быков П. О., Богомолов А. В. Ахмедьянова Г. К. Особенности использования высокозольных углей Экибастузского месторождения/ Материалы международной научно-теоретической конференции «VIII Торайгыровские чтения». – Павлодар: ПГУ им. С.Торайгырова, 2015. – Т.5. – С.233–237.

4 Крылов В. И. Труды Ленинградского технического института им. Ленсовета, вып. XXXIII, 1955.

5 Каждан Я. С. Технология электродов – М.: Металлургиздат, 1941.

6 Schreiner H., Sorlic M., Goltermann P., Johansen V. Elkem as Research, ALME, Light Metals, 1996, pp.507-514.

7 Патурьев В. В. Полимербетоны. – М.: Стройиздат, 1987.

8 Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров. – М.: Руда и металлы, 2001.

9 Кайнарский И. С. Процессы технологии огнеупоров. – М.: Металлургия, 1969.

10 Пивинский Ю. Е. Керамические вяжущие и керамобетоны. – М. Металлургия, 1990.

11 Пивинский Ю. Е. Огнеупоры// 1982, №11, с. 50-58.

12 Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания. – М.: Химия, 1976.

13 Белосельский Б.С. Вдовченко В.С. Контроль твердого топлива на электростанциях. – М.: Энергоатомиздат, 1987 – 176с., ил.

14 Глинка Н.Л. Общая химия – Л.: Химия, 1988.

## **РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ РАСПАДА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ**

**АКБЕРДИН А. А.**

д.т.н., профессор, Химика металлургического институт имени Ж. Абишева,  
г. Караганда

**КИМ А. С.**

д.т.н., Химика металлургического институт имени Ж. Абишева, г. Караганда

В металлургии существует проблема распада (рассыпания) шлаков. Суть этого явления сводится к тому, что шлаки с высоким отношением  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  при остывании на полигоне распадаются в тонкий порошок, который для хранения требует больших земельных площадей, разносится ветрами на десятки и сотни километров от места образования, выводя из оборота сельскохозяйственные угодья, загрязняя воздушный и водный бассейн. Особо опасно это явление для прибрежных заводов, когда попавшая в воду пыль разносится речными, морскими и океанскими течениями на многие континенты. Имея щелочной характер из-за наличия избытка извести, шлаковая пыль негативно воздействует на дыхательные пути, слизистую оболочку и кожный покров живых организмов, включая человека. На рисунке 1 показан шлаковый двор Актюбинского завода ферросплавов, где накоплено 10 млн. тонн распавшегося шлака.



Рисунок 1 – Панорама шлакового двора

Основные причины распада шлаков сводят к следующему:

- гидратация неосвоенной извести (CaO) или оксида магния (MgO), называемая известковым или магнезиальным распадом;
- гидратация сульфидов железа, кальция, марганца, характеризующаяся как сульфидный распад;
- полиморфное превращение двухкальциевого силиката; этот вид распада называют силикатным.

За редким исключением распад вызывается полиморфным превращением двухкальциевого силиката, сопровождающимся большим (10-12 %) объемным расширением (рассыпанием) шлака. Попытки использования такого шлака, например, в качестве присадки к цементному клинкеру успеха не имели. Он проявляет низкую гидравлическую активность из-за расходования внутренней энергии на процесс распада.

От силикатного распада шлак может быть застabilизирован:

- акалкой (грануляцией),
- заменой катиона кальция в  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , например, на катион магния или бария с образованием не распадающихся соединений,
- заменой аниона  $\text{SiO}_4^{4-}$  двухкальциевого силиката на другие анионы, например,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{BO}_4^{3-}$  вводом фосфатов или боратов.

(Далее для краткости ввели обозначения С – CaO,  $\text{C}_2\text{S}$  –  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  и т. д.)

Физическое (закалкой) торможение перехода  $\text{C}_2\text{S}$  в распадающуюся  $\gamma$ -форму происходит благодаря образованию вокруг зерен  $\text{C}_2\text{S}$  стекловидной или другой пленки. Однако и при соблюдении условий охлаждения физическое торможение, по мнению авторов [1], не может обеспечить при обычной температуре полного предотвращения перехода  $\text{C}_2\text{S}$  в  $\gamma$ -форму.

Избежать распада можно также предотвращением или преобразованием двухкальциевого силиката в геленит ( $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ ) присадкой глинозема



или в мервинит  $3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$  присадкой оксида магния (MgO). Но этот прием требует присадки больших количеств глиноземсодержащих материалов или доломита с опасностью недопустимого остужения плавки в печи или слитого в ковш шлака.

Нами испытан и внедрен на ряде заводов так называемый анионный способ [2, 3], когда происходит замена аниона  $\text{SiO}_4^{4-}$

двухкальциевого силиката ( $\text{Ca}_2\text{SiO}_4$ ) на ему подобные. Наиболее эффективным должен быть способ ввода в шлаки борного ангидрида ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) или содержащих его природных руд. В этом случае наряду со стабилизацией шлака наблюдается снижение его вязкости и температуры плавления [4, 5].

Первые опыты проводили со шлаками выплавки рафинированного феррохрома Актюбинского завода ферросплавов (АЗФ) (таблица 1).

Таблица 1 – Химический и фазовый состав шлаков АЗФ

№ п/п	Состав, %														
	химический							фазовый							
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO SiO <sub>2</sub>	M	C <sub>2</sub> S	CCr	MA	MCr	F/Cr	CA	C <sub>3</sub> MS <sub>2</sub>
1	49,9	26,5	5,8	13,4	3,6	0,8	1,88	10,9	75,9	1,7	8,1	0,8	2,6	-	-
2	50,7	26,7	6,1	12,9	2,9	0,7	1,89	10,8	76,5	1,9	7,6	-	2,1	1,1	-
3	49,9	25,1	7,5	12,2	3,9	1,4	1,98	11,2	71,9	1,3	3,5	-	4,4	7,7	-

Данные лабораторных опытов проверили в производственных условиях в цехе №2 Актюбинского завода ферросплавов [6]. Чистый борный ангидрид ( $\text{B}_2\text{O}_3$ ) дорог и поэтому технологию стабилизации шлаков отработали с имеющейся в Казахстане боратовой рудой Индерского месторождения состава (масс.%): 26,02 CaO, 8,41 MgO, 3,87 SiO<sub>2</sub>, 0,74 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 24,87 H<sub>2</sub>O, 8,5 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и 26,25 SO<sub>3</sub>. Опробовали способ подачи её и в печь и на струю шлака на выпуске. В обоих случаях наблюдалась надежная стабилизация, контролируемая выходом фракции менее 5 мм. Из-за выделения сернистых газов на рабочей площадке, опробовали переплавленную руду. Как при подаче боратовой руды в печь, так и на струю шлака достигнута полная стабилизация шлака. Причем при подаче в печь, выплавляющей низкоуглеродистый феррохром, увеличился средний вес плавки (+23,7 %) и выпуск сплава в номинальные сутки (+5,7 %), уменьшился удельный расход на 1 т Ст: хромовой руды (-13,4 %), ФСХ48 (-12,8 %), извести (-0,5 %) и электроэнергии (-2,7 %). Содержание бора в металле стабильно находилось на уровне 0,003-0,005 %, что отвечает требованиям существующих технических условий. Из стабилизированного шлака организовано производство строительного щебня (рисунок 2), качество которого

соответствует существующим требованиям и характеризуется приведенными в таблице 2 данными.

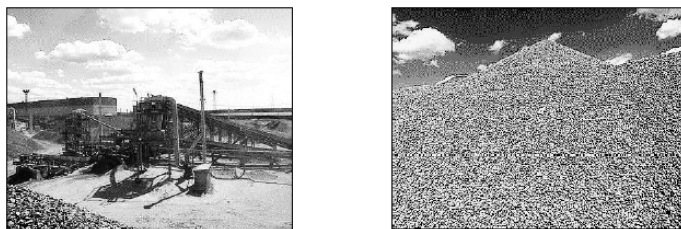


Рисунок 2 – Оборудование и щебень из застabilизированного шлака

Таблица 2 - Качество щебня из застabilизированных шлаков

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Результат
1	Морозостойкость	циклов	F25
2	Зерновой состав: 20 мм 10 мм 5 мм < 5 мм	%	10,5 22,6 40,2 26,7
3	Марка щебня по прочности	–	1000
4	Истираемость в барабане	%	8,0
5	Истинная плотность	т/см <sup>3</sup>	2,8
6	Насыпная плотность	кг/м <sup>3</sup>	1330
7	Пылеватые частицы	%	0,5
8	Содержание слабых частиц	%	20,8
9	Пустотность	%	60,0

С использованием индерских боратовых руд внедрили технологию стабилизации от распада высокосновных шлаков выплавки марганцевых сплавов на Челябинском электрометаллургическом комбинате [7].

Индерская руда имеет низкое (7-8 %) количество  $B_2O_3$  и высокое – серы (10 %) и поэтому вели поиск более качественного сырья. На рынке имеется турецкая боратовая руда (колеманит), содержащая малое количество вредных примесей и высокое – полезных компонентов (масс. %): 53,62  $B_2O_3$ , 39,2 CaO, 5,62  $SiO_2$ ,

0,093  $Al_2O_3$ . Совместно с Институтом металлургии (Екатеринбург, Россия) на Серовском заводе ферросплавов с её использованием внедрили технологию стабилизации от распада шлаков производство рафинированных марок феррохрома [8].

В таблице 3 приведен средний химический и фазовый состав сталеплавильных шлаков ПФ ТОО «Кастинг» (Павлодар). Он также содержит повышенное количество двухкальциевого силиката ( $C_2S$ ), приводящего шлак к распаду в тонкий порошок.

Таблица 3 – Состав сталеплавильных шлаков ПФ ТОО «Кастинг»

Состав, масс.%									
Химический					Фазовый				
CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	M	F	C	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A
63,3	7,5	25,9	1,3	2,0	7,5	2	12,8	74,26	3,44

К нему в лабораторных условиях применили изложенный выше способ, вводом чистого  $B_2O_3$  и турецкого колеманита из расчета получения 0,3-0,5 %  $B_2O_3$ . Шлак надежно стабилизируется с получением кускового материала и поэтому этот способ может быть рекомендован для использования в условиях ПФ ТОО «Кастинг».

В 2003 году работа по стабилизации шлаков от силикатного распада была удостоена Государственной премии Республики Казахстан [9]. Среди награжденных – лауреат Государственной премии Есенжулов А. Б., который занимался реализацией технологии в цеховых условиях и подробно описал её в успешно защищенной на эту тему диссертации [10]. В его лице ПФ ТОО «Кастинг» может иметь опытного консультанта, который живет и работает в Павлодаре.

Для Павлодарского региона является актуальной проблема надежного захоронения или переработки на полезную продукцию золошлаковых отвалов от сжигания местных углей на тепловых станциях. Проблема эта сложная и решение её не простое. Но описанная выше проблема распада шлаков была не менее масштабной и сложной и к моменту обращения к нам нигде в мире не была решена. Однако выход был найден и технология создана в Казахстане [11].

По имеющейся у нас информации (Ни Л. П., 2003 г.) казахстанскими специалистами создана технология производства из зол керамических изделий, реализованная в 1976 г. на Темиртауском комбинате «Промстройиндустрия», в 1980 г. на Бурундайском, в

1984 г. на Карагандинском ПОСМ, а в 1988 г. на Аксуском заводе золокерамических стеновых материалов на базе золы сухого отбора. В 2003 г. эта работа была представлена на соискание Государственной премии Республики Казахстан. Одной из проблем переработки этого материала является неустойчивый характер технологического процесса из-за переменного химического состава золы. Для преодоления его нами разработан собственный подход.

Отдельно надо сказать об учебном процессе в вузах по проблемам экологии. Уверены, что фундаментальные основы экологии доводятся до студентов на высоком уровне. Было бы желательно преломлять их применительно к местным задачам, выполняя полноценные теоретические и практические работы, используя имеющиеся новейшие разработки, о которых Университет поставлен нами в известность. А кадры для этого есть, поскольку регион известен высококвалифицированными преподавателями и выпускниками профиля экологии и промышленно-гражданского строительства.

Природоохранные мероприятия требуют от предприятий немалых денежных вложений и поэтому они нередко ограничиваются уплатой экологических штрафов. Такое право им предоставлено. Но никакими деньгами нельзя измерить здоровье населения. Экологам и санитарным врачам хорошо известен характер заболеваний населения в подконтрольных им территориях. Повышенное содержание в крови населения тетраэтилсвинца из выхлопных газов, канцерогенных углеводородных соединений дымовых газов и твердых неорганических веществ отвалов в бронхах и легких ведут к тяжелым заболеваниям. При простом статистическом подходе их источник устанавливается достаточно точно. Эти сведения имеются во всех районных поликлиниках, и они в руках экологов должны быть самым веским аргументом в пользу проведения экологических мероприятий на конкретном предприятии для сохранения здоровья населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Куколев Г. В., Мельник М. Т. Синтез и свойства двухкальциевого силиката // Тр. 5-го совещания по экспериментальной и технической минералогии и петрографии. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – С. 407-413.

2 Гинье А., Регур М. Структура минералов // Тр. 5-го международного конгресса по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1973. – С. 13-25.

- 3 Тэйлор Х. Химия цемента. – М.: «Мир», 1966. – 500 с.
- 4 Акбердин А. А., Киреева Г. М., Медведовская И. А. Влияние  $B_2O_3$  на вязкость шлаков системы  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$  // Известия АН СССР. Металлы. – 1986, № 3. – С. 55-56.
- 5 Акбердин А. А., Киреева Г. М. и др. Атлас диаграмм вязкости борсодержащих шлаков. – Деп. ВИНТИ, 2.06.86, № 3971-В.
- 6 Акбердин А. А., Ким А. С., Есенжулов А. Б., Саркенов К. З. Внедрение технологии стабилизации от силикатного распада основных металлургических шлаков // Теория и практика производства чугуна: Труды междунар. Научн.-практ. Конф., посвящ. 70-летию КГГМК «Криворожсталь». – Кривой Рог, 2004. – С. 295-297.
- 7 Акбердин А. А., Огородников Г. А., Исхаков Ф. М., Зайко В. П., Саркенов К. З., Ким А. С., Конуров У. Стабилизация от силикатного распада шлаков производства марганцевых ферросплавов на Челябинском электрометаллургическом комбинате // Известия Евразийского университета. – 2002, № 3. – С. 4-7.
- 8 Сычев А. В., Жучков В. И., Акбердин А. А., Афанасьев В.И. Изучение процессов стабилизации распадающихся шлаков низкоуглеродистого феррохрома борсодержащими материалами. В сб. «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР». Труды научно-практической конференции с международным участием и элементами школ молодых ученых. Екатеринбург, 2015. С. 249-253.
- 9 Постановление Правительства Республики Казахстан от 24 октября 2003 г. №1074.
- 10 Есенжулов А. Б. Разработка и внедрение технологии производства рафинированных марок феррохрома с использованием боратовых руд. Дисс. канд. техн. наук, Караганда, 2006, 131 с.
- 11 Акбердин А. А., Ким А. С. Способ стабилизации шлаков производства средне и низкоуглеродистых марок феррохрома от распада. Предпатент № 1532. Заявка № 2002/1346. Приоритет от 11.11.02.

## ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТИМУЛИРОВАНИЯ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

АКЖАРОВА Н. М.

ТОО «КМК»

КОШУМБАЕВА А. М., КАРИМОВ Д. Д.

АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина»

Основными долгосрочными целями энергетической политики Великобритании являются, во-первых, борьба с изменением климата посредством сокращения эмиссии парниковых газов и, во-вторых, обеспечение развития надежной, чистой и доступной электроэнергии на фоне постоянно возрастающей зависимости от импортируемого топлива. Для достижения первой цели, поставлена задача сократить выбросы, по меньшей мере, на 60 % к 2050 г., а для выполнения второй – работать над вопросами обеспечения надежности энергообеспечения, развитие конкуренции на рынке Великобритании и за его пределами. План перехода к низкоуглеродной экономике («Low Carbon Transition Plan») [1] был опубликован в июле 2009 г. Министерством энергетики и изменения климата. Данный документ содержит глубокий анализ существующих и новых направлений государственной политики, целью которых является резкое сокращение уровня выброса парниковых газов в Великобритании, и которые могли бы помочь ей выполнить обязательства и освоить «углеродные» средства на протяжении периода времени до 2020 г. Основной целью Плана перехода к низкоуглеродной экономике 2009 г. является достижение к 2020 г. общего сокращения выбросов парниковых газов на 18 % от уровня выбросов 2008 г. (на транспорте – к 2020 г. на 14 % от уровня 2008 г.). Основными направлениями действий должны стать жилые здания и коммунальное хозяйство, транспорт, сельское хозяйство и отходы. План перечисляет ряд финансовых механизмов, призванных стимулировать инвестиции в низкоуглеродные технологии и их использование:

- выделение 3,2 млрд. фунтов стерлингов на программы в жилых домах и населенных пунктах;
- установка умных счетчиков в каждом доме в Великобритании к 2020г.;
- социально ответственные цены на электроэнергию для наиболее подверженных воздействию цен на электричество слоев населения (в первую очередь имеются в виду пожилые жители Великобритании пенсионеры);

- механизм оплаты энергии, произведенной жителями и предприятиями с использованием возобновляемых источников;
- конкурс между населенными пунктами на звание самого низкоуглеродного населенного пункта с определенным призовым фондом;
- механизм выбора потребителем способа потребления энергии и его возможность экономить на счетах.

Помимо финансовых механизмов план предупреждает о переходе на новые строительные стандарты «zerocarbon» - предполагается, что с 2016 г. возможно, будет возведение лишь таких новых зданий, которые в процессе эксплуатации не приводят к эмиссии парниковых газов. Также рассматривается возможность обязательного включения показателей энергоэффективности сдаваемого в аренду здания согласно его Свидетельству потребления энергии при размещении рекламных объявлений. Часть положений Плана уже были выполнены или находятся в процессе выполнения. Закон об энергии 2010 г. («Energy Act 2010») [2], принятый 8 апреля 2010 г. в осуществление рассмотренного выше Плана перехода к низкоуглеродной экономике, предусматривает несколько инструментов, направленных на сокращение выбросов парниковых газов в процессе эксплуатации электросетей. Во-первых, Законом об энергии 2010 г. предусматриваются специальные льготы за разработку применимых на коммерческой основе технологий поглощения и хранения углерода (технологии «carbon capture and storage» или «CCS»). Во-вторых, предусматривается обязательная отчетность предприятий о ходе «декарбонизации» производства электричества, т.е. сокращения количества выбросов парниковых газов в производственном процессе. В-третьих, создан механизм социальной поддержки для тех потребителей энергии, которые могут оказаться в неблагоприятном положении (для поддержания цен на приемлемом для потребителей уровне энергетические компании оплачивают разницу). В 2008 г. был принят целый пакет документов, направленных на борьбу с изменением климата и повышением энергетической безопасности: Закон об изменении климата 2008 г. («Climate Change Act 2008»), Закон об энергии 2008 г. («Energy Act 2008»), Закон о планировании 2008 г. («Planning Act 2008»). Закон об изменении климата 2008 г. закрепил национальное обязательство Великобритании по сокращению выбросов оксида углерода на 80 % к 2050 г. Предусмотрено создание Комитета по вопросам изменения климата и системы государственных субсидий для целей сокращения выбросов. Объясняется процедура ведения и предоставления предприятиями отчетов о выбросах ПГ

[3]. Закон об энергии 2008 г. создал правовую базу для тарифов на электроэнергию, полученную из возобновляемых источников («feed-intariff») – стимулирующий тариф на электроэнергию, произведенную с помощью ВИЭ), механизм стимулирования производства тепловой энергии за счет возобновляемых источников и вводит обязательство установки «умных счетчиков» потребляемых ресурсов. Этот закон также предусмотрел ряд мер, направленных на диверсификацию национальной электрической сети [4]. Законом о градостроении 2008 г. [5] была создана Комиссия по планированию объектов инфраструктуры. Комиссия уполномочена одобрять строительство объектов инфраструктуры национального значения, при получении одобрения учитываются требования энергоэффективности и энергетической безопасности. Закон также ввел специальную пошлину – общественную пошлину за пользования объектами инфраструктуры. Среди различных мер государственной поддержки энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Великобритании, пожалуй, стоит выделить стимулирующий тариф на электроэнергию и проект по созданию сети умных счетчиков. Программа использования «feed-in tariff» (далее «FiT») призвана развивать самостоятельное производство электроэнергии физическими и юридическими лицам с помощью возобновляемых источников энергии. Структура FiT следующая: Стимулирующий тариф состоит из двух частей. Первая часть – фиксированная плата за генерацию электроэнергии с помощью ВИЭ, при этом установлена сетка дифференцированной платы в зависимости от вида ВИЭ и других параметров энергоустановки. Вторая часть – плата за электроэнергию, которую генератор продает сети; она составляет 3 пенса за 1 кВт/ч [6]. На практике FiT работает следующим образом. Например, житель Великобритании Мг. А устанавливает на крыше своего дома солнечные батареи, а во дворе малую ветровую установку и подключает их к сети. За сам факт производства с помощью этих энергоустановок Мг. А получает деньги от энергосети (работает первая часть тарифа). В случае если ему не хватает производимой электроэнергии, он либо снижает свое потребление электроэнергии, либо докупает ее у энергосети, при этом уже сэкономяв на части суммы своих счетов за электроэнергию. В случае если Мг. А производит больше электроэнергии, чем ему требуется, он может продать излишки в сеть и получить за это вознаграждение (работает вторая часть тарифа).

Другой проект «Вперед к умному будущему» [7] ставит амбициозную цель по созданию по всей стране целой системы умных счетчиков. Государство планирует обеспечить установку

умных счетчиков в каждом жилом британском доме к 2020 г. Предусмотрены специальные требования к функциональности счетчиков электричества и газа, дисплеям реального времени умных счетчиков. Такие счетчики должны служить средством двустороннего общения между поставщиками электричества и газа и их клиентами, которые должны иметь возможность управлять своим потреблением энергии, опираясь на информацию о тарифах, уровне нагрузки на сеть и времени [8]. Детали осуществления проекта планируется согласовать с представителями профессиональных организаций и заинтересованными лицами и изложить в соответствующем документе («Smart Metering Implementation Programme») [6].

В Великобритании также все еще действует Программа сокращения выбросов оксидов углерода («Carbon Emissions Reduction Target» или «CERT») [9], согласно которому в период до 31 декабря 2012 эмиссия углекислого газа крупнейшими британскими поставщиками электричества и газа должна была сокращена на 293 тонны CO. При этом до 68 % улучшения показателя сохраненной энергии должно быть результатом мер, направленных на улучшение изоляции, а 15 % – результатом мер, направленных на улучшения лиц в группе риска энергетической бедности.

В настоящее время в Великобритании ведется работа над новым законопроектом об энергетической безопасности и «зеленой» экономике. Законопроект включает следующие положения: специальный финансовый механизм, позволяющий домовладельцам приобретать и устанавливать энергоэффективные устройства и оплачивать их по частям, включенным в счета за энергию («зеленая сделка»); право жильцов требовать от их домовладельцев проводить меры по повышению энергоэффективности снимаемого жилья; новое обязательство в сфере энергоэффективности для энергораспределительных компаний, призванное заменить программу CERT в период после 2012 г.; установка умных счетчиков по всей Великобритании к ноябрю 2018 г. и другие меры [10]. Также правительство Великобритании проводит различные общественные консультации по некоторым вопросам энергетической политики и энергоэффективности. Например, рассматриваются результаты общественного мнения по вопросу возможности и порядка предоставления прав на строительство малых энергетических установок, использующих ВИЭ и низкоуглеродные технологии (например, малые ветряные энергетические установки).

Вопросами повышения энергетической эффективности Великобритании занимается на протяжении почти 30 лет, в результате накопив солидный опыт в данной сфере. На основании рассмотренных документов можно сделать вывод, что в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности Великобритания уделяет особое внимание следующим вопросам: защите социально уязвимых слоев населения, «воспитанию» информированного и действующего сообразно доступной информации потребителя энергии, созданию баланса между установлением государственно регулируемых обязательств и созданием рыночных экономических стимулов для энергосбережения и использования наилучших доступных технологий. Также для Великобритании характерно ставить очень высокие планки (например, планы по строительству только домов с нулевым выбросом углеродов или покрытие всей страны сетью «умных счетчиков») и выделять большие суммы на расходы в сфере энергоэффективности (стоимость программы установки «умных счетчиков» – около 9-10 млрд. фунтов стерлингов [11]). Следует отметить распространенную практику консультаций при разработке нового закона/ иного акта и наблюдении за результатами применения закона. Тексты рассматриваемых актов доступны для комментариев в интернете в течении определенного времени. Так государство имеет возможность установить обратную связь с активной частью населения и учесть комментарии специалистов, лиц, которых затрагивает закон, представителей бизнеса и других заинтересованных лиц. Очень важным моментом является то, что Великобритания решила использовать один из наиболее эффективных современных инструментов – стимулирующий тариф (feed-in tariff), а также новые технологии – умные счетчики, тем самым инвестируя в энергоэффективное будущее. Наконец, о результативности применяемых мер говорят следующие цифры: в период с 1990 г. по 2005 г. в Великобритании наблюдалось постепенное повышение энергоэффективности, к 2005 г. Энергоэффективность трех отраслей (промышленность, жилые здания, транспорт) в целом улучшилась на 12 % [12].

Реформы, направленные на стимулирование развития ВИЭ, к началу 2012 года отмечены в 118 странах (годом ранее – в 96), более половины из которых – развивающиеся. Наиболее распространенной мерой остается поддержка электрогенерации на основе ВИЭ: по крайней мере, 65 стран мира уже применяют «зелёные тарифы». В то же время в ряде стран наметилось ослабление поддержки

ВИЭ, которое в первую очередь было продиктовано ужесточением бюджетных ограничений в ЕС и препятствиями на пути развития американского законодательства о ВИЭ. Это не относится к Китаю, где недавно было объявлено о намерении развивать солнечную энергетику и использовать для этого «зелёные тарифы». Всекитайское собрание народных представителей (ВСНП) приняло поправку к закону о возобновляемых источниках энергии, которая требует от всех сетевых компаний в Китае приобретать всю электроэнергию, произведенную электростанциями на ВИЭ. Поправка ориентирована на повышение доли ВИЭ в общей энерговыработке, а также на увеличение количества подключений ВИЭ к энергосистеме. Электроэнергетические компании, отказывающиеся приобретать электроэнергию, выработанную компаниями-производителями ВИЭ, в том числе энергию из биомассы, должны быть оштрафованы в двойном размере убытка, понесенного компанией-производителем ВИЭ. Это создает все предпосылки для того, чтобы Китай, уже являющийся крупнейшим мировым производителем солнечных панелей, теперь стал и ведущим покупателем этих изделий. Судя по результатам 2011 года, политика стимулирования дает плоды. Китай вышел на третье место в мире, обогнав США, по введенным мощностям солнечной энергетики, хотя пока отстает от лидеров (Германии, Италии, Японии, США, Испании) по накопленной мощности (таблица 1).

Таблица 1 – Крупнейшие мировые рынки солнечных панелей (МВт)

Страна	Новые мощности, 2011	Накопленные мощности, 2011
1. Италия	9000	12 500
2. Германия	7500	24 700
3. Китай	2000	2900
4. США	1600	4200
5. Франция	1500	2500
6. Япония	1100	4700
7. Австралия	700	1200
8. Великобритания	700	750
9. Бельгия	550	1500
10. Испания	400	4200
11. Греция	350	550
12. Словакия	350	500
13. Канада	300	500
14. Индия	300	450
15. Украина	140	140
Остальной мир	1160	6060
<b>ВСЕГО</b>	<b>27 650</b>	<b>67 350</b>

Источник: European Photovoltaic Industry Association, 2011 Market Report.

Именно Китай — который у многих ассоциируется с загрязнением окружающей среды — развил у себя в стране огромный рынок технологий получения энергии из возобновляемых источников. Китайские фирмы, производящие солнечные батареи, сегодня доминируют на мировом рынке. В последние годы производство оборудования в сфере ВИЭ переместилось туда, где затраты на него меньше, то есть в Китай. Сегодня Китай обеспечивает половину мирового производства данной техники. Две трети устанавливаемых в Германии модулей солнечных батарей на сегодняшний день производятся в Китае. По состоянию на 2009 г., из семи ведущих производителей оборудования для получения электроэнергии из энергии солнца четыре находились

в КНР и лишь один в Германии. Производство солнечных батарей в Китае поддерживает и правительство: государство выдает свои гарантии на инвестиции в эту область. Растут объемы производства ветрогенераторов в Китае, однако качество китайской продукции отстает от европейских аналогов. Производимое в Китае оборудование для производства ветряной и солнечной энергии экспортируется в другие страны. Особенно велика доля экспорта в производстве фотоэлектрических панелей, что отчасти объясняет снижение цен на них к 2011 г. на 60 % по сравнению с 2008 г. [13]. В 2010 г. производство в КНР фотоэлектрических панелей достигло 8 млн. кВт – почти половина от мирового выпуска этих изделий. В то же время в самом Китае таких панелей было установлено мощностью лишь около 400 тыс. кВт. Почти вся продукция отрасли была реализована на внешнем рынке. Летом 2012 г. европейские производители солнечных панелей под руководством немецкой компании Solar World направили жалобу в Европейскую Комиссию (ЕК) по поводу недобросовестной конкуренции со стороны китайских экспортеров. Они обвинили китайские компании в том, что они продают солнечные панели в Европе по ценам ниже рыночных. 6 сентября 2012 г. Европейская Комиссия сообщила о решении провести антидемпинговое расследование в отношении китайских производителей солнечных панелей. В 2011 г. импорт китайских солнечных панелей и оборудования в ЕС был оценен приблизительно в \$26,5 млрд. [14].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Low Carbon Transition Plan.// Energy Saving Trust. <http://www.energysavingtrust.org.uk/business/Publication-Download/?oid=697896&aid=263645315>
- 2 Energy Act 2010. [http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/27/pdfs/ukpga\\_20100027\\_en.pdf6](http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2010/27/pdfs/ukpga_20100027_en.pdf6)
- 3 Climate Change Act 2008. <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/contents>
- 4 Energy Act 2008. <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/32/contents7>
- 5 Planning Act 2008. <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/29/contents9>
- 6 Feed-In Tariffs.// The information site for the new guaranteed payments for renewable energy in the UK. <http://www.fitariffs.co.uk/FITs/>

7 Consultation on Smart Metering for electricity and gas.// Department of Energy and Climate Change. [http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/consultations/smart\\_metering/smart\\_metering.aspx](http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/consultations/smart_metering/smart_metering.aspx)35. Smart

8 «Умные счетчики»: XXI век в действии.<http://www.fstrf.ru/tariffs/smi/13>

9 CERT.// Department of Energy and Climate Change. [http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/consultations/cert\\_ext/cert\\_ext.aspx](http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/consultations/cert_ext/cert_ext.aspx)

10 Energy Bill 2010/2011.// Department of Energy and Climate Change. [http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/legislation/energy\\_bill/energy\\_bill.aspx](http://www.decc.gov.uk/en/content/cms/legislation/energy_bill/energy_bill.aspx)

11 GB-wide smart meter roll-out for the domestic sector. Impact Assessment.// Ofgem.<http://www.ofgem.gov.uk/e-serve/sm/Documentation/Documents1/DECC%20-%20Impact%20assessment%20%20Domestic.pdf>

12 Energy Efficiency Profile: UK. [http://www.odyssee-indicators.org/publications/country\\_profiles\\_PDF/uk.pdf](http://www.odyssee-indicators.org/publications/country_profiles_PDF/uk.pdf)

13 Global Trends in Renewable Energy Investment 2011. Frankfurt School, UNEP Collaborating Centre for Climate and Sustainable Energy Finance, Bloomberg New Energy Finance, с. 12

14 Еженедельный обзор мировой энергетики и экономики. — Российское энергетическое агентство, 07.09.12, с. 4.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕПЛОАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С УТИЛИЗАЦИЕЙ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ПФ ТОО «KSP STEEL»**

**АЛИМГАЗИН А. Ш.**

**д.т.н., профессор, Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

**ПОСТНИКОВ В. А.**

**начальник участка энергоменеджмента, ПФ ТОО «KSP STEEL»**

**ОМАРОВ К. С., ТЛЕУБАЕВ А. С.**

**магистранты, кафедра «Теплоэнергетика», Евразийский национальный  
университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

Промышленные предприятия *энергетики (37 ТЭЦ, ряд ГРЭС), металлургии, нефтехимии, машиностроения* и др. Республики Казахстан потребляют в градирнях (прудах-охладителях, реках) огромное количество воды для охлаждения машин и рабочих тел в

различных технологических процессах. Эти «тепловые реки» имеют круглый год температуру 20-45 °С, практически не позволяющую использовать теплоту непосредственно, и охлаждаются в системы технического водоснабжения (СТВ) со значительными низкотемпературными тепловыми сбросами (порядка 45-55 % теплоты сжигаемого топлива) [1-10].

Утилизация низкопотенциального тепла промышленных стоков стала возможной с появлением ТН, то есть таких агрегатов, которые способны преобразовывать низкопотенциальное тепло (с температурой от +5 °С до 45 °С) в тепло более высокого потенциала.

Применение теплонасосных технологий на промышленных предприятиях позволит вернуть в системы теплоснабжения предприятий значительные объемы безвозвратно теряемого тепла без дополнительного сжигания традиционных видов топлива, что позволит получить существенный экономический эффект, отказаться, в ряде случаев, от покупной энергии извне, при этом уменьшая тепловое загрязнение окружающей среды [11-15].

При применении ТН в результате *использования сбросной теплоты технической воды предприятий (десятки тысяч м<sup>3</sup>/час)*, идущей на охлаждение в СТВ (градирни, пруды-охладители, водоемы) в качестве низкопотенциального источника теплоты, *все утилизируемое тепло* может быть направлено в тепловые схемы предприятий на отопление и горячее водоснабжение (ГВС) производственных, административных и бытовых зданий, что, в конечном итоге, даст возможность значительной экономии тепловой энергии.

*Указанные цели реализации данного проекта* соответствуют Законам Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (№ 541 от 13 января 2012 г.), «О ратификации Киотского протокола к Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата» (№ 144-IV от 26.03.2009 г.), «О коммерциализации научно-технической деятельности» (2015 г.), Государственной Программе «Энергосбережение-2020».

Круглогодичное применение данной технологии планируется для получения альтернативной тепловой энергии для теплоснабжения объектов предприятия с использованием оборотной воды системы в качестве низкопотенциального источника для тепловых насосов.

Существующая схема энергообеспечения производственной фирмы ПФ ТОО «KSP Steel» осуществляется за счет *покупной тепловой и электрической энергии* с ТЭЦ-3 г. Павлодара (пар, горячая

вода), предприятие ежегодно затрачивает значительные средства на покупку тепловой (примерно 46 Гкал/час) и электрической энергии (порядка 3 млрд. тенге – данные март 2015 г.).

Исходные данные по ТОО «KSP STEEL»

*Тарифы на энергоресурсы, покупаемые с ТЭЦ-3 г.Павлодара:*

Пар – 6072,8 тенге\*/Гкал (без НДС);

Стоимость электрической энергии  $\text{Ц}_{\text{э}}$  – 11,001/7,5 тенге/кВт (без НДС) =  $(11,001+7,5)/2*1,12 = 10,36$  тенге/кВт (с НДС)

Стоимость тепловой энергии  $\text{Ц}_{\text{тэ}}$  – 2958,7 тенге/Гкал (без НДС) = 3 313,8 тенге/Гкал (с НДС)

В то же время существующие вентиляторные градирни системы оборотного водоснабжения (СОВ) предприятия выбрасывают в атмосферу значительные объемы тепловой энергии (по нашим оценкам, порядка 280-600 Гкал/час), при этом существенны затраты предприятия на покупку электрической энергии для работы градирен.

*Охлаждение оборотной воды* в объеме 28 000 м<sup>3</sup>/час от температуры +45 °С (зимой) и +35 °С (летом) до температуры +25 °С осуществляется от вентиляторных градирен, на что затрачивается в течение года *значительное количество покупной электроэнергии* от ТЭЦ. При этом физическое тепло водооборотных систем, которое через градирни выводится в атмосферу, безвозвратно теряется, что также экономически нецелесообразно.

Согласно заключенного *Меморандума о сотрудничестве между Университетом и предприятием* (2015 г.) НИИ «Энергосбережение и энергоэффективные технологии»

ЕНУ им. Л. Н. Гумилева в течение 2015-2016 г.г. проводит комплекс научно-исследовательских работ, направленных на возврат сбросной теплоты СТВ в тепловую схему предприятия. 1 августа 2016 г. между ЕНУ им. Л. Н. Гумилева и ТОО «KSP STEEL» заключен *Договор о намерениях* по внедрению теплонасосных технологий на предприятии, согласно которого в качестве пилотного объекта выбрана *система теплоснабжения трубопрокатного производства (ТПП)*.

*Характеристика системы оборотного водоснабжения ТПП:*

Потенциал энергосбережения

Источник низкопотенциального тепла для тепловых насосов:

- градирни трубопрокатного производства (ТПП) предприятия;
- объем оборотной воды: 3 секции \* 1000 м<sup>3</sup>/час

– температурный режим работы градирен:

по паспорту:  $T_{\text{вх}} = 42$  °С,  $T_{\text{вых}} = 28$  °С

факт лето:  $T_{\text{вх}} = 29,5$  °С,  $T_{\text{вых}} = 27$  °С

факт зима:  $T_{\text{вх}} = 25$  °С,  $T_{\text{вых}} = 20$  °С

*Характеристика системы теплоснабжения*

Система отопления – центральная

Нагрузка системы отопления:

– общая потребность ТПП KSP Steel – 10 Гкал/час – суммарная тепловая нагрузка цех (фактическое потребление), в т.ч. 2 Гкал/час

– нагрузка на горячее водоснабжение (ГВС)

Расход воды в системе отопления – 1200 м<sup>3</sup>

Средний температурный режим системы отопления, прямая/обратная – 80/45 °С

Температура холодной воды подаваемой на ГВС = +3 - +22 °С

Необходимая температура в цеху = 20-23 °С

Целью проводимых на данном этапе НИР является освоение низкопотенциального тепла системы водооборота трубопроводного производства (ТПП) ТОО«KSP STEEL».

Дальнейшее повышение уровня использования вторичного тепла на предприятии связано с освоением низкопотенциальных ВЭР и, в первую очередь, физического тепла водооборотных систем, которое через градирни выводится в атмосферу.

В существующей схеме теплоснабжения предприятия осуществляется за счет покупной тепловой энергии с ТЭЦ (пар, горячая вода).

В то же время, охлаждение оборотной воды в объеме 3000 м<sup>3</sup>/час от температуры +25 °С (зимой) и +29,5 °С (летом) до температуры +25 °С осуществляется от вентиляторных градирен, на что затрачивается в течение года значительное количество покупной электроэнергии от ТЭЦ.

В связи с вышесказанным, для реализации энергосберегающих мероприятий и повышения эффективности работы технологического оборудования ТОО«KSP STEEL» рассматривается следующий вариант использования низкопотенциального сбросного тепла промышленных вод:

– использование оборотной воды в качестве низкопотенциального источника для тепловых насосов с целью выработки необходимого количества тепла до 65 °С для нужд теплоснабжения предприятия;

– одновременно работа тепловых насосов «захлаживает» обратную воду (условно чистую воду) и тем самым снижает затраты на содержание вентиляторных градирен, а также гарантирует в летнее время более глубокое ее охлаждение.

При этом можно подчеркнуть, что выработанный теплонасосной системой холод в виде охлажденной воды может возвращаться в систему водооборота ПФ ТОО «KSP STEEL» при более низких температурах по сравнению с существующей схемой вывода избыточного тепла вентиляторными градирнями.

Следует отметить, что при реализации данного проекта планируется использовать в качестве низкопотенциального источника теплоты *только часть оборотной воды* (порядка 350-400 м<sup>3</sup>/час) из 3000 м<sup>3</sup>/час, идущей на охлаждение в градирни ТПП, а в результате *полного использования всего объема оборотной воды утилизируемое тепло* может быть направлено в тепловую схему предприятия на отопление и ГВС производственных, административных и бытовых зданий, что, в конечном итоге, даст возможность значительной экономии тепловой и электрической энергии, закупаемой от ТЭЦ.

Следует заметить, что себестоимость собственного теплонасосного тепла в ~2-4 раза будет меньше цены покупного тепла, т.е. с пуском теплонасосной станции появляется реальная возможность при значительно меньших затратах обеспечить существующую потребность в тепловой энергии.

### Выводы

Таким образом, можно утверждать, что проект внедрения теплонасосных технологий для повышения энергетической эффективности работы оборудования ТПП ТОО «KSP STEEL» является экономически выгодным и быстроокупаемым.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Рей Д., Макмайл Д. Тепловые насосы /пер. с англ. – М.: Энергоиздат. - 1982 - 224 с.

2 Бурдуков А. П., Петин Ю. М. Тепловые насосы для России: технология использования геотермального и сбросного тепла предприятиями // Оборудование. Разработки. Технологии. – 2007. – № 7(07). – С.27-32.

3 Петин Ю. М. Опыт десятилетия производства тепловых насосов в ЗАО «Энергия» // Энергетическая политика. – 2001. – Вып.3. – С.28-33.

4 Севидов Г. П., Морозов И. В., Алимгазин А. Ш. Применение ТНУ на промышленном предприятии АО «Казцинк» // В кн.: Материалы I Международной научно-технической конференции «Энергетика, экология, энергосбережение».- Усть-Каменогорск: ВКГТУ.-2005.- С.217-219

5 Алимгазин А. Ш. Оценка возможностей использования низкопотенциальной сбросной теплоты АО «АрселорМитталТемиртау» для теплоснабжения объектов в г.Темиртау // В кн. Труды Республиканской НТК «Сейфуллинские чтения-4».-Астана: КазГАТУ, 2008.-Т.3.-С.3.

6 Alimgazin A.S., Bakhtiyarova S.G., Shukraliev M.A. Heat pump technologies of the use of was telowgrade heat of industrial enterprise in of the Republic of Kazakhstan //Science Review.-2009.-Vol. II (4).-P.64-69.

7 Алимгазин А.Ш. Разработка схем и технологий использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения изолированных объектов: автореф. ...док. техн. наук / Алматы: АУЭС.- 2010. – С.44

8 Алимгазин А.Ш., Алимгазина (Бахтиярова) С.Г. Разработка технологий и внедрение теплонасосных систем теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в Республике Казахстан с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.- Астана: Изд-во “Арт-принт”.- 2010. - 171 С.

9 Алимгазин А.Ш., Петин Ю.М., Кислов А.П. Пути повышения энергетической эффективности теплонасосных технологий в Республике Казахстан // Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетика». - 2010. - № 2. - С.25-39.

10 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г. Теплонасосные технологии для теплоснабжения различных объектов. Опыт Республики Казахстан.- АВОК.- Энергосбережение.-2013. -№8.-С.68-73

11 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G. , Petin Y.M. Application of new genera-tion heat pump technologies using alternative energy pump technologies to generate additional heat energy a the heat power plants-2 (Astana city).// «IX Minsk International Seminar Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators, Power Sources», Minsk, Belarus, 07-10 September 2015, S.230-235.

12 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г., Петин Ю.М., Кислов А.П. Применение тепловых насосов нового поколения с использованием нетрадиционных источников энергии для выработки дополнительной тепловой энергии на ТЭЦ-2 г.Астаны.// Вестник

ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетическая». - 2015. - № 2. - С.6-14.

13 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г., Кислов А.П., Амренова Д.Т. Разработка технологий утилизации низкопотенциального тепла оборотного цикла водоснабжения промышленных предприятий Республики Казахстан с использованием тепловых насосов нового поколения.// Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетическая». - 2015. - № 2.- С.21-25

14 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G., Zhalmagambetov B.N. Analysis of prospects of technology heat pump to produce extra heat energy for JSC "ТПП-2" Astana.//Proc.: Proceedings of the 3 International Forum "Renewable energy: ways to increase the energy and economic efficiency» (REENFOR-2015).- Yalta, 17 - 19 November.- 2015.

15 Пол. решение по заявке № 2015/278.2 от 27 августа 2015 г. на патент Республики Казахстан на полезную модель «Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения» // Алимгазин А.Ш., Петин Ю.М., Алимгазина С.Г., Бахтияров А.Е.

## **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ ТОО «АЕС УСТЬ- КАМЕНОГОРСКАЯ ТЭЦ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**АЛИМГАЗИН А. Ш.**

**д.т.н., профессор, Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

**ЖАКУПОВ Р. А.**

**магистрант, кафедра «Теплоэнергетика», Евразийский национальный  
университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

В настоящее время в связи с принятием Закона «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» (№541-IV ЗРК от 13.01.2012 г.), реализацией Программы «Энергосбережение 2020», утвержденной Постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 августа 2013 года № 904, важным приоритетом является снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет внедрения энергосберегающих технологий и оборудования, позволяющих использовать нетрадиционные и возобновляемые источники энергии (НВИЭ).

Масштабная программа развития страны, представленная Н. Назарбаевым в новой экономической политике Казахстана «Нұрлы Жол», требует решения актуальных проблем развития индустриальной и энергетической инфраструктуры, модернизации систем тепло- и водоснабжения [1].

Однако курс традиционного наращивания мощностей ТЭЦ не всегда является перспективным без практического применения новых инновационных энергосберегающих технологий, к которым можно отнести *теплонасосные технологии* с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (теплота грунтовых вод, грунтов, сбросных вод предприятий с температурой от +5 °С до 45 °С) [2-8].

Одной из важнейших и перспективных задач в области энергосбережения и повышения энергоэффективности действующего оборудования тепловых электростанций Республики Казахстан является утилизация низкотемпературной сбросной теплоты систем оборотного водоснабжения (СОВ) станций [7-11].

Для широкомасштабного внедрения тепловых насосов (ТН) на имеющихся ТЭЦ страны важнейшей предпосылкой являются достаточно большие объемы теплоты, выбрасываемые в градирнях (даже при минимальном пропуске пара в конденсатор) [2-5, 7-13].

Необходимо исключить градирни из технологической схемы станции, поскольку они выбрасывают в атмосферу огромное количество тепловой энергии и водяного пара, при этом одновременно производство потребляет значительные объемы тепловой энергии, но с другими, более высокими температурами.

Согласно технологического цикла станций, в градирнях циркулирует вода с параметрами плюс 25–40 °С, а для систем горячего водоснабжения требуется вода с более высокой температурой (до +65 °С).

В этом случае применение градирен является расточительной и непродуктивной тратой сырьевых ресурсов, поскольку имеется возможность при помощи ТН утилизировать тепло, сбрасываемое градирнями, и одновременно выработать горячую воду с требуемыми параметрами. Заменяя градирню тепловым насосом, мы решаем сразу две задачи – охлаждаем теплоноситель в одном контуре (вместо градирни) и нагреваем теплоноситель в другом контуре, экономя до 40 % потребности в тепловой энергии.

Энергоэффективность применения ТН на станциях зависит от количества утилизированной теплоты и ее доли в потреблении высокопотенциальной тепловой энергии.

Как показывает проведенный обзор [2-5, 7, 8, 10-12], за рубежом (Европа, КНР, Россия) уже реализован ряд проектов с применением ТНУ на ТЭЦ, однако, к сожалению, в Казахстане прецедент пока отсутствует.

Существующий зарубежный опыт в этом направлении продемонстрировал, что применение ТН на ТЭЦ выгодно не только технологически (улучшается вакуум в конденсаторе и повышается выработка электроэнергии), но и экономически (реальная экономия топлива или повышение тепловой мощности ТЭЦ без дополнительных расходов на топливо и излишних капитальных затрат) [13-19, 22, 35-37].

В настоящее время только на ТЭС РАО «ЕЭС России» системой охлаждения технической воды (СОТВ) сбрасывается в окружающую среду не менее 140-150 млн. Гкал, что эквивалентно 24-26 млн. т.у.т. непроизводительного расхода топлива. Только в системе АО «Мосэнерго» выбросы в СОТВ на ТЭЦ Москвы составляют 45...50 млн. Гкал в год, что равносильно потере 7,2...8 млн. т условного топлива в год. Суммарная величина сбросного тепла на городских и прилегающих к Москве ТЭЦ в период с ноября по март отопительного сезона составляет 1600-2000 Гкал/ч. Технически возможна утилизация до 45 % низкопотенциальной теплоты (около 10 % от количества отпускаемой теплоты).

При разработке тепловой и технологической схемы теплонасосной установки (ТНУ) на ТЭЦ-28 АО « (Мосэнерго» (1999 г.) принималось во внимание, что на первом этапе внедрения ТНУ наибольший интерес представляет использование в качестве низкотемпературного источника теплоты для ТНУ сбросной теплоты циркуляционной воды после конденсатора турбины (в градирню) и ее передача в теплосеть [5, 7].

Аналогичные схемы реализована на ряде объектов КНР (например, на ТЭЦ (г. Шэньян) [7-8].

Приведенные примеры доказывают, что применение ТНУ на предприятиях топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан позволит в полной мере использовать широчайшие, никем не реализованные возможности увеличения энергоэффективности как при производстве, так и в использовании энергии.

Можно отметить, что в Республике Казахстане работы по применению ТН на действующих ТЭЦ проводятся группой отечественных ученых (научный руководитель – д.т.н., профессор Алимгазин А. Ш.) и российских специалистов, начиная с 2007 г. [6-13].

Приведенные примеры доказывают, что применение ТНУ на предприятиях топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан позволит в полной мере использовать широчайшие, никем не реализованные возможности увеличения энергоэффективности как при производстве, так и в использовании энергии.

На реальном объекте – ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» (УК ТЭЦ) предлагается использовать для утилизации сбросного тепла градирен станции тепловые насосы (ТН) с целью получения теплоты высоких параметров на ТЭЦ.

По опросному листу ТОО «AES УК ТЭЦ» предоставлена, в целом, необходимая первичная информация.

*Исходные данные:*

1. Источник низкопотенциального тепла для теплонасосной станции (ТНС) – теплота циркуляционных вод конденсаторов турбин УК ТЭЦ объемом  $G_{\text{нпн}}$  до 24 000 м<sup>3</sup>/час;

2. Объем годового производства тепловой энергии (Гкал/год) 2 532 169,4 Гкал/год и количество вырабатываемой электрической энергии (МВт-час). 1 109 696,500 МВт\*ч/год

3. Максимальная/средняя/минимальная температуры циркуляционной воды (°C): зима – вход - 40 °C, выход -15 °C; лето – вход – 40 °C, выход – 28 °C.

4. Максимальное охлаждение стоков в испарителе ТНС (сброс) до  $t_{\text{стоков (сброс)}} = 15$  °C.

5. Схема оборотного водоснабжения станции с указанием количества градирен:

– вентиляторная градирня (по проекту) 8 секций, 8 вентиляторов,

– установлено 6 секций и 6 вентиляторов максимальной производительностью по воде 24 000 м<sup>3</sup>/ч.

5. Начальная температура нагреваемой воды для ГВС, поступающей в конденсаторы тепловых насосов равна  $t_{\text{холод. вода}} = t_{\text{артез. вода}} = 8$  °C.

Таким образом, расчет ТНС необходимо производить для режима

$$t_{\text{артез. вода нагреваемая}} = 8 \text{ °C}$$

6. Нагрузка системы горячего водоснабжения (ГВС) станции – 115,47 Гкал/час;

Суммарная потребность в теплонасосном тепле на ГВС на 1 этапе равна

$$Q_{\text{нагрев. воды}} = 18 \text{ Гкал/час}$$

7. Температура нагреваемой воды для системы ГВС (с потерями) –

$$t_{\text{нагретой воды}} = +70^{\circ}\text{C}$$

Реально в наличии имеется один источник низкопотенциального тепла – градирни УК ТЭЦ с суммарным расходом воды примерно 24 000 м<sup>3</sup>/час.

Из данных опросного листа определяем максимальное количество сбросного низкопотенциального тепла, поступающего в градирни станции после конденсаторов турбин, т.е. определяем предельное количество низкопотенциального тепла, сбрасываемого на градирни QНПИ:

$$Q_{\text{НПИ}} = (40-15) \cdot 24 \cdot 10^6 = 600 \text{ Гкал/час (зима);}$$

$$Q_{\text{НПИ}} = (40-28) \cdot 24 \cdot 10^6 = 288 \text{ Гкал/час (лето);}$$

Соответственно, максимальное количество полезного тепла, которое может быть получено в ТНС при больших значениях коэффициентов преобразования, например, при  $\varphi = 6$  составит:

$$\begin{aligned} \text{а) зима } Q_{\text{полез}} &= \frac{\varphi}{\varphi-1} \cdot Q_{\text{НПИ}} \\ Q_{\text{полез}} &= 6 \cdot 600/5 = 720 \text{ Гкал/час,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{б) лето } Q_{\text{полез}} &= \frac{\varphi}{\varphi-1} \cdot Q_{\text{НПИ}} \\ Q_{\text{полез}} &= 6 \cdot 288/5 = 345,6 \text{ Гкал/час,} \end{aligned}$$

Таким образом, с учетом того факта, что нагрузка ГВС станции составляет 115,47 Гкал/час, появится возможность полного покрытия этой потребности за счет утилизации сбросного тепла, а оставшуюся часть полученного тепла направить на собственные нужды станции (подогрев химочищенной воды, подпиточной воды и т.д.), что, в конечном итоге, даст возможность отказаться от части пара с отборов турбин, идущей на эти цели, т.е. экономия пара, и возможность дополнительной выработки электроэнергии на ТЭЦ.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Послание Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева народу Казахстана «Нұрлы Жол – путь в будущее». 2014 г.: <http://www.24.kz/ru/news/top-news/item/34746-poslanie-glavy-gosudarstvaronaru-kazakhstanana-n-rly-zhol-put-v-budu-shchee>.

2 Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы/пер.с англ.- М.: Энергоиздат.-1982.- 224 с.

3 Бурдуков А.П., Петин Ю.М. Тепловые насосы для России: технология использования геотермального и сбросного тепла предприятиями // Оборудование. Разработки. Технологии. - 2007. - № 7(07). - С.27-32.

4 Бубялис Э., Марцинаускас К., Шкема Р. Возможности и перспективы применения тепловых насосов в производстве низкопотенциальной теплоты // Промышленная энергетика. – 2000. -Т.22, №3. - С.15-18.

5 Девянин Д.Н., Пищиков С.И., Соколов Ю.Н. Разработка и испытание на ТЭЦ-28 ОАО «Мосэнерго» лабораторного стенда по апробации схем использования тепловых насосных установок в энергетике // Новости теплоснабжения. - 2000. - №1. – С.86-93.

6 Alimgazin A.S., Bakhtiyarova S.G., Shukraliev M.A. Heat pump technologies of the use of was telowgrade heat of in dustrial enterprise in of the Republic of Kazakhstan //Science Review.-2009.-Vol. II (4). -Р.64-69.

7 Алимгазин А.Ш. Разработка схем и технологий использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения изолированных объектов: автореф. ...док. техн. наук / Алматы: АУЭиС.- 2010. – С.44

8 Алимгазин А.Ш., Алимгазина (Бахтиярова) С.Г. Разработка технологий и внедрение теплонасосных систем теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в Республике Казахстан с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.- Астана: Изд-во “Арт-принт”, 2010. - 171 с.

9 Alimgazin A. Sh., Petin Y. M., Alimgazina S. G., Application of new generation heat pump technologies using alternative energy sources to generate additional heat energy a the heat power plants in the republic of Kazakhstan.// Second International Forum Rewenable Energy - REENFOR–2014. Towards Raicing Energy and Economic Efficiencies (Moscow, 10 - 11 November 2014, p.p.27-32).

10 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г., Кислов А.П., Амренова Д.Т. Разработка технологий утилизации низкопотенциального тепла оборотных циклов водоснабжения промышленных предприятий Республики Казахстан с использованием тепловых насосов нового поколения.// Вестник ПГУим.С.Торайгырова, серия «Энергетическая». - 2015. - № 2.- С.21-25.

11 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G. , Petin Y.M. Application of new genera-tion heat pump technologies using alternative energy sources to generate addi-tional heat energy a the heat power plants-2

(Astana city).// «IX Minsk International Seminar Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators, Power Sources», Minsk, Belarus, 07-10 September 2015, S.230-235.

12 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G., Zhalmagambetov B.N. Analysis of prospects of technology heat pump to produce extra heat energy for JSC “TPP-2” Astana.//Proc.: Proceedings of the 3 International Forum “Renewable energy: ways to increase the energy and economic efficiency» (REENFOR-2015), Yalta, 17 - 19 November, 2015.

13 Положительное решение от 09.06.2016 г. №15495 по заявке на получение патента РК на полезную модель «Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения» – авторы Алимгазин А.Ш., Петин Ю.М., Алимгазина С.Г., Бахтияров А.Е. // Регистр. номер 2015/278.2 от 27 августа 2015 г. в РГКП «Национальный институт интеллектуальной собственности» МЮ РК

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НИЗКОПЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ВОДЫ КОНДЕНСАТОРОВ ТУРБИН АО «СТАНЦИЯ ЭГРЭС-2» ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ БЕРЕГОВОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ**

**АЛИМГАЗИН А. Ш.**

**д.т.н., профессор, Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

**БАХТИЯРОВ А. Е., БЕКТУРГАНОВ С. О.**

**магистранты, кафедра «Теплоэнергетика», Евразийский национальный  
университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана**

Одним из перспективных направлений эффективного использования теплонасосных технологий в Республике Казахстан является направление, связанное с утилизацией низкотемпературных тепловых отходов технологических процессов промышленных предприятий (сбросные воды предприятий, вода из системы оборотного водоснабжения и т.п.) с целью снижения вредных выбросов в атмосферу и одновременным получением теплоты более высоких параметров [1-5].

В Республике Казахстан действует 37 ТЭЦ, ряд ГРЭС, на которых в существующих системах оборотного водоснабжения сбрасывают с охлаждающей водой 45-55 % энергии топлива. Иногда решающим фактором в выборе площадки для строительства

ТЭС оказывается наличие естественных водоемов, способных без особого ущерба воспринять значительный объем бросовой теплоты (например, Усть-Каменогорская ТЭЦ, Согринская ТЭЦ и др.), тем самым осуществляя тепловое загрязнение этих водоемов [3-11].

Также промышленные предприятия (металлургия, нефтехимия, машиностроение и др.) потребляют в градирнях огромное количество воды для охлаждения машин и рабочих тел в различных технологических процессах. Эти «тепловые реки» имеют круглый год температуру 20-40 °С, практически не позволяющую использовать теплоту непосредственно, и охлаждаются в градирнях, прудах-охладителях, реках, отдавая в атмосферу вместе с теплотой часть воды.

При мировых тенденциях экономии топливных ресурсов, сбросное тепло в градирнях (прудах-охладителях, реках) необходимо полезно использовать [1-3, 5-11].

Промышленные тепловые насосы используют теряемое прежде вторичное тепло с высокой эффективностью (нормальный коэффициент преобразования электроэнергии в тепловую, или COP, для корректно подобранного под процесс теплового насоса находится в диапазоне 4-8), нагревая воду или воздух до 40-80 °С. Восстановленная энергия может быть направлена вновь для производственных процессов, для ГВС и обогрева помещений или для муниципальных теплосетей – возможны различные варианты.

Как известно, экономия (замещение) органического топлива с помощью ТН происходит за счет полезного вовлечения выбросов низкопотенциальной теплоты на тепловых электростанциях.

Это достигается двумя способами:

- прямым использованием охлаждающей технической воды ТЭЦ в качестве источника низкопотенциальной теплоты (ИНТ) для тепловых насосов (вместо реконструкции градирен);
- использованием в качестве ИНТ для тепловых насосов обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ, температура которой снижается до 20...25 °С.

Технически возможна утилизация до 45 % низкопотенциальной теплоты (НПТ), при этом обеспечивается:

- прирост электрической мощности (на 6...10 %) от установленной мощности теплофикационной турбины без затрат топлива на этот прирост;
- прирост тепловой мощности на величину утилизируемой теплоты, ранее выбрасываемой в систему охлаждения технической воды;

- возрастание отопительной нагрузки (на 15...20 %) при том же расходе первичной сетевой воды и снижение дефицита в сетевой воде на ЦТП в удаленных от ТЭЦ микрорайонах;

- появление резервного источника для покрытия пиковых тепловых нагрузок.

Прямое использование тепла технической воды, охлаждающей конденсаторы ТЭЦ в качестве источника низкопотенциальной теплоты (ИНТ) для ТН нового поколения (в обход градирни) дает возможность вернуть большую часть этой сбросной теплоты в тепловую схему станции (около 50-60 %). При этом:

- на производство этой теплоты не надо затрачивать дополнительную теплоты топлива;

- улучшается экологическая ситуация;

- за счет понижения температуры циркуляционной воды в конденсаторе турбин существенно улучшится вакуум и повысится электрическая выработка с турбин;

- сократятся потери циркуляционной воды и затраты на ее перекачку

Уже существует определенный зарубежный опыт в этом направлении (Финляндия, КНР, Россия и др.), который продемонстрировал, что применение ТН на ТЭЦ выгодно не только технологически (улучшается вакуум в конденсаторе и повышается выработка электроэнергии), но и экономически (реальная экономия топлива или повышение тепловой мощности ТЭЦ без дополнительных расходов на топливо и излишних капитальных затрат) [7 -9, 11].

Один из первых проектов по применению ТН на ТЭЦ в России был реализован в 1999-2000 г.г. на ТЭЦ-28 ОАО «Мосэнерго» в условиях ее реальной эксплуатации в широком диапазоне изменения определяющих параметров. В процессе испытаний в условиях реальной эксплуатации ТНУ на ТЭЦ ОАО «Мосэнерго» подтверждена возможность передачи сбросной теплоты циркуляционной воды конденсатора турбины ( $T_{\text{ЦВ}} = 25-30 \text{ }^\circ\text{C}$ ) в обратную тепломагистраль теплосети с достаточно высоким коэффициентом преобразования ( $K_{\text{ТНУ}} = 4,5 - 6$ ) [7, 8, 10, 11].

Приведем данные по некоторым объектам в КНР [10,11]

- а) на электростанции Шенту, расположенной в городе Шузу (северная провинция Шаньси, КНР), проведена модернизация каждой из 4 турбин энергоблоков с целью организации дополнительного отбора пара на теплофикацию через тепловые насосы.

В результате проведенных работ (2011-2014 г.г.) значительно повышена эффективность самой станции, и существенно улучшена экологическая обстановка в городе и регионе в целом. Подсчитано, что на каждый 1 МВт отпускаемой со станции тепловой энергии, примерно 0,3 МВт берется от охлаждающей воды после конденсатора.

б) другой пример реализации проекта с ТНУ:

- на муниципальной ТЭЦ города Янгжин (Китай) в 2010 году было установлено шесть ТНУ Шуанлян (Shuangliang) с производительностью 30 МВт каждый. Они утилизируют тепловую энергию градирен (температура 30-40 °С), и вырабатывают горячую воду с параметрами 70-90 °С для дополнительного теплоснабжения целого района города, утилизируя тепло, ранее сбрасываемое градирнями.

*Внедрение ТНУ в этом проекте позволило ежегодно:*

- дополнительно продавать тепловую энергию на сумму более 5 млн долларов (а тарифы на тепловую энергию в этом городе ниже, чем в России);

- сэкономить 500 000 тонн воды (она не испаряется в градирнях);

- сэкономить 49 300 тонн угля;

- уменьшить выбросы CO<sub>2</sub> на 98 600 тонн;

Срок окупаемости по внедрению ТНУ и использованию низкотемпературного сбросного тепла для обогрева предприятия составил менее чем два года.

Приведенные примеры доказывают, что применение ТНУ на предприятиях топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан позволит в полной мере использовать широчайшие, никем не реализованные возможности увеличения энергоэффективности как при производстве, так и в использовании энергии.

За счет внедрения ТНУ могут быть также реализованы колоссальные ресурсы повышения энергоэффективности, имеющиеся на нефтеперерабатывающих и нефтехимических производствах, машиностроительных, металлургических заводах, на предприятиях стройиндустрии, сельском хозяйстве и др., т. е. именно на тех типах производств, которые в настоящее время лидируют в промышленных секторах страны.

В данной статье рассмотрены возможности применения данной технологии для теплоснабжения здания береговой насосной станции (БНС) АО «Станция ЭГРЭС-2» с использованием низкотемпературного источника тепла – теплоты циркуляционных

вод конденсаторов турбин станции с помощью современного теплонасосного оборудования производства КНР.

Результат - замена существующего источника тепла для отопления здания БНС и определение перспектив теплоснабжения административно-производственных зданий и сооружений станции и пос.Солнечный с использованием сбросной теплоты оборотного цикла. На данном этапе работ получены все необходимые данные по существующей системе теплоснабжения цеха (общая тепловая нагрузка на отопление, Гкал/час; параметры теплоносителя и т.п.), характеристики отапливаемого здания, план-схема БНС и т.д. Здание БНС обеспечиваются теплом от существующей системы теплоснабжения объектов станции – котельного отделения котлотурбинного цеха (КТЦ).

В предварительных расчетах для работы теплонасосной системы теплоснабжения (ТСТ) предлагается следующий вариант использования альтернативных источников теплоты - теплоты циркуляционной воды конденсаторов турбин станции, сбрасываемой в пруд-охладитель с минимальной температурой от 12 °С (зима) до 32 °С (лето), а именно:

- замещение части тепловой нагрузки котлотурбинного цеха (КТЦ) станции на отопление здания БНС на ТСТ, покрывающую фактическую вышеуказанную тепловую нагрузку здания.

Реализация данного варианта дает возможность:

- осуществления на АО «Станция ЭГРЭС-2» пилотного проекта по использованию сбросной теплоты циркуляционных вод станции с применением нового энергосберегающего экологически чистого оборудования - тепловых насосов;

- экономии части угля, идущего на выработку тепловой энергии для нужд отопления цеха;

- соответственно уменьшения выбросов станции в окружающую среду и уменьшить тепловое загрязнение пруда-охладителя.

Рассмотрим существующую систему теплоснабжения здания БНС при следующих параметрах:

*а) отопление здания БНС*

- общий расход циркуляционной воды после конденсаторов турбин станции  $G_{\text{цирк}}^{\text{общ.}}$ , м<sup>3</sup>/час - от 120 000 до 130 000;

- минимальная температура циркуляционной воды +12 °С (зима), +32 °С (лето);

- нагрузка системы отопления здания БНС, Гкал/час – 0,116;

По заданным исходным параметрам проведен предварительный подбор теплонасосного оборудования с утилизацией части

низкопотенциальной теплоты циркуляционной воды системы технического водоснабжения для покрытия существующих тепловых нагрузок по отоплению здания БНС. При этом рассматривается вариант с подогревом воды в системе отопления до температуры теплоносителя +70 °С.

Тепловая нагрузка по отоплению определялась как:

$N_{от} = 0,116 \text{ Гкал/час} * 1163 \text{ кВт} = 134,9 \text{ кВт}$  тепловой энергии,

По исходным параметрам воды в качестве базового оборудования для покрытия тепловой нагрузки по отоплению ( $N_{от}$ ) выбран 1 тепловой насос типа GSHP-160P с тепловой производительностью 157,96 кВт и электрической мощностью 38,66 кВт (с учетом привода насосов), использующие в качестве хладагента фреон марки R-134a.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы/пер.с англ.- М.: Энергоиздат.-1982.- 224 с.

2 Бурдуков А.П., Петин Ю.М. Тепловые насосы для России: технология использования геотермального и сбросного тепла предприятиями // Оборудование. Разработки. Технологии. - 2007. - № 7(07). - С.27-32.

3 Алимгазин А.Ш. Оценка возможностей использования низкопотенциальной сбросной теплоты АО «АрселорМитталТемиртау» для теплоснабжения объектов в г.Темиртау //В кн. Труды Республиканской НТК «Сейфуллинские чтения-4».-Астана: КазГАТУ, 2008.-Т.3.-С.3.

4 Алимгазин А.Ш., Бергузинов Н.А. Возможности применения теплонасосных технологий путем утилизации низкотемпературных тепловых отходов промышленных предприятий в Республике Казахстан // Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетика».-2010.- № 2.-С.6-15.

5 Alimgazin A.S., Bakhtiyarova S.G., Shukraliev M.A. Heat pump technologies of the use of was telowgrade heat of in dustrial enterprise in of the Republic of Kazakhstan //Science Review.-2009.-Vol. II (4).- P.64-69.

6 Алимгазин А.Ш. Разработка схем и технологий использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии для теплоснабжения изолированных объектов: автореф. ...док. техн. наук / Алматы: АУЭиС.- 2010. – С.44

7 Алимгазин А.Ш., Алимгазина (Бахтиярова) С.Г. Разработка технологий и внедрение теплонасосных систем теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий в Республике Казахстан с использованием нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.- Астана: Изд-во “Арт-принт”, 2010. - 171 с.

8 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г. Теплонасосные технологии для теплоснабжения различных объектов. Опыт Республики Казахстан.- АВОК.- Энергосбережение.-2013.-№8.-С.68-73

9 Алимгазин А.Ш., Алимгазина С.Г., Кислов А.П., Амренова Д.Т. Разработка технологий утилизации низкопотенциального тепла оборотных циклов водоснабжения промышленных предприятий Республики Казахстан с использованием тепловых насосов нового поколения.// Вестник ПГУ им.С.Торайгырова, серия «Энергетическая». - 2015. - № 2.- С.21-25.

10 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G. , Petin Y.M. Application of new generation heat pump technologies using alternative energy sources to generate additional heat energy at the heat power plants-2 (Astana city).// «IX Minsk International Seminar Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators, Power Sources», Minsk, Belarus, 07-10 September 2015, S.230-235.

11 Alimgazin A.Sh., Alimgazina S.G., Zhalmagambetov B.N. Analysis of prospects of technology heat pump to produce extra heat energy for JSC “ТРП-2” Astana.//Proc.: Proceedings of the 3 International Forum “Renewable energy: ways to increase the energy and economic efficiency» (REENFOR-2015), Yalta, 17 - 19 November, 2015.

12 Положительное решение от 09.06.2016 г. №15495 по заявке на получение патента РК на полезную модель «Теплонасосная установка для отопления и горячего водоснабжения» – авторы Алимгазин А.Ш., Петин Ю.М., Алимгазина С.Г., Бахтияров А.Е. // Регистр. номер 2015/278.2 от 27 августа 2015 г. в РГКП «Национальный институт интеллектуальной собственности» МЮ РК

## **ҚЫСҚЫ ЖЫЛЫЖАЙ ЖАҒДАЙЫНДА КӨҢНЕН АЛЫНАТЫН БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖЫЛУДЫ ПАЙДАЛАНУ МҮМКІНДІГІ**

**АЛЬМИШЕВ У. Х.**

**а.-ш.ғ.д., профессор**

**НЫҒЫМАН Г. Д., ФАТКУЛИНА Н.**

**студенттер, С. Торайғыров атындағы ПМУ, Павлодар қ.**

Адамзат органикалық қалдықтардан биогаз алуды ерте заманнан бастаған. Арнайы жүргізілген археологиялық қазбалар көрсеткеніндей қазіргі Германия территориясында биогаз алатын қарапайым қондырғылар табылған. Эльба өзені аумағында орналасқан тайпалар өзен аңғарының батпақты жерлерінен байқалатын су көпіршіктерін айдаһардың демалғандағы бөліп шығаратын буы деп есептеген. Осы себепті айдаһарлар адамдарға тиіспеуі үшін оларға арнайы тағамдар қалтыратын болған. Уақыт өте келе тайпалар судан шығатын газды пайдалану жолын ойластырған. Ол үшін мал терісін конусқа ұқсатып тігіп, оның бір жағын газ шығаратын жерге, ал екінші жағын өзі тұратын үйге кіргізіп, сол арқылы үйді жылытуға, тамақ пісіруге пайдаланған. Бұл әдіс олар үшін тиімді болған, себебі ол аймақта құрғақ отын табу мүмкін емес еді.

XVII ғасырда Ян Бабтист Ван Гельмонт биологиялық масса шірігенде жанатын газ бөлінетінін анықтады. Келесі ғалым Алессандро Вольта 1776 жылы отқа жанатын биологиялық газдың шығуы биологиялық массаның көлеміне тәуелді екенін анықтады. 1808 жылы сэр Хемфри Дэви биологиялық заттардың шіруі кезінде метан газының бөлінуін көрсеткен [1].

1859 жылы Үндістанның Бомбей қаласында биологиялық газды өндіруге болатын алғашқы қондырғы құрастырылды. 1895 жылы Ұлыбританияда биологиялық газды пайдалана отырып көше шамдарын жарықтандыруға пайдаланды. Қазіргі кезде Швейцарияның Берн, Базель, Женева және Норвегия, Румыния қалаларындағы көптеген автобустар биологиялық газбен жүреді [2,3,4].

Қытайда осы күні 70 мыңнан астам адам биогаз өндірісінде жұмыс істеуде.

Соңғы жылдары Еуропа елдерінде биологиялық газды үйді жылытуға пайдалану кең ауқым алуда.

Данияда 1999 жылдың Қазан айына дейін 1984-1998 жылдары арасында салынған 20 орталандандырылған биогазды қондырғы

жұмыс істеген. Орталандандырылған биогазды қондырғылардың (заводтардың) негізгі концепциясы, ол бірнеше жақын жатқан ауыл аймақтардан шикізатты жеткізу. Ал көктемде шіріген өнімді сол ауыл аймақтарына жер тыңайтқыш ретінде жеткізіледі. Орталандандырылған биогазды қондырғыларынан басқа Дания үкіметі 1994 жылдан бастап көлемі 150-200 м<sup>3</sup>, аз көлемді фермерлік қондырғыларын салу концепциясын қолдауда. 1997 жылы Данияда 20 аз көлемді фермерлік қондырғы, жылу- және электрэнергиясын шығарып, жұмыс істеді. Биотыңайтқыштарды қолданғанан түсетін табыстар – минералды тыңайтқыштарды сатып алуға кететін қаржы және ауыл шаруашылық өнімдерінің өнімділігінің ұлғаюы. Жалпы энергияға қарағанда биомассаның өндірілуі және тұтынылуы 1.1 –суретте көрсетілген.



1.1 сурет – Жалпы энергияға қарағанда биомассаның өндірілуі және тұтынылуы

Дамыған және дамып келе жатқан елдерде ауылшаруашылықтың экономикалық дамуы биомассаның қолданудың артықшылығының бірі болып табылады. Фермерлердің табыстарының ұлғаюы және нарықтың диверсификациясы, аграрлық жаңа технологиялар және қосымша ақша түсімдері, халықаралық нарықтағы бәсекелестіктің көбеюі, ауылшаруашылық секторындағы жалпы экономикалық жандануы, қоршаған ортаға жағымсыз әсердің азаюы бұлардың бәрі биомассаны энергия көзі ретінде қолданудың маңызды факторлары. Жаңа қаржы түсімдері фермерлердің және басқа да ауыл тұрғындарының материалдық жағдайларын жақсартып, жергілікті экономиканың одан әрі дамуына жол ашады.

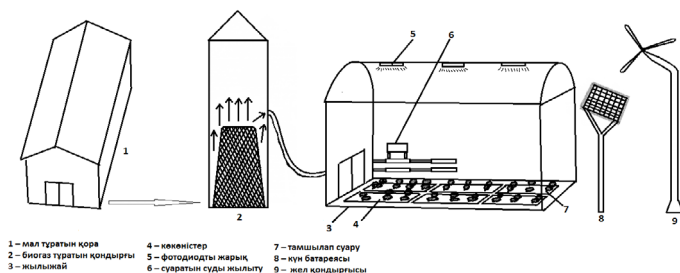
Өкінішке орай, Қазақстанда биологиялық газды өндіріс саласына пайдалану жүйесі осы күнге дейін кенже қалып отыр [5].

Біздің осы жұмысты жазудағы негізгі мақсатымыз ірі қара мал көңін қысқы сақтау кезінде бөлініп шығатын биологиялық жылуды жылыжайды жылытуға пайдаланып, онда қызанақ, қияр және т.б. көкіністерді өндіру мүмкіндігін көрсету.

Елімізде, оның ішінде ауылды жерлерде өзекті болып тұрған салалардың бірі – мал қалдықтарын (көң) зарарсыздандыру. Ауылшаруашылығы өндірісінде қалдықтарды зарарсыздандыру тұрақты көңіл аударуды талап етеді. Қазіргі кезде ауылдық елді-мекендерде, қысқы мал көңін бір жерге үйіп, мүмкін болса бау-бақшаға шашып, ал көбінесе ауыл сыртына шығарып тастайды. Бұл қоқыстар үйіндісі жылдан-жылға артып, елдің санитарлық жағдайын да төмендетуде [6].

Біздің жұмыс жасаудағы ұсынысымыз жоғарыда аталған мал көңін шаруашылыққа пайдалы, әрі тиімді, қол жетімді іске пайдалану жолын көрсету.

Ауылда тұрып, ірілі-кішілі мал ұстайтын адамдардың бәрі біледі – малдан жиналған көнді бір жерге жинаса, уақыт өте келе көндегі жүретін биологиялық үрдіске байланысты көң қызып, одан белгілі мөлшерде жылу бөлініп шығады. Біздің ойымыз осы аталған көңнен бөлініп шығатын биологиялық жылы газды қысқы жылыжайды жылытуға пайдалану. Ұсыныстың нобайы төмендегідей.



Біздің есебіміз бойынша малдан шыққан көнді арнайы жасалған көң сақтағыш қондырғыны әкеліп, бір қабатын сабан қалдығы, ал екіншісін көңмен араластыра үйеді. Бірнеше тәуліктен соң онда көң қызуы үрдісі жүре бастайды. Сол кезеңнен бастап, көңнен бөлінетін биологиялық жылуды жылыжайға жібере бастайды. Көң өзінің шіруі кезіндегі температура 30-60 °С-ға дейін көтеріледі, яғни көкөніс үшін өте тиімді.

Көң қызуынан келген жылу тек қана жылыжайды жылытып қана қоймай арнайы қондырғыдағы көкөністі суаруға пайдаланатын суды да жылытады. Жылытылған су тамшылап суару әдісі бойынша көкөніс өскіндеріне беріледі. Бұл да өз кезегінде көкөніс өскіндерінің жылдам өркендеуіне, дамуына өз көмегін келтіреді.

Күн батареясы мен жел қондырғылары арқылы алынатын баламалы электр энергиясы жылыжайдағы фотодиоттар арқылы көкөністерді тәулік бойы жарықтандыруға мүмкіндік береді(фотосинтез үрдісі қарқынды жүреді).

Біздің бағалауымыз бойынша аталған қондырғыларды орнату шаруашылық үшін көп шығынды қажет етпейді, әрбір ауыл жанұясы өз қолымен жасап алып,өз игілігіне,қажет болса жиналған өнімді сатып, кеткен шығынды ғана жауып қоймай,қосымша табыс табуға да мүмкіндік алады.

Ұсынған жұмыстың басқа жұмыстардан ерекшелігі – биологиялық таза өнім алып қана қоймай, көңді қалдықсыз технологиямен өндіру (жылу алу, суды жылыту, тыңайтқыш ретінде пайдалану,тазалық), баламалы электр энергиясын пайдалану арқылы өнімнің өзіндік құнын төмендетуге мүмкіндік береді. Біздің жобалауымызша қазіргі нарықтағы қыс кезеңінде 800-1400 теңгеге дейін көтерілетін қызанақ бағасын 300-400 теңгеге дейін төмендетуге мүмкіндік алуға болады. ЭКСПО-2017 жылғы Астанада өтетін баламалы жасыл энергияны ауылшаруашылығы салаларында кеңінен пайдалану талаптарына аталған жұмыс толық жауап береді деп ойлаймыз.

#### **Биогаз қондырғысын қолданудың экономикалық пайдасы:**

- отын мен электроэнергия үнемделеді;
- тыңайтқыш пен гербицид үнемделеді;
- биогаз және биотыңайтқышты сатуға болады;
- ауылшарушылық өсіміктерінің өнімі жоғарылайды;
- үй жануарлары мен құстарға жем қоспалары қолданылады;
- биогаз қондырғылары бір жыл шамасында шығымын өтейді;
- органикалық қалдықтар жинақталмай, қолданылуына байланысты, ауа тазартылып, респираторлық және көз аурулары азаяды;
- органикалық қалдықтардағы микроорганизмдердің жойылуына байланысты эпидемиялық жағдай жақсарады;
- экологиялық таза тыңайтқыш қолданылуына байланысты экологиялық таза ауылшаруашылық өнімдерден денсаулық жақсарады;

– тезек, көмір, ағаш отынды жинауға, тасымалдауға, кептіруге жіберілетін уақыт, қаржы үнемделеді және сақтау орны қажет болмайды;

– органикалық қалдықтардағы шөп тұқымдарының жойылуына байланысты, арамшөпті жинауға жіберілетін уақыт үнемделеді.

#### **Биогаз қондырғысын қолданудың экологиялық пайдасы:**

– ашық сақталатын көннен түзілетін метанның (парник газы) атмосфераға бөлінуі азаяды;

– көмір, ағаш отындарының жану өнімдері мен көмірқышқыл газдың бөлінуі азаяды;

– жағымсыз иісті азот қосылыстарымен ауаның ластануы азаяды;

– көнмен су ресурстарының ластануы азаяды;

– ағаштар (орман) отын ретінде қолданудан сақталады;

– химиялық тыңайтқыштарды қолдану азаяды.

Яғни, ауыл тұрғындарының тұрмысына және шаруашылығына қажетті энергия көзімен олардың малдары түзетін шикізат бөліп шығаратын биогаз мөлшері толығымен қамтамасыз ете алады. Бірақ, ауылда анықталған көлемде биореакторлы биогаз қондырғысы орнату ұсынылады.

#### **ӘДЕБИЕТТЕР**

1 Биогаз: и греет, и варит. Журнал «Моделист - конструктор», 1987, №1, 10 -11бет.

2 Выбирая будущее. Новые методики экологического образования. Изд. ЭкоОбраз. Караганда, 2001ж. 15бет.

3 Тодорова Н. «Энергия ... из мусорной кучи?» Газета «Казахстанская правда» №192 от 16 августа 2001ж.

4 Тонкобаева Л. В этом доме – биогаз. Молодежно эколого – правовой журнал «Я и Земля», № 7(17), ноябрь, 2001ж, 4-5 бет.

5 В. Володин, Н. Хазановский «Энергия 21 ғасыр».

6 Уделл В.Д «Күн энергиясы», 2011.

# **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДСОРБЦИОННОГО КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ТРИХЛОРМЕТАНА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ**

**АМЕРХАНОВА Ш. К.**

**д.х.н., профессор, Карагандинский государственный университет  
имени Е. А. Букетова, г. Караганда**

**УАЛИ А. С.**

**к.х.н., доцент, Карагандинский государственный университет  
имени Е. А. Букетова, г. Караганда**

**ИМАНКУЛОВА А. Е.**

**магистрант, Карагандинский государственный университет  
имени Е. А. Букетова, г. Караганда**

В связи с возрастающим загрязнением поверхностных вод, все более сложной становится задача получения высококачественной питьевой воды. В последние годы в поверхностных водах рек Казахстана отмечается превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) по нефтепродуктам, фенолам, легко окисляемым органическим веществам. Традиционные технологии подготовки питьевой воды с использованием в качестве дезинфектантов хлора или хлорсодержащих реагентов приводят к вторичному ее загрязнению. Галогенорганические соединения – одни из самых распространенных вторичных загрязнителей, основная доля среди которых приходится на хлороформ. Установлено, что трихлорметан обладает канцерогенными свойствами [1, с. 5]. Поэтому, очистка питьевой воды от трихлорметана важна и актуальна.

Одним из эффективных способов извлечения микроколичеств органических соединений является адсорбционный метод. Цель данной работы- разработка технологии адсорбционной очистки воды от трихлорметана с использованием углеродных сорбентов. Для этого необходимо провести комплексное исследование равновесия, кинетики и динамики адсорбции в системе водный раствор трихлорметана – сорбент.

В работе изучены адсорбционные свойства активных углей марки БАУ, выпускаемого промышленностью и углеродного сорбента, на основе отходов хвойной древесины.

Эксперименты по изучению сорбции в статических условиях проводили по методу математического планирования, по результатам которого было получено обобщенное уравнение Протодьяконова, описывающее влияние всех факторов (рН, продолжительность контакта сорбента с раствором, исходная концентрация сорбента). Это уравнение

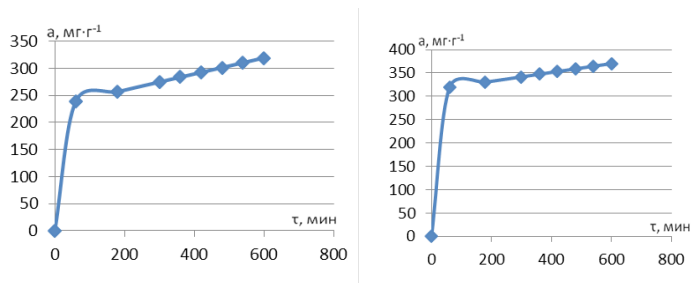
дает возможность прогнозировать сорбционную емкость изучаемого сорбента при варьировании вышеуказанных факторов [2, с. 285].

Исследование кинетики адсорбции трихлорметана активным углем проведено в линейной области изотермы адсорбции на модельном водном растворе с концентрацией трихлорметана 1, 3, 5 мг/дм<sup>3</sup> из ограниченного объема при постоянном перемешивании. Величина адсорбции, зависящая от времени контакта сорбента с раствором, рассчитывается по формуле 1:

$$a_{\tau} = (c_0 - c_{\tau})V_p/m_1 \quad (1)$$

где,  $a_{\tau}$  - адсорбция угля ко времени  $\tau$  контакта раствора трихлорметана с сорбентом, мг/г;  $c_0$  - исходная концентрация хлороформа в растворе, моль/дм<sup>3</sup>;  $c_{\tau}$  - концентрация трихлорметана в растворе после контакта с сорбентом мг/дм<sup>3</sup>;  $V$  - объем пробы раствора, дм<sup>3</sup>;  $m_1$  - масса сорбента, г.

Кинетические кривые на примере системы водный раствор хлор трихлорметана – БАУ, водный раствор трихлорметана – УД-мод приведены на рисунке 1.



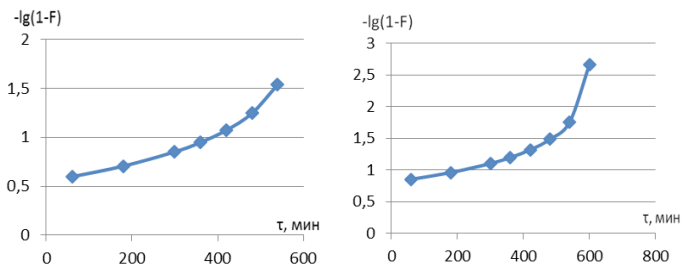
а) БАУ

б) УД-мод

Рисунок 1 – Интегральные кинетические кривые сорбции трихлорметана на сорбентах БАУ, УД-мод при исходной концентрации трихлорметана: 1%, 3%, 5%, температура 298 К, рН 4

Как видно из рисунка 1, полное сорбционное равновесие достигается при температуре 298 К после 600 мин контакта. Их литературных данных [3, с. 5] известно что сорбционный процесс протекает в несколько стадий. Для определения режима процесса сорбции (внешне- или внутридиффузионный) данные были обработаны по методу Бойда, как показано на рисунке 2. Далее была построена зависимость  $-\lg(1-F)$  от  $\tau$ . В данных условиях

фиксируется линейный участок во всем временном интервале при температуре 298 К. Из данных зависимости  $F - \tau^{1/2}$  на рисунке 2 видно, что лимитирующей стадией сорбции трихлорметана является внешняя диффузия.



а) БАУ

б) УД-мод

Рисунок 2 – Зависимость  $-\lg(1 - F)$  от  $\tau$  для сорбции трихлорметана, исходная концентрация трихлорметана 1%, 3%, 5%, pH 4

Для выявления вклада химической стадии в общую скорость процесса были получены кинетические кривые сорбции и обработаны путем применения моделей псевдо-первого порядка и псевдо-второго порядка. Параметры, рассчитанные на основании интегральных кинетических кривых с использованием выше перечисленных моделей, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уравнения моделей химической кинетики и константы скорости процесса сорбции, исходная концентрация трихлорметана 1%, 3%, 5%, pH 4, 298 К

Сорбент	Модель, уравнение	а, мг · г <sup>-1</sup> (эксп)	а, мг · г <sup>-1</sup> (расч), по модели	Константа скорости $k_1$ (мин <sup>-1</sup> ) $k_2$ (г · (г · мин) <sup>-1</sup> )
БАУ	Псевдо-первого порядка $a_t = a_c(1 - e^{-k_1 t})$	320,00	329,97	$k_1 = 8,4 \cdot 10^{-3}$
	Псевдо-второго порядка $a_t = \frac{1}{\frac{1}{k_2 \cdot a_s^2} + \frac{t}{a_s}}$		11346,3	$k_2 = 7 \cdot 10^{-4}$

УД-мод	Псевдо-первого порядка $a_t = a_c(1 - e^{-k_1 t})$	371,00	373,72	$k_1 = 1,12 \cdot 10^{-2}$
	Псевдо-второго порядка $a_t = \frac{t}{\frac{1}{k_2 \cdot a_s^2} + \frac{t}{a_s}}$		8671,46	$k_2 = 4 \cdot 10^{-4}$

Из данных, представленных в таблице 1 видно, что сорбция хлороформа наиболее адекватно описывается моделью псевдо-первого порядка. Следует отметить, что уравнение модели псевдо-первого порядка идентично уравнению для пленочной диффузии [4, с. 649].

В результате расчетов было установлено, что в случае сорбции трихлорметана сорбентом БАУ степень очистки составляет 90,86 % при условиях рН=4, времени контакта 600 мин и температуре 298 К. Анализ экспериментальных данных, полученных по сорбции трихлорметана на активных углях на основе отходов хвойной древесины, показал что степень очистки составляет 93,14 %, достигается при проведении сорбционной очистки при рН=4, времени контакта 600 мин и температуре 298 К. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности применения полученного сорбента для очистки вод от трихлорметана.

Изотермы адсорбции были приведены к линейному виду по уравнению Ленгмюра, на основании которого был проведен расчет констант адсорбции при температурах 298 К, 308 К, 318 К. На основании констант сорбции был проведен расчет энергии активации  $E_a$ , изменения энтальпии ( $\Delta H^\#$ ), изобарно-изотермического потенциала ( $\Delta G^\#$ ), энтропии активации ( $\Delta S^\#$ ) сорбции трихлорметана на сорбентах в указанном интервале температур, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Термодинамические характеристики кинетики сорбции трихлорметана

Параметры	Т, К	Сорбция трихлорметана	
		БАУ	УД-мод
Константы скорости $k \cdot 10^{-3}, c^{-1}$	298	0,2440	0,3420
	308	0,2430	0,3620
	318	0,2330	0,3500
Е, кДж/моль	298К - 318К	4,87	5,12

- $\Delta S^\#$ , Дж/моль·К	298	822,16	27,85
	308	793,42	27,40
	318	768,94	27,05
- $\Delta G^\#$ , кДж/моль	298	4,81	4,67
	308	4,18	4,81
	318	4,33	4,97
- $\Delta H^\#$ , кДж/моль	298К - 318К	240,19	240,19

Анализ полученных данных результатов позволяет сделать вывод о том, что сорбция трихлорметана на рассматриваемых сорбентах идет достаточно активно. Отрицательные значения энтальпии и изобарно-изотермического потенциала свидетельствует о самопроизвольном характере процесса сорбции. Полученные результаты позволяют считать, что происходит образование прочных адсорбционных комплексов, при этом емкость сорбентов по отношению к органическому веществу достаточно высока, следовательно, позволяет извлекать из воды достаточно большие количества в широком диапазоне температур.

На основании комплексного изучения адсорбции трихлорметана из водных растворов активными углями различных марок можно сделать заключение о том, что для очистки вод от хлороформа эффективно использование активных углей УД-мод, так как степень очистки составляет 93,14 %. Таким образом, результаты проведенных исследований процессов сорбции трихлорметана из водных растворов активными углями могут быть использованы при разработке технологии адсорбционной очистки.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Бейбитова А.Д. Инвентаризация ПХД-содержащего оборудования в Республике Казахстан. Доклад на Втором семинаре в рамках проекта ПРООН/ГЭФ «Начальная помощь Республике Казахстан по выполнению обязательств по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях». ПРООН, Астана, 2005, 5 с

2 Амерханова Ш.К., Уали А.С., Жаслан Р.К. Изучение свойств активных углей, полученных из сухих шишек сосны обыкновенной // Химия растительного сырья.- 2015. - №1. – С. 285-289.

3 Толмачев А.М. Описание адсорбционных равновесий / А.М. Толмачев // Сорбционные и хроматографические процессы. Воронеж, 2009. –Т . 9. –Вып. 1. – С 5-32.

4 Краснова Т.А. Разработка сорбционной технологии очистки воды от хлороформа / Краснова Т.А., Кирсанов М.П., Ушакова О.И. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – № 9. – С. 649–653.

## ПЕРЕРАБОТКА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ШЛАКОВ

АУБАКИРОВ Ж. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЖУНУСОВ А. К.

к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ЖУНУСОВА А. К.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На сталеплавильном заводе ТОО KSP «Steel» (г. Павлодар) задача по утилизации собственных отходов не решена и является актуальной. На заводе скапливается большое количество аспирационной пыли, металлургических шлаков, окалины и т.д. Если окалина и первичные шлаки используется в производстве стали и в качестве дорожного щебня, то конечные шлаки не находят дальнейшего применения. Утилизация, складирование и хранение данных отходов требуют определенных денежных средств, которые могут исчисляться миллионами.

В данной работе исследованию по получению газобетона в лабораторных условиях подверглись так называемые конечные шлаки агрегата ковш-печь (шлаки АКП). Это шлаки, сформировавшиеся в конце плавки (конечные шлаки) и содержат незначительное количество железа. В дуговых электропечах при проведении восстановительного периода под шлаком АКП содержание оксидов железа снижается до <1 %, содержание CaO возрастает до 55-60 %. Данные шлаки из-за большого содержания CaO имеют структуру рассыпания. Эти шлаки также не находят применения на заводе [1, 2]. Хотя по химическому составу данные шлаки АКП соответствуют для использования их в производстве цемента (Таблица 1). Химический состав шлаков АКП приведен в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав цемента М-500

Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K	п.п.п
4,7	21,55	5,55	65,91	1,46	0,35	0,49

Таблица 2 – Химический состав шлаков АКП

Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	Осн.
2,2	21,3	2,4	55,8	4,6	0,7	0,96	2,6

При проведении нами опытов по получению газобетона использовали песок, шлак АКП, известь и алюминиевую пудру. Шлак АКП использовали в качестве заменителя цемента. На начальном этапе весь материал предварительно измельчили на щековой дробилке. Затем отдозированную шихту перемешивали в смесителе, порционно добавляли суспензию из горячей воды и алюминиевой пудры, способной вступать в реакцию с известковым веществом. В итоге данная реакция происходит с образованием водорода, заполняющего многочисленные поры или пузырьки сырьевой массы, имеющие размер 0,5-2 мм, которые равномерно пронизывают весь пористый материал. После чего смесь залили в специальную форму и выдерживали в течении нескольких суток, т.е. сушку производили естественным способом при комнатной температуре. После сушки в течении недели, раствор имел слабую пористую структуру. Подвергать испытанию на прочность не было смысла, так как полученный материал рассыпался при слабом прикосновении.

В следующем опыте песок заменили на шлак АКП. Известь и алюминиевую пудру оставили, как и в предыдущем опыте. В состав смеси ввели цемент. После смешивания и ввода суспензии на основе воды и алюминиевой пудры, раствор разлили в специальный прозрачный сосуд. Сосуды со смесью раствора разделили на образцы № 1 и № 2. Высоту раствора в сосуде отметили специальной насечкой. После разливки раствора наблюдали за происходящим процессом реакции. Реакция происходила в течении 20-25 мин. В течений этого времени раствор в сосуде увеличился на 40 %. На поверхности раствора наблюдалось образование многочисленных пор.

После замера высоты увеличения, раствор поставили на сушку, на двое суток в комнатных условиях. Образец № 2 оставили сушить в естественных условиях. Образец № 3 состояла из смеси: шлака АКП, цемента, извести и алюминиевой пудры, как и в пробе № 1 и 2.

При проведении следующего опыта решили выполнить газобетон по традиционной технологии. Смесь состояла из песка (образец № 4), цемента (20 %), извести (20 %), алюминиевой пудры (1 %). Данный состав газобетона используют многие производители в Казахстане и России.

Одним из основных направлений в производстве газобетона является технология сушки. От сушки зависит как прочность, так и плотность газобетона. В производственных условиях технология сушки газобетона в основном происходит в автоклавах. Автоклавная сушка ускоряет процесс производства газобетона. Также существует технология сушки естественным способом. На сушку естественным способом уходит довольно много времени. По ГОСТ 12730.1-78 сушка проходит в течении 28 суток (для определения плотности газобетона). При наблюдении за естественной сушкой, газобетон после недельной выдержки в комнатных условиях был высушен примерно на 40-50 %. Поэтому образец № 1 подвергли сушке в печи при 100 °С в течении 1 часа. После сушки полученный газобетон испытывали на гидравлическом прессе на определение прочности по ГОСТ 10180-90. Прочность исследуемых образцов газобетона представлена в таблице 3. Для образцов № 2, 3, 4 прочность не приводится, так как в данный момент данные пробы проходят процесс сушки.

Таблица 3 – Прочность исследуемых образцов газобетона

Наименование	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Прочность, кгс/см <sup>2</sup>	6,3	-	-	-

Таким образом, можно констатировать о целесообразности использования шлаков АКП сталеплавильного производства ТОО КSP «Steel» в производстве газобетона. Для этого необходимо:

- продолжить углубленные исследования получения газобетона различного состава, с изменением количества цемента, влияющие на плотность и прочностные характеристики в соответствии с ГОСТами;

- прочность полученного образца № 1 после недельной сушки в естественных условиях показал 6,3 кгс/см<sup>2</sup>, по ГОСТ 10180-90 показатель прочности равен 5-50 кгс/см<sup>2</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Жунусов А.К., Кулумбаев Н.К., Толымбекова Л.Б., Спанов С.С. Исследования переработки отходов металлургических производств г. Павлодара // Вестник ПГУ. – Павлодар, 2015. – № 1. – С.54-58.

2 Жунусов А.К., Байсанов С.О., Толымбекова Л.Б. Получение окатышей из отходов сталеплавильного производства // Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья: Материалы Межд. науч. практ. конф. (25-26 июня 2015 г). – Караганды, 2015. – С.601-602.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГАЛЛИЯ ИЗ ПРОМПРОДУКТОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**АХМАДИЕВА Н. К.**

вед. инженер., Институт Металлургии и Обогащения, г. Алматы

**АБДУЛВАЛИЕВ Р. А.**

к.т.н., зав. лабораторией, Институт Металлургии и Обогащения, г. Алматы

**ГЛАДЫШЕВ С. В.**

к.т.н., вед.науч.сотр., Институт Металлургии и Обогащения, г. Алматы

**БЕЙСЕМБЕКОВА К. О.**

науч.сотр., Институт Металлургии и Обогащения, г. Алматы

В настоящее время в связи с ухудшением качества бокситов, которыми располагает глиноземная промышленность Республики Казахстан, а также необходимости охраны окружающей среды большую актуальность приобретает вопрос комплексного использования глиноземсодержащего сырья.

Необходимы исследования и разработка технологий получения концентратов редких металлов, в том числе и галлия, из промпродуктов глиноземного производства.

Эффективные технические решения могут быть востребованы при освоении новых месторождений бокситов Казахстана и модернизации действующего производства [1, с. 171].

Проведены испытания электрохимического получения металлического галлия из галлиевого концентрата, выделенного из промпродуктов действующего глиноземного производства, оборотной соды, железистых песков и красного шлама проводили на электролизере с дисковым вращающимся галлированным катодом.

Химический состав промпродуктов глиноземного производства приведен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав промпродуктов глиноземного производства

Наименование	Химический состав промпродуктов, %				
	Na <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ga	V
Красный шлам	11,5	21,8	31,9	0,0034	0.055
Железистые пески	0,36	16,4	56,0	0,0057	0.078
Оборотная сода	54,5	3,5	0,05	0,0016	0.0061

Красный шлам получают при переработке боксита ветви Байера. Выход красного шлама составляет 50 % от боксита.

Таблица 2 – Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа исходного красного шлама

Соединения	Химическая формула	%
Гиббсит	Al(OH) <sub>3</sub>	22.9
Каолинит – 1А	Al <sub>2</sub> (Si <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )(OH) <sub>4</sub>	18.8
Алюмосиликат натрия	Na1.74Al2Si8.5O20.87	24.1
Силикат железа	Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	19.9
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.9
Олиоглаз	(Na,Ca)Al(Al,Si)Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	5.3

Железистые пески после стадии мокрого размола выводятся из производственного цикла переработки железистых бокситов.

Таблица 3 – Рентгенофазовый полуколичественный анализ пробы железистых песков

Соединения	Химическая формула	%
Гематит	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,12
Гиббсит	Al(OH) <sub>3</sub>	8,47
Гетит	Fe <sup>+3</sup> O(OH)	8,62
Магнетит	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	6,19
Серпентин	(Mg,Al) <sub>6</sub> (Si,Al) <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>8</sub>	8,94
Кварц	SiO <sub>2</sub>	5,80
Сидерит	FeCO <sub>3</sub>	8,14
Сульфат кальция	CaSO <sub>4</sub>	3,70
Карбонат кальция	CaCO <sub>3</sub>	8,49

Каолинит	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	7,04
Марказит	$FeS_2$	2,58
Андрадит	$Ca_3Fe_2^{+3}(SiO_4)_3$	2,58

Оборотную соду получают при выпарке алюминатного маточного раствора. Количество оборотной соды определяется качеством исходных бокситов.

Таблица 4 – Результаты полуколичественного рентгенофазового анализа оборотной соды глиноземного производства ПАЗа

Соединения	Химическая формула	%
Грегорит	$Na_2CO_3$	29.7
Когаркоит	$Na_3SO_4F$	30.4
Галит	$NaCl$	1.4
Алюмонатриевый оксид	$NaAlO_2$	10.4
Буркит	$Na_4(SO_4)_{1.45}(CO_3)_{.55}$	16.3
Натрон	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	7.7
Алюмонатриевый сульфат	$NaAl(SO_4)_2$	3
Виллемит	$NaF$	1.2

Химический состав выделенного из промпродуктов концентрата галлия, масс %: 28,9  $Al_2O_3$ , 0,41 Ga и 14,31  $V_2O_5$ .

Концентрат вскрывали в щелочном растворе с концентрацией  $Na_2O_{ку}$  280 г/дм<sup>3</sup> с добавлением 130 г  $Na_2O$  (230 г на кг концентрата) при температуре 90 °С, продолжительности 60 мин., Ж:Т = 2,0:1,0. Добавление щелочи производили для получения стойкого щелочноалюминатного раствора.

Химический состав кека от выщелачивания концентрата, масс. %:  $Na_2O$  3,2;  $Al_2O_3$  61,5;  $Fe_2O_3$  0,16;  $V_2O_5$  1,1; Ga 0,6.

Химический состав раствора от вскрытия концентрата, г/дм<sup>3</sup>:  $Na_2O_{общ}$  235,0;  $Na_2O_{ку}$  194,8;  $Na_2O_{кб}$  40,2;  $Al_2O_3$  122,6;  $\alpha$  - 2,6; Ga 2,2;  $V_2O_5$  51,9.

На следующем этапе раствор охладили до 20 °С и проводили отделение ванадиевого кека методом кристаллизации в течение 30 часов. В результате этого был выделен ванадиевый кек.

Химический состав ванадиевого кека, масс. %:  $Na_2O_{ку}$  33,25;  $Na_2O_{кб}$  20,9;  $Al_2O_3$  9,1; Ga 0,05;  $V_2O_5$  21,4;  $P_2O_5$  2,4.

Выделенный ванадиевый кек является концентратом для последующего получения пентаоксида ванадия. Рентгенофазовый анализ ванадиевого кека приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Полуколичественный анализ ванадиевого кека

Соединения	Химическая формула	%
Метамунирит	$\text{NaV}+5\text{O}_3$	32,1
Натриево- ванадиевый гидроксид	$\text{Na}_7(\text{VO}_4)_2 \cdot 19\text{H}_2\text{O}$	34,4
Алюмосиликат натрия	$\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}10\text{O}_{32}$	2,2
Алюмогидрид натрия	$\text{Na}_3\text{AlHx}$	4,3
Натриево-ванадиевый оксид	$\text{Na}_{10}\text{V}_{24}\text{O}_{64}$	4,0
Трона	$\text{Na}_3\text{H}(\text{CO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2$	6,5

После выделения ванадиевого кека получили раствор следующего состава, г/дм<sup>3</sup>:  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{общ}}$  169,2,0;  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}}$  158,2;  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{кб}}$  11,7;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  113,5;  $\alpha_{\text{к}}$  – 2,3; Ga 2,1;  $\text{V}_2\text{O}_5$  0,5. Из этого раствора проводили электроосаждение галлия на разработанном электролизере с вращающимся катодом.

При разработке способа и конструкции электролизера стояла задача повышения эффективности процесса электролиза галлия путем увеличения производительности и исключения диспергации жидкого галлия, снижающей степень электроосаждения галлия и упрощение технологического обслуживания электролизера.

В разработанной конструкции электролизера катодные кольца соединены с валом с помощью дисков, при этом кольца и диски представляют ровную плоскую поверхность, которая при вращении создает ламинарное перемешивание электролита в межэлектродном пространстве (рисунок 1). Такое перемешивание не приводит к диспергации жидкого галлия, его растворению, а также к пенообразованию электролита. В результате этого повышается степень электроосаждения галлия из-за отсутствия его обратного растворения.

Ламинарное перемешивание электролита значительно уменьшает пенообразование и устраняет необходимость наличия в электролизере приемника выходного раствора, который в известной конструкции необходим для отделения пены при сливе электролита. В результате увеличивается рабочее пространство электролизера и его производительность. Закрепление к крышке электролизера вала с катодами, анодных шин и пластин дает возможность при подъеме

крышки упростить проведение обязательного периодического технологического обслуживания (чистки) внутренней поверхности ванны.

В основу принципа работы электролизера заложен разработанный способ использования высокоразвитой, постоянно обновляющейся, дисковой вращающейся галлированной катодной поверхности, позволяющей осуществлять безреагентное выделение галлия из щелочно-алюминатных растворов с высокой эффективностью [2]. На новизну устройства получен патент [3].

Испытания проводились на электролизере со следующими техническими характеристиками: рабочий объем ванны 3,0 дм<sup>3</sup>; материал ванны оргстекло; материал анода – никель; диаметр катодного диска 9,0 см; количество дисков 7 шт; площадь катодной поверхности 6,3 дм<sup>2</sup>; регулируемая скорость вращения катодных дисков 0-4,0 м/сек; регулируемая потребляемая сила тока 0-1000 А/м<sup>2</sup>; регулируемая температура подогрева электролита в ванне электролизера 30-70 °С.



Рисунок 1 – Электролизер для восстановления галлия

В комплект установки электролиза входят выпрямитель марки DM-130 mvZ (Alinko.), автоматический стабилизатор напряжения однофазный, электронного типа, марки АСН – 2000/1-С, фирмы РЕСАНТА и контролирующие напряжения и силу тока приборы.

Электролизер состоит из ванны, с двойными стенками, и крышки, выполненных из оргстекла.

Электролизер снабжен валом, на котором закреплены катоды, выполненные в виде колец. Катодные кольца закреплены на

вала с помощью дисков, выполненных из электроизоляционного материала. Катодный токоподвод выполнен в виде углубления в днище ванны на высоту сечения кольца. В углубление для уменьшения задолженности катодного металла установлены вкладыши.

Вертикальные анодные пластины, анодные шины, вал с катодами и привод вращения вала закреплены к крышке электролизера. Крышка электролизера является съемной.

Перед пуском электролизера углубление катодного токоподвода заполняют жидким галлием. Устанавливают в электролизер крышку с закрепленными на ней валом, катодами, анодными пластинами, анодными шинами и приводом. Сверху в электролизер через патрубков подают рабочий электролит. Включают электропривод, вращающий вал, включают постоянный ток и проводят электролиз. Оптимальная температура электролита достигается регулировкой подачи охлаждающей воды в рубашке электролизера и в теплообменнике. Процесс можно проводить как в непрерывном, так и в периодическом режиме подачи электролита. Настоящие испытания были проведены в периодическом режиме.

Электролиз галлия на электролизере с дисковым вращающимся галлированным катодом из галлатного раствора от вскрытия галлиевого концентрата проводили в следующих условиях: температура 50 °С;  $D_k$  50 мА/см<sup>2</sup>; скорость вращения галлированного катода 2,0 м/сек.

Результаты электролиза галлия на электролизере с дисковым вращающимся галлированным катодом представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты электролиза галлия из галлатного раствора

Условия проведения опытов	Продолжительность, час	Содержание галлия в растворе, г/дм <sup>3</sup>	Извлечение галлия, %	Выход по току, %	Расход электроэнергии, кВт·ч/кг галлия	Напряжение на ванне, В	Температура, °С
Dк = 50 мА/см <sup>2</sup> , объем 1,4дм <sup>3</sup> , скорость вращения галлированного катода 2,0 м/сек.	0	2,1	-	-	-	4,2	49
	1	0,55	73,4	21,7	37,2	4,0	51
	2	0,24	88,6	12,8	63,1	4,0	50
	3	0,17	91,6	11,8	68,4	3,9	50
	4	0,13	93,8	10,85	74,1	3,8	50
	6	0,08	95,8	9,22	87,7	3,9	50

Таким образом:

– из промпродуктов глиноземного производства переработки железистых бокситов – красного шлама, железистых песков и

оборотной соды получен галлиевый концентрат состава, масс. %: 28,9  $Al_2O_3$ , 0,41 Ga и 14,31  $V_2O_5$ .

– проведены исследования электрохимического извлечения галлия из раствора от вскрытия галлиевого концентрата на электролизере с дисковым вращающимся галлированным катодом.

Получено, что извлечение галлия из галлатного раствора с содержанием 2,1 г/дм<sup>3</sup> Ga при электролизе на дисковым вращающемся галлированным катодом при  $D_k = 50$  мА/см<sup>2</sup>, скорости вращения галлированного катода 2,0 м/сек., составило 95,9 %, при выходе по току 9,22 % и расходе электроэнергии 87,7 кВтч/кг галлия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Abdulvaliyev R.A., Tastanov E.A., Gladyshev S.V., Beisembekova K.O., Akhmediyeva N.K. Wasteless processing of red mud by hydrogarnet technology. Proceeding of the Bauxite Residue Valorization and Best Practices Conference. P. 171-171

2 Патент РК № 26396. Бюл. № 11 от 15.11.2012 г. Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Ковзаленко В.А., Ибрагимов А.Т., Сабитов А.Р., Бейсембекова К.О., Садыков Н.М-К. Способ электроосаждения галлия из щелочных растворов.

3 Патент РК № 27751 Бюл. № 12 от 18.12.2013 г. Бектурганов Н.С., Мылтыкбаева Л.А., Абдулвалиев Р.А., Гладышев С.В., Тастанов Е.А., Бейсембекова К.О. Электролизер для извлечения галлия из алюмощелочных растворов.

## **УТИЛИЗАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ МЕТАЛЛУРГИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЦЕМЕНТОВ**

**БАЗАРОВ Б. А.**

**д.т.н., профессор, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. Сатпаева, г. Екибастуз**

**КОНАКБАЕВА А. Н.**

**к.т.н., доцент, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. Сатпаева, г. Екибастуз**

**УНАЙБАЕВ Б. Б.**

**к.т.н., доцент, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. Сатпаева, г. Екибастуз**

**ИЩАНОВА А. Ш.**

**ст. преподаватель, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. Сатпаева, г. Екибастуз**

**КИМ Е. Е.**

**ст. преподаватель, Екибастузский инженерно-технический институт  
имени академика К. Сатпаева, г. Екибастуз**

В настоящее время в нашей стране выпускается около 30 видов цемента. Вступление в новое тысячелетие самое подходящее время для критической оценки методов производства цемента. Ежегодное производство цемента в мире достигло более 1 миллиарда тонн. Новые тенденции в области технологии сосредоточены в значительной мере на влияние цементного производства на окружающую среду. Портландцемент применяется в зависимости от марки в следующих областях строительства, для изготовления железобетонных монолитных конструкций; аэродромного строительства; изготовления сборных железобетонных конструкций; для гидротехнических сооружений; для производства асбоцементных изделий; дорожного строительства и в других областях.

Широко распространенным вяжущим материалом, более дешевым, чем другие промышленные связующие, – жизненно необходимым современному обществу является цемент. По прогнозам он останется и в следующем столетии вяжущим строительным материалом № 1.

Производство цемента обусловлено необходимостью для применения главным образом в строительстве. Строительство жилья на основе цемента позволяет получить объекты с низкой теплопроводностью и высокой морозостойкостью.

Технология цементного производства позволяет использовать в нем отходы добывающей, металлургической отраслей, а

также побочные продукты этих производств. Некоторые отходы даже улучшают свойства цемента. Гибкая технология позволяет осуществлять комбинирование производства цемента с производством металлов, химических продуктов и энергии [1].

Эффективность использования кислого гранулированного доменного шлака в качестве сырьевого компонента при производстве портландцемента мокрым способом определяется содержанием в нем до 40 % окиси кальция и более низкой, чем у глины, водопотребностью. За счет этого повышается на 10-12 % выход клинкера по сравнению с сырьевой смесью на основе глины, и на 5-6 % снизить влажность шлама по сравнению со шламом на основе глины. Однако реакции клинкерообразования при замене глины шлаком протекают медленнее, клинкерообразование заканчивается при температуре на 50 °C выше.

При обжиге сырьевой смеси на кислом шлаке приближается к процессу освоения на глине лишь при значительно более тонком измельчении шлаковой смеси.

Сырьевой шлам, содержащий в качестве глинистого компонента доменный шлак, обладает теми же недостатками, что и шлам на основе нефелиновых отходов. Во избежание оседания шлама его необходимо интенсивно перемешивать сжатым воздухом в шламбассейнах и приямках. Уменьшение пылеобразования достигается введением в шлам 2-4 % портландцемента, который создает условия для агрегирования материала в печи, увеличивая при этом механическую прочность гранул. Замена глины шлаком позволила повысить производительность печей на 15 % и снизить расход тепла на обжиг в пределах 10-15 %. Для завода мощностью 1-1,4 млн.т в год, работающего по мокрому способу, замена глины доменным шлаком даст возможность снизить себестоимость цемента на 8-9% и увеличить его годовую выработку на 15-16 %. Среди искусственных сырьевых материалов при производстве портландцемента наиболее распространены доменные гранулированные шлаки и нефелиновый (белитовый) шлам.

Доменные гранулированные шлаки представляют собой силикатные и алюмосиликатные расплавы, получаемые при выплавке чугуна в доменных печах. Благодаря своему химическому составу ( $\text{SiO}_2$  -38-40 %;  $\text{CaO}$ -43-44 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -5-14) они могут использоваться вместо глинистого и части карбонатного компонентов [2].

В связи с низким содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  шлак вводят в сырьевую смесь с корректирующей добавкой (железистой). Применение гранулированных доменных шлаков в качестве сырьевого

компонента для получения клинкера возможно лишь при сухом способе производства портландцемента, когда исключено взаимодействие его с водой при помоле и хранении, вызывающее загустевание шлама (сырьевой смеси).

Известно, что строительно-технические свойства многокомпонентных цементов определяются рядом технологических факторов: количеством и видом добавок, минералогическим составом клинкера, условиями твердения и др.

Многокомпонентные цементы могут быть получены путем раздельного помола с последующим смешением компонентов. Тонкость помола составляет 8-10 % остатка на сите 008. В работе использовались нефелиновый и гидроранатовый шламы, гидрокварцалюминатный шлам гранулированный шлак АО «АрселорМиттал Темиртау» (АМТ) и клинкер АО «Central Asia Cement».

Результаты исследования многокомпонентных цементов на основе доменного шлака (таблица 1), показывают, что при 5 % содержании в составе многокомпонентных цементов расширяющего компонента могут быть получены безусадочные и расширяющиеся многокомпонентные цементы с малым эффектом самонапряжения (до 1 МПа). Прочность цементов существенно зависит от количества доменного шлака. При 20-30 % содержании доменного шлака получают многокомпонентные расширяющиеся цементы активностью 40-50 МПа. При увеличении содержания расширяющего компонента до 10 % эффект самонапряжения возрастает до 3 МПа.

Увеличение доменного шлака в составе многокомпонентных цементов до 60 % приводит к снижению активности (до 30 МПа).

При применении в составе многокомпонентных цементов в качестве силикатной составляющей нефелинового шлама отмеченные выше закономерности сохраняются. Следует отметить, что безусадочные и расширяющиеся многокомпонентные цементы могут быть получены при 20-30 % содержании нефелинового шлама и – 10 % расширяющего компонента в составе цемента, а прочность этих многокомпонентных цементов на 10 МПа ниже по сравнению с многокомпонентными цементами на основе доменного шлака (рис. 1, 2).

При введении комплексного силикатного компонента (доменный шлак + нефелиновый шлам – 20-30 %) отмечены более высокие прочностные показатели, чем у многокомпонентных цементов на доменном шлаке и нефелиновом шламе раздельно. Увеличение

количества комплексного силикатного компонента до 40 % приводит к снижению прочностных показателей многокомпонентных цементов (по сравнению с многокомпонентными цементами на доменном шлаке). На технические свойства расширяющихся многокомпонентных цементов влияют также и условия твердения.

Таблица 1

	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>
Гидрокарбоалюминатный шлам (ГКАШ)	4,86	28,52	0,87	58,03	0,71	0,53	1,01	0,07	0,10	3,47
Гидрогранатовый шлам (ГГШ)	0,15	24,01	0,16	37,72	0,72	-	-	-	-	-
Нефелиновый шлам АО «АМТ»	31,9	3,72	2,11	57,47	1,08	1,05	1,47	0,27	0,19	0,16
Доменный шлак	38,2	7,80	0,71	42,07	8,431	0,67	0,69	0,83	0,24	0,17
Клинкер АО «Central Asia Cement».	22,1	4,54	3,36	64,21	0,25	0,60	0,66	0,32	-	0,23

Наиболее благоприятным для многокомпонентных цементов является водное твердение, т.к. в этом случае отмечены наиболее высокие прочностные характеристики и эффект самонапряжения [3].

Прочностные характеристики таких цементов в значительной степени зависят от гидравлической активности кремнеземсодержащей добавки (нефелиновый шлам – доменный шлак). Результаты физико-химических испытаний, свидетельствуют о целесообразности применения анализируемых отходов для получения портландцемента нормального минералогического состава, соответствующего требованиям.

Нормальная плотность цементного теста ..... 25 %

Плотность ..... 3,2 г/см<sup>3</sup>

Сроки схватывания:

начало ..... 1 ч 20 мин

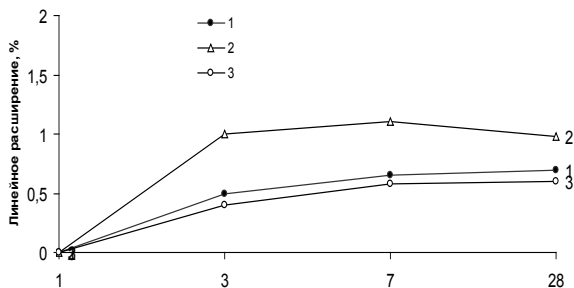
конец ..... 7 ч 45 мин

Прочность (после пропаривания) в возрасте 28 сут:

при изгибе ..... 4,6 МПа

при сжатии ..... 32,0 МПа

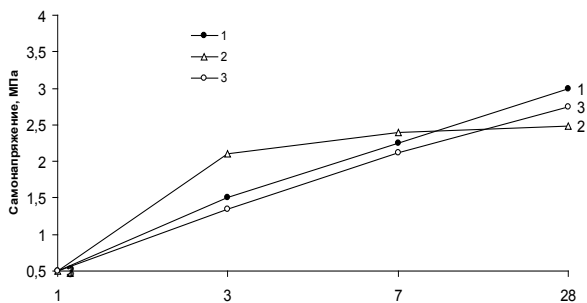
Это обстоятельство позволяет варьировать в широких пределах компонентные составы цементов и тем самым повышать ассортимент производства эффективных вяжущих. Разработанные составы специальных цементов позволяют активно утилизировать вторичные ресурсы и успешно решать проблемы экологии регионов.



#### Линейное расширение

1 – ГГШ; 2 – ГСАШ; 3 – ГКАШ

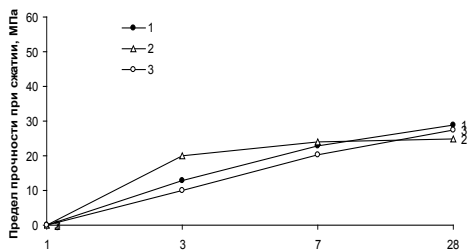
Рисунок 1 – Зависимость линейного расширения многокомпонентных цементов от вида алюминийсодержащей добавки



#### Самонапряжение

1 – ГГШ; 2 – ГСАШ; 3 – ГКАШ

Рисунок 2 – Зависимость самонапряжения многокомпонентных цементов от вида алюминийсодержащей добавки



1 – гидрогранатовый шлак (ГГШ); 2 – гидрокарбоалюминатный шлак (ГКАШ); 3 – гидросиликоалюминатный шлак (ГСАШ)

Рисунок 3 – Зависимость прочности многокомпонентных цементов от вида алюминийсодержащей добавки

Доменные гранулированные шлаки представляют собой силикатные и алюмосиликатные расплавы, получаемые при выплавке чугуна в доменных печах. Благодаря своему химическому составу ( $\text{SiO}_2$  -38-40 %;  $\text{CaO}$ -43-44 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  -5-14) они могут использоваться вместо глинистого и части карбонатного компонентов (рис. 3).

Применение гранулированных доменных шлаков в качестве сырьевого компонента для получения клинкера возможно лишь при сухом способе производства портландцемента, когда исключено взаимодействие его с водой при помоле и хранении, вызывающее загустевание шлама (сырьевой смеси).

Эффективность использования кислого гранулированного доменного шлака в качестве сырьевого компонента при производстве портландцемента мокрым способом определяется содержанием в нем до 40 % окиси кальция и более низкой, чем у глины, водопотребностью. За счет этого повышается на 10-12 % выход клинкера по сравнению с сырьевой смесью на основе глины, и на 5-6 % снизить влажность шлама по сравнению со шламом на основе глины [4].

Результаты исследования многокомпонентных цементов на основе доменного шлака показывают, что при 5 % содержании в составе многокомпонентных цементов расширяющего компонента могут быть получены безусадочные и расширяющиеся многокомпонентные цементы с малым эффектом самонапряжения (до 1 МПа). Прочность цементов существенно зависит от количества доменного шлака. При 20-30 % содержании доменного шлака получают многокомпонентные расширяющиеся цементы

активностью 40-50 МПа. При увеличении содержания расширяющего компонента до 10 % эффект самонапряжения возрастает до 3 МПа. Увеличение доменного шлака в составе многокомпонентных цементов до 60 % приводит к снижению активности (до 30 МПа).

#### ЛИТЕРАТУРА

1 A.N. Konakbayeva. Classification of coal waste for utilization. EURO-ECO. Hannover2014/ International symposium «Environmental and engineering aspects for sustainable living. 27-28 November 2014. 113 p.

2 А.Ф. Матвеев, Е.А. Сычева, И.В. Дерина, А.В. Черкасов. Энерго- и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: Сб. докл. научн. конф. Ч.1. Белгород: изд-во БелГТАСМ, 2000, с.212-215.

3 В. Брьжик, Е.В. Текучева, Коновалов В.М. Энергосберегающая технология производства портландцементного клинкера. Энерго- и ресурсосберегающие технологии промышленности строительных материалов: Сб. докл научн. конф. Ч.1.

4 И.В. Кравченко, М.Т. Власова., Б.Э. Юдович. Высокопрочные и особо быстротвердеющие портландцементы. М., 2000 г.

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА**

**БАЙСАНОВ С. О.**

д.т.н., профессор, зав. лабораторией «Металлургических расплавов»,  
ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**БАЙСАНОВ А. С.**

к.т.н., доцент, зав. лабораторией «Пирометаллургических процессов»,  
ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**ШАБАНОВ Е. Ж.**

м.т.т., ст. науч. сотр., лаборатория «Металлургических расплавов»,  
ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

Как известно, при ежегодной добычи угля более 100 млн. т. попутно образуются огромное количество углей с высоким содержанием золы, часть которых отправляются в отвалы, загрязняя тем самым окружающую природную среду [1].

Между тем в золе высокозольных углей в среднем содержится 50-60 %  $\text{SiO}_2$ , а также 30-35 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и поэтому их следует

рассматривать как перспективное сырье для производства новых алюминий- и кремнийсодержащих комплексных сплавов.

Поэтому для улучшения экологической обстановки окружающей среды и рационального использования минеральных ресурсов нами предлагается новая технология по переработке высокозольных углей с получением комплексного хромистого сплава системы Si-Al-Cr-Fe, который будет применяться в производстве среднеуглеродистых марок феррохрома в качестве замены традиционного восстановителя – ферросиликохрома. При этом решается главная проблема производства рафинированных сортов феррохрома, это – подверженность конечных отвалных шлаков силикатному распаду, который создаёт серьёзные экологические проблемы для окружающей среды. Такой положительный результат достигается тем, что в данных восстановительных процессах наряду с кремнием участвует, и алюминий комплексного сплава, который после металлотермии в шлаке образует оксиды алюминия. Тем самым в процессах шлакообразования формирование глиноземсодержащих соединений смещает фазовый состав из области двухкальциевого силиката в поле геленита ( $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ) и мервинита ( $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ).

Получаемый комплексный хромистый сплав также можно использовать при раскислении нержавеющей марок сталей.

На основании ранее проведенных теоретических разработок были проведены укрупненно-лабораторные испытания по выплавке комплексного хромистого сплава в руднотермической печи с мощностью трансформатора 200 кВА. В таблице 1 представлены данные по электрическим характеристикам печного трансформатора мощностью 200 кВА.

Таблица 1 – Номинальные электрические характеристики трансформатора ОСУ100/0,5×2 общей мощностью 200 кВА [2, 3]

Мощность, кВА	Сторона высокого напряжения				Сторона низкого напряжения			
	Выводы	U, В	I, А	Соединения	Выводы	U, В	I, А	Соединения
200	AX	380	526	x-a1, x-a	x3-a	49,0	4070	-
150	AX	380	395	x-a, x2-a	x3-a	36,8	4070	a3-x4
100	AX	380	263	a1-x1	x3-a	24,5	4070	x1-a2
75	AX	380	197,6	a2-x2	x3-a	18,4	4070	a4-x2

В качестве шихтовых материалов использовались высокозольные угли месторождения «Борлы», отсеvy высокоуглеродистого феррохрома и кварцит месторождения «Тектурмас», которые представлены на рисунке 1.



а – высокозольный Борлинский уголь; б – металлические отсеvy высокоуглеродистого феррохрома; в – кварцит

Рисунок 1 – Шихтовые материалы комплексного хромистого сплава

Для достижения необходимого фракционного состава поставленная партия высокозольного угля и кварцита была подготовлена дроблением и дальнейшим отсеvом фракции 0-10 мм. В итоге борлинские высокозольные угли имели фракцию 10-80 мм, кварцит 10-50 мм. Затем среднюю пробу для химического анализа отбирали от штабеля.

В качестве хромсодержащего сырья использовали отсеvy высокоуглеродистого феррохрома фракции 5-15 мм. Добавка металлических отсеvов в/у феррохрома улучшает процесс выплавки, так как будет косвенно способствовать разрушению карбидных настывлей, образовавшихся на подине руднотермической печи.

Химические и технические составы шихтовых материалов были следующими:

– высокозольный уголь месторождения «Борлы»:

технический состав:  $A^a$  – 59,27 %;  $V^a$  – 16,98 %;  $W$  – 0,55 %;

минералогические составляющие золы:  $SiO_2$  – 56,43%;  $Fe_{общ}$  – 1,1 %;  $Al_2O_3$  – 31,92 %;  $CaO$  – 6,26 %;  $MgO$  – 2,77 %;

– металлические отсеvy высокоуглеродистого феррохрома, химический состав:  $Fe$  – 26,55 %;  $Cr$  – 65,0 %;  $P$  – 0,03 %;  $C$  – 6,38 %;

– кварцит месторождения «Тектурмас», химический состав:  $SiO_2$  – 93,52 %;  $Al_2O_3$  – 0,87 %;  $CaO$  – 2,28 %;  $MgO$  – 1,89 %.

В ходе проведения испытаний была отмечена относительная спекаемость борлинских высокозольных углей на колошнике печи. Но это не повлияло на технологический процесс получения комплексного хромистого сплава, т.к. газовыделение по колошнику было равномерным, образование свищей не наблюдали.

Наиболее главным отличием оказалось возможность проведения выплавки на высоких ступенях напряжения, в 36,8 В,

без признаков раскрытия тигля. Токовая нагрузка была стабильной и теряла стабильность только перед самым выпуском сплава вследствие его накопления в ванне печи. Выход и состав сплава был близким к расчетному.

При переходе на самый высокий ступень напряжения 49 В ход печи был также стабильным. Необходимо отметить, что после истечения 6-8 часов выплавки отмечалось увеличение пылевыведения и разрушение наработанного гарнисажа ванны. Это способствовало относительному увеличению углерода в шихте и переходу процесса в карбидный режим. Данные технологические изменения были проверочными и проводились исключительно только для установления принципиальной возможности получения хромистого комплексного сплава при высоких напряжениях с использованием борлинских высокозольных углей и отсеков высокоуглеродистого феррохрома (рисунок 2).



а – общий вид однофазной руднотермической печи;  
б – состояние колошника;  
в – слиток сплава, полученной карботермическим способом

Рисунок 2 – Руднотермическая печь с мощностью трансформатора 200 кВА

В целом опытные плавки характеризовались стабильностью процесса при соблюдении соотношения углерода к оксидной части и легко регулируется увеличением или снижением отсеков высокоуглеродистого феррохрома. Тугоплавкость и пониженная электропроводность высокозольных углей также оказало

благоприятное воздействие на горячий ход процесса плавки сплава. Расход электроэнергии получился значительно низким за счет активности комплекса кремния с алюминием в составе сплава, а также присутствие металлического хрома добавленного в виде металлоотсевов высокоуглеродистого феррохрома.

В результате опытных плавок одностадийным бесшлаковым способом было получено 125 кг нерассыпающегося комплексного хромистого сплава, составы которых приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средневзвешенный состав полученного сплава, мас. %

Элементы	Cr	Al	Si	Fe	P	S	C
Сплав I	12,72	13,73	55,80	14,51	0,031	0,058	0,696
Сплав II	23,21	13,61	47,46	12,76	0,045	0,054	0,641

Таким образом, укрупненно-лабораторные испытания предлагаемой технологии показали принципиальную возможность получения комплексного хромистого сплава путем прямого восстановления ведущих элементов из дешевых видов сырья.

*Работа выполнена в рамках госбюджетной темы № 2/р 0115РК01634 Программно-целевого финансирования (грант №0026/ ПЦФ-14).*

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Интернет-ресурс: <https://strategy2050.kz>
- 2 Друинский М.И., Меликаев М.П., и др. // Подготовка и металлургический передел руд черных металлов Казахстана. - Алма-Ата, 1974. - С. 67-70.

## **ВАРИАНТЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА СВАРНЫХ ТРУБ**

**БОГОМОЛОВ А. В.**

**к.т.н., асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**АРЫНГАЗИН К. Ш.**

**к.т.н., профессор, зав. кафедрой, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**АРЫНГАЗИН А. Ш.**

**генеральный директор, ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод»,**

**г. Павлодар**

**АЙТБАЕВ А. Е., ТАРАНЧЕНКО К. А., МАКЕЕВ В. О.,**

**МАРКС Е. М., ДРЮЧИН М. Ю.**

**студенты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

Официальная статистика подтверждает, что на казахстанском рынке стальных труб наблюдается положительная тенденция. С 2009 по 2014 год производство стальных труб увеличилось более чем в 2 раза, тогда как зарубежные поставки стальных труб снизились почти наполовину. Казахские предприятия начали постепенно отвоевывать локальный рынок сбыта. Казахский рынок стальных труб находился на подъеме: по данным Комитета статистики Министерства национальной экономики Республики Казахстан в 2014 году в Казахстане было произведено 320,8 тыс. тонн стальных труб, тогда как в 2009 году объем производства составлял 150,2 тыс. тонн. Казахские производители увеличивают свое присутствие на внутреннем рынке стальных труб. Так, за период с 2009 по 2014 годы доля отечественных труб во внутреннем потреблении выросла с 6,7 % до 18,2 % [1].

Анализ потребления труб в Казахстане указывает на ожидаемый рост спроса на трубы малого и среднего диаметра за счет таких секторов как коммунальное хозяйство, машиностроение и строительство. Это обусловлено реализацией ряда государственных программ, в том числе, «Развитие жилищно-коммунальной сферы», Программы форсированного индустриально-инновационного развития страны и других, в рамках которых предусматриваются крупные капиталовложения. Кроме того, развитие трубопрокатного производства имеет большую перспективу при рассмотрении вопроса его экспорт ориентированности.

В структуре производства стальных труб в Республике Казахстан Павлодарская область уверенно занимает лидирующие позиции (73 % от общего объема) % [2].

Павлодарский трубопрокатный завод (ПТПЗ) имеет в распоряжении 4 производственные базы общей площадью более 5 га, одна из которых находится в г. Астана. Проектная мощность завода составляет 100 000 тонн в год. ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод» осуществляет производство стальных труб, которое является одним из приоритетных видов деятельности, перечень которых утвержден Постановлением Правительством Республики Казахстан от 8 мая 2003 года № 436 на уровне классов общего классификатора видов экономической деятельности.

Количество технологических отходов при технологии производства сварных труб составляет 2-3 % от общего объема металла. Таким образом, несмотря на то, что технология производства сварных труб является малоотходной, только для данного предприятия количество технологических отходов составляет порядка 300 тонн в год.

Поэтому, в связи с перспективами роста производства трубного проката, вопросы утилизации образующихся технологических отходов приобретут особую актуальность.

Основной целью наших будущих исследований является разработка технологии утилизации отходов производства сварных труб для повышения экономической эффективности деятельности предприятия и улучшения экологической обстановки в регионе.

Основные задачи:

- классификация типов технологических отходов при производстве сварных труб, подбор аналогов и прототипов вариантов утилизации, предварительная разработка маршрутной технологии комплексного использования образующихся технологических отходов, в том числе в сопутствующих отраслях промышленности;
- подбор, а при необходимости эскизное проектирование специализированного оборудования для получения товарной продукции из технологических отходов производства сварных труб;
- лабораторные исследования, испытание и применение технологических отходов производства сварных труб для получения конкретных видов товарной продукции.

Нами проведен предварительный анализ и структурирование отходов при производстве сварных труб. На рисунке 1 схематично показан укрупненный технологический процесс с точками возникновения отходов.

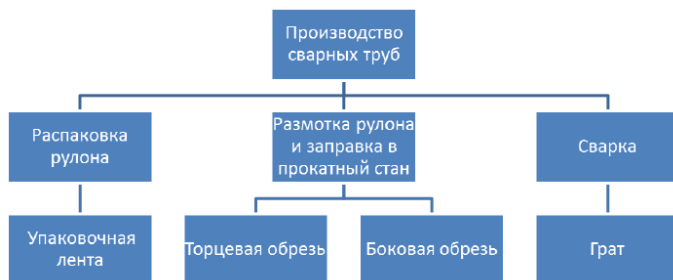


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства сварных труб с точками возникновения отходов

На рисунке 2 показаны фотографии видов отходов при производстве сварных труб. Технологический процесс производства сварных труб начинается с распаковки рулонов листового проката, уже на этом этапе возникает отход – упаковочная лента (рисунок 2а). При заправке рулона на технологические линии трубозлектросварочных станков происходит торцевая обрезка переднего конца рулона. Так возникает отход – торцевая обрезь (рисунок 2б). Для точного центрирования рулона относительно сварочной головки осуществляется обрезка правой и левой боковых кромок. (Отход – боковая обрезь – рисунок 2в). После выполнения сварки трубы образуется утолщение в месте сварного шва – грат. Грат (рисунок 2г) удаляется резцом. В настоящий момент все виды отходов предприятия при производстве сварных труб отправляются в металлолом на переплавку, хотя на территории они хранятся отдельно.

Предполагаемое инженерное решение позволяет использовать каждый из данных видов отходов отдельно, непосредственно в твердой фазе, без расплавления, что обеспечивает экономию энергетических ресурсов и способствует улучшению экологической обстановки в регионе



Рисунок 2 – Классификация видов отходов при производстве сварных труб:

а) упаковочная лента, б) торцевая обрезь, в) боковая обрезь, г) грат

Для каждого из образующихся видов отходов нами предлагается свой особый вариант утилизации:

1. Упаковочная лента фактически представляет собой новую стальную ленту из материала Сталь 10 ГОСТ 1050-88 толщиной 1-2 мм, шириной 5 мм. Предлагается использовать её в качестве заготовки для изготовления металлической мебельной фурнитуры (угольники, накладки, петли, подвески и т.п.) по технологии холодной листовой штамповки. Будет подобрана номенклатура изделий, наиболее остро востребованных мебельными фабриками г. Павлодара. В перспективе будет разработана технология холодной листовой штамповки, подобрано оборудование и подготовлен проект участка для организации изготовления мебельной фурнитуры.

2. Торцевая обрезь фактически представляет собой новые, но гнутые стальные полосы из материала Сталь 10 ГОСТ 1050-88 толщиной 2-6 мм, шириной 250-300 мм, длиной до 950 мм.

Для использования данного вида отхода в качестве заготовки для изделий машиностроения требуется всего одна технологическая операция – правка. Будет подобрана номенклатура деталей для изделий машиностроения, раскрой которых возможен из подобных листовых (полосовых) заготовок [3, 4]. Специфика Павлодарского региона показывает, что данную заготовку могут использовать для своих нужд не только любые мелкие ремонтные, ремонтно-строительные, ремонтно-механические мастерские, цеха и участки, но и ТОО «Ритам-Павлодар», завод «Октябрь», Казахстанская вагоностроительная компания.

В перспективе будет разработана технология правки, подобрано оборудование.

3. Боковая обрезь – это основной по объему вид отходов и наиболее сложный по технологии переработки. Она представляет собой металлическую полосу (Сталь 10 ГОСТ 1050-88) прямоугольного сечения с острыми кромками толщиной 2-6 мм, переменной шириной 5-20 мм. Предлагается перерабатывать её в вязальную проволоку. Будет разработана маршрутная технология волочения в роликовых волоках с нагревом материала. Особенности исходного материала потребуют конструктивных изменений существующего технологического инструмента волочильных станов [5, 6].

В перспективе будет разработана полная технология горячего волочения, подобран тип волочильного стана и подготовлен проект участка для организации производства стальной проволоки из отходов.

4. Грат – является специфическим материалом, так как представляет собой неровную, изогнутую от термических и механических напряжений ленту, сталь частично окислена в зоне шва, края ленты оплавлены и имеют сильно развитую шероховатую поверхность.

Однако именно эта особенность позволяет использовать грат в качестве готового материала для армирования железобетонных изделий. Грат вполне может заменить ненапрягаемую арматуру класса Вр-1, а также А-1, А-II эквивалентных сечений, кроме того, при изготовлении некоторых железобетонных изделий (плита ограждения, парапетная плита, бордюр и т. п.) он будет даже более

эффективен, так как имеет большую поверхность сцепления с бетоном [7-9].

Предлагаемый новый способ армирования железобетонных изделий имеет весьма высокий патентный и инновационный потенциал [10-12]. В перспективе будут изучены свойства технологические и прочностные железобетонных изделий, полученных с новым армирующим материалом, будет разработана технология их изготовления, подобрано необходимое оборудование и подготовлен проект участка для организации изготовления железобетонных изделий с новым армирующим материалом «Гратобетон».

Планируемая коммерциализация работы – это подготовка нескольких старт-ап проектов с переходом в машиностроение, металлургию и строительную индустрию. Возможна продажа лицензионных соглашений после обеспечения патентной защиты интеллектуальной собственности.

#### Выводы

1. По фактическим данным ТОО «Павлодарский трубопрокатный завод» выполнена классификация технологических отходов производства сварных труб.

2. Для каждого из образующихся отходов предложен свой оптимальный вариант утилизации.

3. Определены основные направления и перспективы дальнейших исследований по утилизации отходов производства сварных труб.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Г. Ергешбаева. Труба зовет. Обзор казахстанского рынка стальных труб АО «Центр развития торговой политики», 2015г. <http://trade.gov.kz/ru/smi/articles/id=67>

2 Динамика и объем производства стальных труб в РК [http://trade.gov.kz/ru/infografika\\_rus/dinamikaiobyomproizvstalnyhtrubrk/](http://trade.gov.kz/ru/infografika_rus/dinamikaiobyomproizvstalnyhtrubrk/)

3 Kanayev A.T., Bogomolov A.V., Zhidkova A. I., Tugumov K. K., Tashenov S. Z. Strengthening of the transfer of angular profiles in the stream brake machine\ Austrian Journal of Technical and Natural Sciences // 2014,#1, pp. 26-31, Austria, Vienna, ISSN 2310-5607.

4 Богомоллов А.В. и др. Способ формообразования деталей из листовых заготовок// Инновационный патент на изобретение №26058, заявка № 2011/1148.1, утв. 07.11.2011,(а.с. № 74848), опубл.14.09.2012, бюл.№9.

5 Богомолов А.В. и др. Современные технологии смотки мелкосортного проката Материалы III Международной научно-практической конференции «Наука и образование в XXI веке – динамика развития на евразийском пространстве»,– Павлодар, 2012, Т.2, с.46-49.

6 Богомолов А.В., Жанзаков Д.Г., Чижаев Д.,В. Романов Т.Н. и др./ Совершенствование конструкции металлургического оборудования / Наука и техника Казахстана, №3-4, 2014, Павлодар, с.24-29.

7 Сетков В.И., Сербин Е.П. Строительные конструкции. – М.: Инфра-М, 2005.- 448 с.

8 Богомолов А.В. и др. Применение термоупрочненного арматурного проката в строительстве// Сборник трудов международной научно-технической конференции «IV чтения Ш.Чокина» - Павлодар, 2010.- т.2, с. 122-127.

9 Сперанский И.М. и др. Примеры расчета железобетонных конструкций. – М.: Высшая школа, 1989. – 176 с., ил.

10 Богомолов А.В. и др. Устройство для прессования строительных изделий// Инновационный патент на изобретение №24366, заявка № 2010/1005.1, утв. 06.08.2010, (а.с. №69551), опубл.15.08.2011, бюл.№8.

11 Экономика производства и применения железобетона/ Под ред. В.И. Агаджанова. – М.: Стройиздат, 1976.

12 Рекомендации по расчету технико-экономических показателей железобетонных конструкций на стадии предварительной оценки результатов НИР.-М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1986.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ**

**ЖУНУСОВ Т. Т.**

д.т.н., г. Астана

**КВАСОВ П. А.**

магистр инновации, ст. науч. сотр., АО «КазНИИ энергетики  
имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

**ЕРЖАН А. А.**

магистр технических наук, ст. науч. сотр., АО «КазНИИ энергетики  
имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

**КОШУМБАЕВ А. М.**

магистр геологии и разведки МПИ, научный сотрудник, АО «КазНИИ  
энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

В последние годы все большее внимание привлекают проблемы использования чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) для нужд энергоснабжения различных сельскохозяйственных, промышленных и жилищно-коммунальных объектов, в том числе и для переработки отходов. Актуальность и перспективность данного направления энергетики обусловлена двумя основными факторами: необходимостью снижения негативного экологического влияния на окружающую среду и необходимостью поиска новых видов энергии. Традиционные топливно-энергетические ресурсы (уголь, нефть, газ и т.д.) при существующих темпах развития научно-технического прогресса, по оценкам ученых, иссякнут в ближайшие 100-150 лет. Именно по этим причинам, многие развитые страны тратят миллиарды долларов на реализацию программ по внедрению возобновляемых источников.

Однако на пути широкого использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии существует и немало серьезных препятствий, прежде всего, технико-экономического характера. Это крайнее непостоянство большинства таких источников энергии во времени и в пространстве, малая плотность потоков энергии, с чем непосредственно связаны высокая капиталоемкость строительства и себестоимость энергии, значительная степень разного рода рисков.

Тем не менее, за последние годы в мире был достигнут значительный прогресс в повышении экономического использования нетрадиционных источников энергии. Так, в несколько раз снизились затраты на строительство ветровых и солнечных электростанций, что повысило их конкурентоспособность даже в

сравнении с традиционными ТЭС, работающими на органическом топливе.

Из возобновляемых источников энергии, используемых для получения электричества, гидроэнергетика наиболее распространенная. По сравнению с другими традиционными видами электроэнергетики, гидроэнергетика является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии.

Объекты малой гидроэнергетики условно делят на два типа: «мини» (обеспечивают единичную мощность до 5000 кВт) и «микро» (работают в диапазоне от 1 до 100 кВт). МиниГЭС – как правило, плотинные ГЭС, для строительства которых требуется много подготовительных и земельных работ, влияющих на природный ландшафт. МикроГЭС условно делят на 3 вида: низконапорные; деривационные; свободнопоточные. Для строительства низконапорных плотинных малых ГЭС необходимо выполнение большого объема земляных работ по возведению плотины, что существенно повышает их стоимость и отрицательно влияет на окружающий ландшафт местности. Для деривационных микроГЭС требуются работы по изменению русла реки или созданию деривационного рукава (канала), что тоже влечет за собой объем земляных работ, хотя и меньшем, чем в предыдущем варианте. Для свободнопоточной микроГЭС требуется наличие рек с необходимым запасом гидроресурсов.

Использование ГЭС таких мощностей – для Казахстана вовсе не новое, а хорошо забытое старое: до 1960-х гг. в Республике работало несколько тысяч малых ГЭС, пока не началось строительство крупных ГЭС мощностью в сотни и тысячи МВт.

В настоящее время, для энергоснабжения территорий, удаленных от линий электропередач и мелких рассредоточенных потребителей в основном применяются дизельные и бензоэлектрические агрегаты. Наряду с важными преимуществами, такими как транспортабельность, автоматическое регулирование, простота пуска и остановки, эти агрегаты имеют ряд существенных недостатков: использование дефицитного и дорогого дизельного и бензинового топлива, загрязнение окружающей среды выхлопными газами, необходимость создания запасов топлива, высокая пожарная опасность, высокий уровень шума, необходимость постоянного обслуживания и сложность доставки топлива на большие расстояния.

Заменой или дополнением к дизельным и бензоэлектрическим станциям могут служить свободнопоточные микроГЭС, которые могут существенно улучшить энергоснабжение и повысить эффективность множества мелких потребителей. Они позволяют сохранить природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. При эксплуатации таких ГЭС отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она не теряет первоначальных природных свойств и может использоваться для водоснабжения населения и не оказывает негативного влияния на фауну реки. В отличие от других экологически безопасных альтернативных источников электроэнергии (таких, как солнце, ветер) малая гидроэнергетика меньше зависит от изменения условий окружающей среды.

Перечень потенциальных источников энергии для малой гидроэнергетики необычайно широк. Это небольшие реки, ручьи, естественные перепады высот на озёрных водосбросах и на оросительных каналах ирригационных систем. Турбины малых ГЭС можно использовать в качестве гасителей энергии на перепадах высот питьевых и других трубопроводов, предназначенных для перекачки различных видов жидких продуктов. Установка небольших гидроэнергоагрегатов возможна на технологических водотоках таких как промышленные и канализационные сбросы.

Наиболее конкурентоспособной областью применения микроГЭС являются зоны децентрализованного электроснабжения, которые, как правило, расположены в отдаленных труднодоступных районах. Потребителями энергии в этих районах являются различные сельскохозяйственные объекты, небольшие поселки, коттеджи. Установленная мощность электрических нагрузок составляет от единиц до нескольких десятков кВт, в составе нагрузок преобладают различные бытовые приборы. График нагрузки крайне изменчив, возможна несимметричная нагрузка по фазам источника питания.

Основой электрической части микроГЭС является генератор с системой управления. Основными требованиями, предъявляемыми к генератору, являются: управляемость, возможность его эксплуатации на открытом воздухе с высокой степенью надежности в течение длительного времени.

Всё большее распространение в автономных электростанциях получают низкоскоростные синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов. Они позволяют обеспечить наилучшие массогабаритные и энергетические показатели, а также имеют

малый осевой размер. Особенно это заметно при увеличении числа пар полюсов до 10 и более. Применение низкоскоростных торцевых электрических генераторов позволяет существенно упростить конструктивные схемы за счет отказа от применения мультипликаторов снизить габариты и стоимость. В этой связи, в сторону снижения стоимости и повышения надежности, изменяются технико-экономические и стоимостные показатели электростанций. Асинхронные генераторы применяются реже из-за сложности возбуждения и регулирования выходных электрических параметров. Для низкоскоростного торцевого синхронного генератора важен выбор внутренней геометрии, такой как: ширина полюсного наконечника относительно ширины постоянного магнита; высота, толщина и количество зубцов якоря. Это необходимо для получения качественного выходного синусоидального напряжения. А от выбора такого генератора зависит выбор элементов системы управления, обеспечивающей полностью автоматизированный режим работы.

Системе управления в этом случае необходимо потребителю передавать качественное синусоидальное напряжение без каких-либо перебоев. Для автономных источников энергии, в системе управления наиболее эффективным способом стабилизации параметров выходного напряжения генератора является применение автобалластных нагрузок для регулирования суммарной выходной мощности в зависимости от энергии речного потока. Использование такой системы управления не вносит искажений в форму выходного напряжения. Она надежна, сравнительно недорогая по сравнению с системой управления с преобразователем частоты и не требуют специализированного сервисного обслуживания.

Свою историю электрические генераторы с постоянными магнитами ведут с 30-х годов прошлого столетия. Невысокие удельные показатели постоянных магнитов, от которых, в первую очередь, зависят технические и массогабаритные данные ограничивали их применение. В 60-х годах были разработаны и нашли широкое применение анизотропные сплавы типа ЮНДК24, ЮНДК35Т5, ЮНДК40Т, которые за счет создания направленной кристаллизации обладали большими удельной магнитной энергией и коэрцитивной силой. Величина удельной магнитной энергии достигла значений  $(ВН)_{таж}=96 \cdot 10^6$  Тл-А/м, это позволило значительно расширить диапазон мощности и частоты электрических генераторов с постоянными магнитами.

По весовым характеристикам магнитоэлектрические генераторы до 40 кВ-А при частоте 400 Гц стали сопоставимы с генераторами с электромагнитным возбуждением. Широкое применение эти магниты нашли в генераторах малой мощности для автономных систем электроснабжения и в различного рода вспомогательных генераторах.

Практически в это же время были разработаны материалы на основе редкоземельных элементов и кобальта  $\text{YCo}_5$ , имеющих максимальную удельную магнитную энергию  $\{BH\}_{\text{max}}=(60-240)\cdot 10^3$  Тл-А/м. Их появление позволило существенно снизить массу и габаритные размеры генераторов и позволило конкурировать с генераторами с электромагнитным возбуждением в более широком диапазоне мощностей. В большинстве своем они нашли применение в автономных системах электрооборудования, устанавливаемых на передвижных электрических станциях, на авиационном и автомобильном транспорте, в автоматике и бытовой технике.

На сегодняшний день все большей популярностью пользуются магнитотвердые материалы системы ИйРеВ. По своим энергетическим показателям они превышают магниты на основе редкоземельных элементов и кобальта (предельная магнитная энергия  $\{BH\}_{\text{max}}=(200-380)\cdot 10^3$  Тл-А/м) и позволяют значительно снизить массогабаритные показатели машин с возбуждением от постоянных магнитов. Такие машины находят широкое применение в авиа-, ракето- и автомобилестроении, нефтегазовом комплексе и малой энергетике.

Применение новых видов постоянных магнитов предопределило создание новых магнитных систем ротора, использующих их особенности. Это индукторы с магнитами типа звездочка, призматическими магнитами и составными цилиндрическими полюсными башмаками, с пазовым размещением магнитов, индукторы с призматическими магнитами коллекторного типа.

Большой вклад в развитие теории электрических машин с постоянными магнитами внесли Ларионов А. Н., Балагуров В. А., Галгеев Ф. Ф., Дедовский А. Н., Данилевич Я. Б., Бут Д. А., Шевченко А.Ф. и др. [1, 2].

Много работ отечественных и зарубежных авторов посвящено теоретическому обоснованию и практической реализации синхронных генераторов с постоянными магнитами (СГПМ) различных конструкций в ветроэнергетических установках (ВЭУ) и малых гидроэлектростанциях: мини- и микро-ГЭС. Это обусловлено

высокой надежностью этих машин, простотой конструкции, высоким к.п.д. и малой инерционностью при переходных процессах [3, 4].

Эксплуатация СГПМ в качестве генераторов для ВЭУ и малых ГЭС накладывает на них свои требования:

- для упрощения или исключения мультипликатора, необходимого для согласования частот вращения ветроколеса (100-500 об/мин) и серийного генератора (1500-3000 об/мин), что ведет к значительному уменьшению стоимости установки, увеличению надежности, росту КПД а, следовательно, и росту годовой выработки электроэнергии, они применяются при низких частотах вращения

- повышенные требования к показателям надежности, для уменьшения расходов на обслуживание и ремонт.

- высокий КПД.

- обеспечение запуска генератора при низких скоростях вращения ветроколеса (малый момент залипания).

- ограничения по габаритам машины.

- жесткость внешней характеристики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Балагуров В.А., Галтеев Ф.Ф., Ларионов А.Н. Электрические машины с постоянными магнитами. М.-Л. Издательство «Энергия», 1964. – 480 с.

2 Копылов И.П. и др. Проектирование электрических машин. Учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1980. – 496 с.

3 Корнев В.В., Приступ А.Г. Проектирование синхронного генератора с постоянными магнитами. // XXIII Международная заочная научно-практическая конференция «Технические науки – от теории к практике», Россия, Новосибирск, 2013г.

4 Бухгольц Ю.Г., Комаров А.В., Шевченко А.Ф., Шевченко Л.Г. Многополюсные синхронные машины. Часть 2. Электромагнитный расчет и программа расчета на ЭВМ. Методическое указание. Новосибирск: НГТУ. 1996. – 49 с.

## ФЕРРОСИЛИКОАЛЮМИНИЙ ӨНДІРІСІНДЕГІ ГАЗ ТАЗАРТҚЫШТАРЫНДА ТҮЗІЛЕТІН ШАҢНЫҢ ЭЛЕКТРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

ЖҰМАШЕВ М. С.

магистрант, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды к.  
ЧЕКИМБАЕВ А. Ф.

т.ғ.к., Ж. Әбішев атындағы Химика-металлургия институты  
БУКАЕВ Н. Н.

магистрант, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды к.

Жоғары кремнийлі балқымалардың және ферросиликоалюминийдің жеке кешенді балқымалары (ФСА) кремний мен алюминийдің газдық фазада газ тәрізді субтотықтықты осы элементтерді тотықсыздандырудағы жоғалуын қамтиды. Сол себептен, ФСА балқыту кезінде пеш үстіндегі шихтаның күйіне үлкен көңіл аударып, электродтар айналасында заряд және сыйымдылығы конустарының уақтылы қопсытудағы тұрақты бақылау болып табылады. Осы әдіс кремний мен алюминийдің газ тәріздес субтотығын түсіруіне және балқыту үрдісіне қайтаруына мүмкіндік береді.

Бұған қарамастан, шихтағы жауапты санында кремний мен алюминийдің жоғалуы 20-25% ға дейін жетуі мүмкін. Сондықтан, шаңды қайта өңдеу және оның жалғасын пайдалану Қазақстан Республикасындағы кремнийалюминийлі балқымалардың кешенді өндірісіндегі көлемінің үлкеюіне қызығушылық тудырады.

Газ тазарту жүйелерінде шаң  $\text{SiO}_2$  және  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -тің субтотықтарының тотығуындағы 90-95 % тұрады, аморфты дисперсті кремнезем мен глиноземнің орташа нақты бетінің ауданы 15-20 м<sup>2</sup>/г құрайды. Шаң құрамында  $\text{SiO}_2$  73-75 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  20-25 %, бұл қайта өңдеу үшін маңызды шикізат құрайды. ФСА өндірісіндегі шаң қалдықтарын өңдеудегі негізгі бағыты өндіріске кесектелген шикізат түрінде қайтару болып табылады. Шаңның жоғары нақты бетінің ауданы алюминий мен кремнийдің вазгондарынан технологиялық газын сүзудегі негізгі шихтада және ФСА балқытудағы үрдісінде әсер етеді. Осы мақсатта біз көмір шаңынан ФСА балқыту процесін жүзеге асыру үшін маңызды болып табылатын брикеттердің электрофизикалық қасиеттері зерттелді. Брикеттер дайындау 5,9 МПа және 9,8 МПа қысым күші бар зертханалық престерде жүргізілді [1]. Брикеттер 5-30 % құрамдас шаң мен 10 % ылғалдылықтағы ұсақ көмірлер мен шаңнан жасалды.

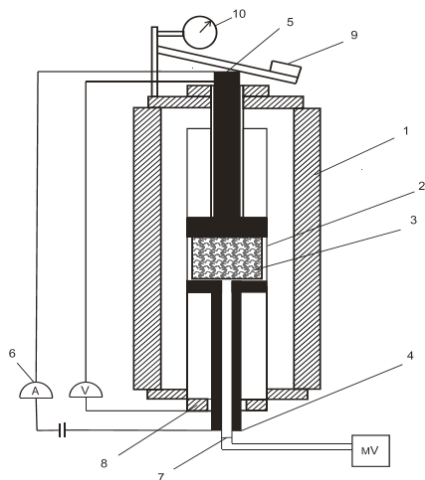
Брикеттердің беріктілігін арттыру үшін шикізат қоспасының салмағының 5-7 % мөлшерінде 20 % су ерітіндісі пайдаланылады. Беріктілікке жүргізілген сынақ нәтижесінде алынған брикеттер ферроқорытпа өндірісінің талаптарына (ГОСТ 21289 -75) беріктілік сипаттамасында толықтай сәйкес келетіндігін көрсетті.

Күлділігі жоғары «Сары-Адыр» көмір кенішінің тікелей, брикеттер үшін температурасына байланысты жоғары күлді көмірімен электр кедергісіне қарым-қатынасы зерттелді.

Брикеттер келесі құрамды болды, салмағы, %: 67,3 көмір, 32,7 шаңы вазгондары. Шихта минералдарының барлық тотықтарының тотықсыздану реакциялары үшін қажетті стехиометрияға көміртегі мөлшері сәйкес келді.

**Тәжірибе өткізу әдістемесі.** Тәжірибе өткізілуі үшін «Сары-Адыр» қиыршық брикеттерін қыздырғанда электрокедергісінің салыстырмалы жоғалуын өлшеу кезінде 70 % «Сары-Адыр» көмірі мен 30 % ұнтатылған брикеттерден тұрады. Барлық үлгілері 3-5 мм шикізат фракциясында болды. Өлшем жоғары температуралы Тамман электропешінде өткізілді. Үлгілердің электрокедергісінің өзгерісін зерттеу 25-1500 °С температура аралығында және қыздыру жылдамдығы 20-25 град/мин жағдайында өткізілді. Аталған көмірдің меншікті электрокедергісін зерттеу Орал металлургия институтының әдісімен жүргізілді [2].

Электрокедергіні анықтауға арналған құрылғы 1 суретте көрсетілген. Құрылғының негізгі бөлігі диаметрі 40 мм болатын алунд түтікшеден (2) және оның ішіне орнатылған графит электродтарынан тұрады (4, 5). Төменгі электрод қозғалмайтындай етіп бекітілген, ал жоғарғы электродтың жүк әсерінен көмірдің шөгуі кезінде түсіп-көтерілуге мүмкіндігі бар. Жүк әрқашан да жоғарғы электродты зерттелетін материалға қысып тұрады. Соның арқасында материалмен тығыз байланыс орнатылады, бұл жағдай ферроқорытпа пеш ваннасындағы шикіқұрамның қысымын моделдеуді қамтамасыз етеді. Қыздыру графит түтікшесінің кедергісі есебінен туындайды.



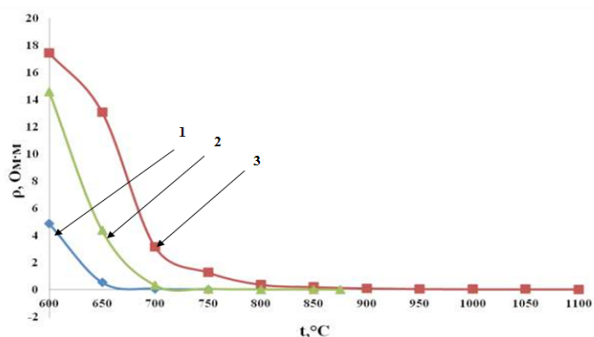
1 – электр пеші; 2 – алунд түтікшесі; 3 – зерттелетін материал;  
 4 және 5 – графитті электродтар; 6 – тұрақты ток көзі;  
 7 – вольфрам-ренийлі термопара (BP5/20);  
 8 – көмірлі қыздырғыш; 9 – жүк; 10 – микрометр.  
 Сурет 1 – Материалдардың меншікті электр кедергісін анықтауға арналған құрылғы

Тотқан оқшаулау үшін аландты түтікке салынған термопара (7) төменгі электродта орналасады. Көмірлі жүктеме ішіндегі температура вольфрам-рений термопарасымен өлшенеді. Тәжірибе барысында әр 100 °C сайын белгіленіп отырып, осы температура көрсеткіштеріне сәйкес ток күші анықталды. Электродқа тұрақты ток көзінен 3В кернеу жүргізілді.

**Нәтижелер және олардың талқылануы.** «Қожсыз» үрдіс деп аталатын жоғары кремнийлі балқымаларды балқытуда электр қуаттылығының негізгі бөлігі доғалы серпілістен өтті. Бұл төменгі электродты кеңістіктің жоғары кремний балқымаларын балқыту үшін жоғары температурада дамуына әкеледі. Жылу концентрациясы үшін электродты кеңістікте көміртекті тотықсыздандырғыштар (кокс, көмір) шикіқұрам өтімділігіне төменгі электрөткізгіштігінің отыруының жоғалуына ие болды.

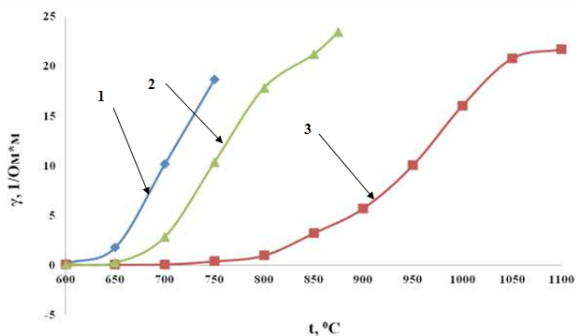
Ферросиликоалюминийді балқытудың ерекше технологиясына сәйкес жоғары электродты кедергілі дәстүрлі тотықсыздандырғыш түріне сәйкес жоғары күлді көмір мен көмірлі жыныстар қолданылуымен

өндіріледі. Сондықтан, брикет қолдану үшін ұсынылған электр кедергісін зерттеу маңызды болып табылады. 600-800 °С температурада шихтаның меншікті электр кедергісі ( $\rho$ ) колошниктің жоғары қабатына сәйкес, бұл негізінен көмір салмағының құрамына, температураға, сонымен қатар материалдың гранулометриялық құрамының өзгеруіне тәуелді. Электр кедергісі мен электр өткізгіштігінің ( $\gamma$ ) температураға тәуелділігі көрсеткіштерінің өзгерісінің нәтижелері 2-3 суретте график түрінде келтірілген.



1 – сарыадыр көмірі; 2 – брикеттер;  
3 – араластырылған шикіқұрам.

Сурет 2 – Материалдардың меншікті электр кедергісінің температураға тәуелділігі



1 – сарыадыр көмірі; 2 – брикеттер;  
3 – араластырылған шикіқұрам.

Сурет 3 – Материалдардың электр өткізгіштігінің температураға тәуелділігі

«Сары-Адыр» көмір ұнтағы мен 600-1100 °С температурада ферросиликоалюминий өндірісіндегі газ тазартқыш қондырғысынан алынған шаңнан жасалынған брикеттің электркедергісі көмірден жоғары. ФСА өндірісіндегі вазгон шаңының ұлғайуы және шикіқұрамдауы көмірмен араласуы меншікті электр кедергіні жоғарылатады.

Осы тәжірибеден алынған нәтижеден біз келесіні байқаймыз, егер шикіқұрамға 30 % ға дейін брикет қосатын болсақ, ферросиликоалюминий балқыту үрдісіне оң әсер етеді. Брикет құрамындағы микродисперстердің маңызы зор, себебі кремний және алюминий тотықсыздануды жылдамдатады.

Қорытындылай келгенде, жүргізілген зерттеулер ферросиликоалюминий өндірісіндегі газтазарту шандарын брикеттер жасау және металлургиялық қайта өндіруде қолдану арқылы жою мүмкіндігін көрсетті.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Идрисов А.И., Нурумғалиев А. Х., Байсанов С.О., Чекимбаев А.Ф. Исследование прочности брикетов из мелочи угля и пыли возгонов производства ферросиликоалюминия. Вестник КГИУ. 2014.

2 Жучков В.И., Розенберг В.Л., Ёлкин К.С., Зельберг Б.И. Энергетические параметры и конструкции рудовосстановительных электродпечей. - Челябинск: Металл, 1994. - 192 с.

### **СНИЖЕНИЕ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИКИ – МИРОВОЙ ТРЕНД**

**КОШУМБАЕВ М. Б.**

д.т.н., зав. лабораторией ГЭС и ГТС,

АО «КазНИИ энергетики имени академика Ш. Ч. Чоккина», г. Алматы

**АҚЖАРОВА Н. М.**

ТОО «КМК», г. Алматы

На сегодняшний день углеводородное топливо сохраняет свою доминирующую роль в структуре мирового энергетического баланса. К примеру, только в Китае потребление нефти за последние пять лет выросло на 30 %. Китай до конца 2016 года намерен ввозить из-за рубежа порядка 7 млн. баррелей нефти в сутки (китайская нефтегазовая корпорация Sinopec [1]). По прогнозам Банка Standard Chartered, КНР выйдет на уровень 8,6 млн. баррелей в день к концу

текущего года. Долгосрочная банковская оценка нефтяного импорта Китая: 10 млн. баррелей к началу 2019 г. Причем рост поставок обусловлен не только заполнением Стратегического резерва, но и развитием нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности КНР [2]. Новые технологии добычи существенно увеличивают объемы доступных запасов «черного золота», а рост предложения подразумевает и ужесточение конкуренции между производителями.

Китай обошел США и стал крупнейшим автомобильным рынком мира. Сравнительно новый тренд – это бурное развитие китайских авиакомпаний. В ноябре 2015 г. в Китае был представлен первый национальный авиалайнер – C919, прямой конкурент Airbus A320 и Boeing 737. Развитие сектора приводит к осязаемому росту спроса на авиакеросин. Если говорить о нефтепродуктах в целом, то спрос на них в Китае в прошлом году вырос на 6,2 % до 9,4 млн. баррелей в сутки [2].

По импорту энергоносителей КНР теперь занимает первое место, но по потреблению – только второе. По прогнозам Standard Chartered, потребление в текущем году вырастет на 420 тыс. баррелей в день. В 2016 г. на Китай придется 37 % от общемирового роста спроса на углеводороды.

Спад потребления показали страны Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), в которую входит и Европейский союз, – в этих странах стали потреблять меньше нефти на 1 %. Примерно такая же ситуация и в США. Это объясняется с переходом на более энергоэффективные технологии и использование ВИЭ в энергобалансе страны.

Наблюдается рост потребления угля не только в развивающихся странах, но в ЕС, например, в Германии. В течении нескольких лет планируется строительство в ФРГ угольных станций общей мощностью 8 ГВт, что составляет 10 % пикового потребления в стране [3]. Самым большим потребителем угля является КНР – это почти 40 % от мирового потребления угля. Такая тенденция приводит к тому, что мировое потребление также растет примерно на 4 % в год.

Сегодня 85 процента потребности в топливе обеспечиваются за счет полезных ископаемых – угля, нефти, газа и урана, и только 15 % приходятся на долю альтернативных энергоносителей. И в ближайшие 25-30 лет ископаемые углеводороды будут сохранять лидерство в мировом балансе – согласно прогнозам, их доля не

опустится ниже 80 процентов. Да, сейчас активно продвигаются проекты, связанные с возобновляемыми углеводородами, но в обозначенной выше перспективе они не будут играть существенной роли в общем энергобалансе.

Несмотря на сложности на нефтяном рынке США вводят новые правила морского бурения. Изменения на фоне падения рынка нефти могут создать условия, ограничивающие внедрение сланцевых технологии и технологии подводного бурения. Conoco Phillips и Chevron Corp. уже отказались от своих планов по бурению в Мексиканском заливе, так как проекты перестали быть прибыльными. В течение следующих 20 лет, при учете новых правил, расходы на разведочные работы в регионе компании снизят на 70 %, и за это время придется сократить порядка 190 тыс. рабочих мест, считают в Wood Mackenzie [4]. Компания Deloitte в своем последнем отчете прогнозирует, что около трети американских нефтедобывающих компаний могут объявить банкротство уже в этом году [5].

Большой проблемой становится рост стоимости электроэнергии. Например, в Великобритании счета за электроэнергию выросли в несколько раз. Одной из причин является монополия «Большой шестерки» (Таблица 1).

Таблица 1 – Энергокомпании Великобритании

Компания	Количество потребителей, млн	Материнская компания	Страна
BritishGas	20	Centrica	Великобритания
EDF Energy	5,7	EDF	Франция
E.ON UK	5,3	E.ON	Германия
Npower	6,5	RWE	Германия
ScottishPower	5,2	Iberdrola	Испания
SSE	9,6	SSE Group	Великобритания

Разгосударствление и приватизация Центрального электроэнергетического управления Британии (CEGB) в 1990 г. не способствовали появлению полноценного рынка электроэнергии в стране. Доминирующее положение заняли шесть компаний, на их долю приходится около 95 % рынка. Пользуясь своим положением, «большая шестерка» только в 2013 г. повысила тарифы на 9,1 %, что втрое превышает темпы инфляции [6]. Другой проблемой Великобритании является нехватка генерирующих мощностей и

истощение месторождений в Северном море. Министр энергетики и развития бизнеса Великобритании Майкл Феллон в ноябре 2013 г. заявил, что к 2030 г. доля импорта природного газа со стороны Великобритании вырастет до 75 % [6]. Основная причина ухудшения энергетической безопасности Великобритании остается прежней. Полным ходом идет сокращение мощностей по генерации электроэнергии: старые ТЭЦ в массовом порядке выводятся из эксплуатации. При этом ввод в строй новых объектов пока затягивается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Китай импортирует 7 млн. баррелей нефти в сутки. <http://www.vestifinance.ru/articles/69979>

2 Китай обогнал США по импорту нефти. <http://www.vestifinance.ru/articles/69068>

3 Будущее «энергетического поворота» в Германии: Не ведет ли в тупик коррекция курса?<http://bellona.ru/2014/04/25/budushhee-energeticheskogo-povorota/>

4 Администрация Обамы атаковала нефтяные компании. <http://www.vestifinance.ru/articles/69808>

5 Deloitte: 30 % энергетических компаний США – банкроты. <http://www.vestifinance.ru/articles/67572>

6 6 ключевых проблем британской энергетики. <http://www.vestifinance.ru/articles/41259>.

### СТИМУЛИРОВАНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

КОШУМБАЕВ М. Б., КОШУМБАЕВА А. М.  
АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы  
СЕИТХАМЗИНА Г. Ж.

Алматинская Академия Экономики и Статистики, г. Алматы

В начале 2009 года Парламент Республика Казахстан ратифицировал Киотский протокол [1, 2], который был подписан в 1997 году 125-ю странами. Цель соглашения – предотвратить катастрофические изменения климата. Странам, ратифицировавшим протокол, выделяются квоты на выбросы в атмосферу промышленных газов, вызывающих «парниковый эффект». Если то или иное государство не способно удержать нужный уровень выбросов, оно может купить квоты у другого государства, которое выбрасывает в атмосферу меньше вредных веществ.

Снижение вредных выбросов не только улучшит экологию, но и привлечет в экономику дополнительные инвестиции. Кроме того, соглашение рассматривается экологами как дополнительный стимул для стран мира к поиску альтернативы нынешним источникам энергии.

Начиная с 2000 года, в Казахстане ведется национальная инвентаризация парниковых газов. В 1992 году общие выбросы парниковых газов составляли 340 млн. тонн, а 2008 году – 247 млн. тонн эквивалента углекислого газа. Таким образом, Казахстан имеет запас эмиссий парниковых газов порядка 90 млн. тонн. Наша страна занимает место одной из самых емких углеводородных стран мира, восьмое место, впереди России и Украины, что говорит об огромном потенциале сокращения.

Министерство охраны окружающей среды РК (МООС) инициировал предложения «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по экологическим вопросам» [3, 4], согласно которым вводятся понятия:

- единица квоты – учетная единица, соответствующая одной тонне двуокиси углерода эквивалента, применяемая в рамках рыночного механизма регулирования выбросов и поглощений парниковых газов;

- углеродные единицы – учетная единица, соответствующая одной тонне двуокиси углерода эквивалента сокращений, выбросов и поглощений парниковых газов;

- сертификат квоты на выбросы – документ, определяющий квоты на выбросы парниковых газов, измеряемые в тоннах двуокиси углерода эквивалента, устанавливаемые для оператора установок на соответствующий год;

- экологические (зеленые) инвестиции – инвестирование полученных средств от передачи частей установленного количества для проектов, программ и мероприятий, в результате реализации которых уменьшаются объемы выбросов или увеличивается поглощение парниковых газов, платежей субъектов административного регулирования.

Изменения в Экологический кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года предусматриваются в следующих статьях:

Статья 94-2. Квоты на выбросы парниковых газов.

1. Запрещается осуществление деятельности без получения квот на выбросы парниковых газов природопользователями, осуществляющими выбросы парниковых газов в объеме,

превышающем 20 000 (двадцать тысяч) тонн двуокиси углерода в год, деятельность которых осуществляется в промышленности, нефтегазовой, энергетической, горнометаллургической, химической отраслях экономики, в сельском хозяйстве и транспорте.

2. Квоты на выбросы парниковых газов выдаются в соответствии с Национальным планом распределения квот на выбросы парниковых газов в порядке, установленном Правительством Республики Казахстан.

3. Природопользователь получает квоту на объем выбросов парниковых газов к каждой установке, действующую в течение отчетного периода.

4. Квота на выбросы парниковых газов закрепляется в сертификате, который выдается уполномоченным органом в области охраны окружающей среды.

5. Сертификат выдается на основе данных паспорта установки природопользователя.

Сертификат является документом, устанавливающим объем разрешенных выбросов парниковых газов, выдаваемом природопользователю в целях выполнения его обязательств по выбросам парниковых газов и участия в торговле выбросами.

6. При выдаче сертификата производится запись в учетной системе источников выбросов парниковых газов.

Сертификат заносится в учетную систему источников выбросов и поглощений парниковых газов в виде углеродных единиц для ведения операций в рамках рыночного механизма регулирования и торговли.

7. Природопользователям запрещается превышать квоту, установленную сертификатом на выбросы парниковых газов в соответствующем периоде.

8. Природопользователи до 1 апреля следующего за отчетным периодом, должны представить в уполномоченный орган в области охраны окружающей среды сертификат на выбросы парниковых газов в размере фактического объема выбросов парниковых газов за отчетный период.

Природопользователи для покрытия своих обязательств за отчетный период, на недостающий объем могут представить сертифицированные единицы сокращения, полученные в результате реализации проектных механизмов, приобретенных у других природопользователей в соответствии с договорами или международными договорами Республики Казахстан.

9. В случае превышения установленного объема квот на выбросы парниковых газов и невозможности выполнения обязательств на сокращение выбросов парниковых газов в течение определенного периода времени, природопользователь может приобрести недостающую часть (единицы) квот на выбросы парниковых газов и часть обязательств на сокращение выбросов у другого природопользователя, имеющего резерв установленного объема квот на выбросы парниковых газов.

10. В случае если природопользователь имеет резерв квот на выбросы парниковых газов по сравнению с установленным объемом квот на выбросы парниковых газов и обязательствами на сокращение выбросов парниковых газов, он может предложить часть квот на выбросы и часть квот на сокращение выбросов парниковых газов для продажи другим природопользователям.

Резерв квот по сравнению с установленным объемом квот на выбросы парниковых газов не может быть получен за счет снижения производства.

11. Привлечение к ответственности, предусмотренной законами Республики Казахстан за несоблюдение требований экологического законодательства, не освобождает природопользователя от исполнения обязанности за представление сертификатов в количестве, равном объему фактических выбросов парниковых газов за отчетный год.

12. Природопользователи в целях получения квот на выбросы парниковых газов и участия в торговой системе сокращений и поглощений выбросов парниковых газов обязаны предоставить в уполномоченный орган в области охраны окружающей среды следующие документы, подтвержденные независимой аккредитованной организацией:

- 1) отчет об инвентаризации за отчетный год;
- 2) паспорт установки;
- 3) программу сокращения выбросов парниковых газов;
- 4) план мероприятий по реализации проектов сокращений выбросов парниковых газов.

Статья 94-3. Условия выдачи и содержание сертификата на выброс парниковых газов

1. Уполномоченный орган в области охраны окружающей среды выдает сертификат, предоставляющий право на выбросы парниковых газов от установки (установок), либо от ее частей.

Сертификат на выбросы парниковых газов может выдаваться на одну или несколько установок на одной и той же промышленной площадке, оперируемых одним оператором.

2. Сертификат содержит следующую информацию:

1) имя и адрес оператора установки;

2) описание видов деятельности и объемов выбросов парниковых газов от установки;

3) требования к мониторингу с указанием стандарта мониторинга, применяемых к установке;

4) требования к отчетности, а также сроки сдачи сертификата по фактическому объему выбросов данной установки в отчетный год с подтверждением независимой аккредитованной организацией.

Статья 94-4. Изменение квоты на выбросы парниковых газов и переоформление сертификата на выбросы парниковых газов

1. Природопользователь обращается в уполномоченный орган в области охраны окружающей среды для пересмотра объема выданной квоты, в случаях изменений, планируемых в характере или функционировании установок, или введения новых источников парниковых газов в течение отчетного периода.

2. В случаях, когда происходит смена оператора установки (отчуждение, реорганизация, изменение организационно-правовой формы, наименования юридического лица), уполномоченный орган в области охраны окружающей среды на основе подтверждающих документов переоформляет сертификат с указанием имени и адреса нового оператора.

Обязательства, установленные в сертификате, в обязательном порядке переносятся на нового оператора

3. Квота на выбросы парниковых газов ликвидированного юридического лица переходит в резерв объема квот Национального плана распределения квот на выбросы парниковых газов.

4. Порядок изменения квоты на выбросы парниковых газов и переоформления сертификата на выбросы парниковых газов определяются уполномоченным органом в области охраны окружающей среды.

Статья 94-5. Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов

1. Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов разрабатывается уполномоченным органом в области охраны окружающей среды и утверждается Правительством Республики Казахстан на соответствующий период.

2. В Национальном плане распределений квот на выбросы парниковых газов устанавливается общий объем квот на выбросы парниковых газов, определяются отрасли экономики и природопользователи, наделяемые данными квотами.

3. Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов основан на данных паспортов установок природопользователей и предусматривает распределение квот между природопользователями.

Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов разрабатываются в соответствии с правилами распределения квот на выбросы, утвержденным Правительством Республики Казахстан.

4. Национальный план распределения квот на выбросы парниковых газов содержит резерв объема квот, необходимый для распределения квот на выбросы в случае введения в эксплуатацию новых установок в приоритетных секторах экономики, определяемых Правительством Республики Казахстан.

Резерв передается в управление подведомственной организации уполномоченного органа в области охраны окружающей среды для продажи на условиях опциона.

5. Исполнение Национального плана распределения квот на выбросы парниковых газов является обязательным для природопользователей.

Статья 94-7. Рыночный механизм по сокращению выбросов и поглощению парниковых газов

1. Рыночный механизм по сокращению выбросов и поглощению парниковых газов включает в себя:

1) торговлю квотами на выбросы парниковых газов;

2) торговлю сертифицированными сокращениями за счет проектных механизмов;

3) международную торговлю единицами установленного количества между странами, имеющими ограничения и (или) сокращения выбросов парниковых газов и их юридическими лицами.

2. Субъектами рынка выбросов парниковых газов являются юридические лица, участвующие в реализации проектных механизмов сокращений и поглощений выбросов парниковых газов, а также участники биржевой торговли в соответствии с законодательством Республики Казахстан.

3. Углеродная единица, измеряемая в одной метрической тонне эквивалента двуокси углерода и используемая в торговой системе, является товаром.

4. Реализация единиц поглощения, сертифицированных сокращений выбросов, сокращения выбросов, квот, внутреннего сертифицированного сокращения выбросов во вторичном обороте производится на организованных товарных площадках (биржах), определяемых в соответствии с действующим законодательством Республики Казахстан.

5. Размерность одной единицы квот, сокращений и поглощений, а также проектных механизмов и единицей установленного количества является равной одной тонне эквивалента двуокси углерода.

Статья 94-8 Независимый поставщик информации

Основной задачей независимых поставщиков информации является предоставление консультационных услуг, а также содействие природопользователям по управлению выбросами парниковых газов, в том числе реализации проектных механизмов сокращений и поглощений выбросов парниковых газов.

Статья 94-9. Требования к торговле выбросами

1. Единицы квот, участвующие в системе торговли квотами на выбросы парниковых газов, имеют хождение только на внутреннем торговом рынке без права передачи в учетные системы установленного количества других стран. Единицы квот могут использоваться на других международных биржевых площадках в целях котировки данных единиц квот.

Углеродные единицы Республики Казахстан могут быть отчуждены из учетной системы установленного количества в случае принятия международных договоров на двусторонней основе, объем которых не может превышать ежегодного объема выбросов парниковых газов.

2. Сертифицированные единицы сокращений проектных механизмов могут использоваться для целей внутренней и международной торговли и обеспечиваться переходом из государственной системы учета установленного количества в систему учета других стран.

Статья 94-12. Зеленые инвестиции

1. Из части общего объема выбросов парниковых газов образуется резерв единиц установленного количества, порядок формирования которого устанавливается Правительством Республики Казахстан.

2. Резерв передается в управление подведомственной организации уполномоченного органа в области охраны окружающей среды.

3. Финансирование проектов в рамках механизма «зеленых инвестиций» осуществляется в объеме средств, полученных от реализации или использования единиц установленного количества из резерва».

Несмотря, что в предложениях МООС имеется описание рыночных механизмов, тем не менее, экономическая составляющая процесса сокращения выбросов, а тем более экономическая заинтересованность участников данного процесса не указана. С другой стороны, квоты вводятся в виде товара и для него нужно будет создавать дополнительный рынок. В Казахстане имеется товарная биржа, но это не означает, что на биржевой площадке могут обращаться квоты на выбросы даже в виде товара. Для того чтобы заработал рынок должна быть соответствующая инфраструктура: регулирующий орган, лицензируемые брокеры и регистраторы сделок (профессиональные участники). Для повышения их ответственности по выполнению своих обязательств необходимо не только их лицензирование, но и наличие сформированного уставного капитала для покрытия ущерба покупателя или продавца квот, если этот ущерб был вызван по вине профессионального участника. В этих лицензируемых организациях должны работать специалисты, имеющие специальное образование и сертификаты обучения. Также надо отрегулировать движение квот по бухгалтерскому балансу и определить налогооблагаемую базу по данным инструментам. Дело в том, что при определении квот в виде товара вся налоговая система будет рассматривать операции с ними как товарное обращение, что вызовет такие налоги как НДС и подоходный налог, что, в конечном счете, будет увеличивать стоимость таких инструментов.

Не маловажным фактом является упущение в предложениях МООС развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) как элемент в борьбе с вредными выбросами. К сожалению, ни квоты, ни другие инструменты, предлагаемые МООС, не приводят к использованию ВИЭ для увеличения выработки энергии, тем самым сокращая использование вредных традиционных источников энергии.

Чтобы понять экономическое содержание предложений МООС, постараемся кратко описать, какие принципиально вопросы решает введение квот:

Во-первых, квоты выписываются компаниям, которые снижают выбросы, т.е. служит инструментом стимулирования.

Во-вторых, квоты могут быть проданы на рынке по рыночной стоимости.

В третьих, квоты служат для погашения штрафа для предприятий, допускающих вредные выбросы. Таким образом, данный инструмент решает в первую очередь финансовые вопросы, поэтому квоты являются финансовым инструментом. Это говорит о том, что он ни каким образом не может быть товаром по определению.

Чтобы не противоречить предложениям МООС можно предложить следующее:

Дополнительно внести новое понятие как «зеленый сертификат» в виде ценных бумаг (ЦБ). Они будут выпускаться согласно Национального плана МООС (аналогично тому как Минфин РК выпускает казначейские обязательства или Ноты НацБанк РК). В этом случае рынок ценных бумаг уже имеется, сформирована инфраструктура и разработаны законодательные нормативы по налогообложению, бухгалтерскому учету, пруденциальным критериям и т.д. Статус ЦБ позволит данному инструменту безболезненно интегрироваться с фондовым рынком, снизить дефицит инструментов на Казахстанской фондовой бирже, инфраструктура фондового рынка обеспечит «зеленым сертификатам» легкую адаптацию к налоговой и другой нормативной базе, улучшит портфель пенсионных фондов и страховых компаний.

Одной из проблем в развитии ВИЭ является высокая себестоимость производимой энергии, поэтому энергетические компании (ЭК), имеющие лицензии на транспортировку и передачу электроэнергии, не заинтересованы приобретать энергию у ВИЭ. При наличии «зеленых сертификатов» данная проблема решается следующим образом – ЭК предоставляет договора на приобретение энергии у ВИЭ уполномоченному органу, который на разницу превышения стоимости энергии предоставляет ЭК «зеленые сертификаты». Учитывая, что штрафные санкции на вредные выбросы превышают в 10 раз номинальную стоимость «зеленых сертификатов», то ЭК могут эти бумаги продать на бирже с доходом.

Учитывая вышеизложенное, можно кратко описать порядок выпуска и обращения «зеленых сертификатов» на фондовом рынке.

Механизм выпуска «зеленых сертификатов».

Основанием для выпуска «зеленых сертификатов» является:

1. Национальный план по квотам.
2. Разница стоимости цены приобретения электроэнергии от рыночной согласно Договора на покупку распределительными сетями электроэнергии от производителей, использующих ВИЭ.

Обращение «зеленых сертификатов».

1. Предприятие получает «зеленые сертификаты» на сумму и в количестве снижения выбросов.

2. Предприятие реализует их на фондовом рынке.

3. Распределительные сети заключают договора на приобретение электроэнергии по завышенной стоимости от производителей, связанных с ВИЭ. Данный договор предоставляется в уполномоченный орган, который на разницу цены приобретения и рыночной стоимостью электроэнергии выдает распределительным сетям «зеленые сертификаты» по номиналу. Далее повторяется пункт 2.

4. Покупателями могут быть не только предприятия, допускающие вредные выбросы, но и профессиональные участники фондового рынка.

В заключение можно сказать, что введение «зеленых сертификатов» в виде ценных бумаг позволит снизить расходы по созданию инфраструктуры и адаптации этих инструментов среди всех существующих норм законодательства, а также уменьшить время введения данных инструментов в реальную экономику.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Казахстан ратифицировал Киотский протокол. <http://www.newskaz.ru/economy/20090326/165430.html>

2 Парламент Казахстана ратифицировал Киотский протокол <http://eco.ran.ru/business/20090226/163233967.html>

3 <http://www.ecotech.kz/ru/news/21-12-2010eco/>

4 Мажилис одобрил в первом чтении поправки в законодательство, усиливающие ответственность за экологические правонарушения. <http://ecoclimate.kz/index.php/news/242-080611>

## РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВЕТРОВЫХ УСТАНОВОК

КОШУМБАЕВ М. Б., СУЛЕЙМЕНОВ К. Б.  
АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы  
НУРСЕЙТОВА М.  
НАО «Казахский национальный исследовательский технический  
университет имени К. И. Сатпаева», г. Алматы

Для расчета производительности ветрового парка необходимо, во-первых, располагать метеорологическими данными (скоростью ветра, его направлением и частотой возникновения). Во-вторых, иметь информацию о рельефе, шероховатости и существующих препятствиях для ветра в радиусе 10 км от расположения ветрового парка. И, в третьих, нужны характеристики самих ветровых турбин (высота мачты, диаметр ротора, установленная мощность) и их расположение внутри ветрового парка.

Одним из наиболее важных характеристик ветровых энергетических установок (ВЭУ) является ее номинальная мощность. Эта величина указывает, сколько кВт\*ч энергии турбина выработает при максимальной нагрузке [1]. Номинальная мощность рассматриваемой ветровой турбины составляет 2 000 кВт. Это значит, что при наиболее оптимальной скорости ветра 17-21 м/с ветровая станция произведет 2 000 кВт\*ч энергии за час работы (рисунок 1) [2].

Эта величина производимой ветровой энергетической установкой мощности в определенный момент времени описывается рабочей кривой, характеризующей зависимость вырабатываемой турбиной мощности от наличной в данный момент скорости ветра. Для данной турбины эта рабочая кривая приведена на рисунке 1.

Ротор начинает вращаться при скорости ветра, равной 3 м/с, и останавливается по причинам безопасности при скорости 21 м/с.

Объем производимой энергии в определенный момент времени высчитывается по формуле [3]:

$$E = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w^3 \cdot A \cdot C_e \quad (1)$$

где  $E$  – производимая энергия в определенный момент времени (Вт/с);

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$w$  – скорость ветра, м/с;

$S$  – площадь, охватываемая ветровым колесом ротора, м<sup>2</sup>;

$C_e$  – общая эффективность ветровой турбины при данной скорости ветра, доли.

Так для рассматриваемого типа ветровой турбин на 2 000 кВт установленной мощности с диаметром ротора 90 м при скорости ветра 7 м/с, эффективностью 45 % и плотностью воздуха на уровне мачты 1,216 кг/м<sup>3</sup>, получим:

$$E = \frac{1}{2} \cdot 1,216 \cdot 7^3 \cdot 90^2 \cdot \pi / 4 \cdot 0,45 = 1193424,32 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 1193 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \quad (2)$$

Из этого следует, что при данной скорости эта ветровая турбина будет производить 1 193 кВт в данный момент времени.

Количество произведенной за год энергии не может быть рассчитано путем простого умножения установленной мощности (в данном случае 2 000 кВт) на среднюю годовую скорость ветра. Необходимо также учитывать коэффициент использования установленной мощности для определения эффективности работы турбины в течение года на определенной площадке. Коэффициент использования установленной мощности - это фактическая годовая выработка электроэнергии, разделенная на теоретически максимальную выработку при условии, что машина работала в режиме максимальной нагрузки в течение всех 8760 часов года. Теоретически значение коэффициента использования установленной мощности может варьироваться от 0 до 100 %, но практически он располагается в пределах от 20 до 70 % и чаще всего равен 25-30 % [4].

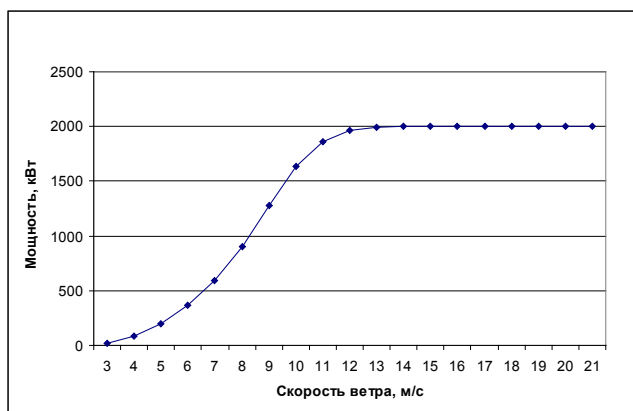


Рисунок 1 – Кривая производительности ВЭУ(при плотности воздуха 1,225 кг/м<sup>3</sup>).

Так, для ветровой турбины с установленной мощностью 2000 кВт коэффициент использования установленной мощности равен 44,5 % (определяется расчетным путем с помощью программного приложения WindPRO при построении кривой распределения ветра по интенсивности и продолжительности в определенной точке – в нашем случае, это расположение метеорологической мачты), прогнозируемое количество произведенной за год энергии будет равно:

$$E_{год} = 2000 \text{ кВт} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 365,25 \text{ дней} \cdot 0,445 = 7801 \text{ МВтч} \quad (3)$$

Проведенные вычисления с помощью модуля METEO программы WindPRO 2.5 показали следующие значения (таблица 1).

В данном случае от основного результата вычислений отнимается значение погрешности вычислений 10 %. Это связано с тем, что, даже обладая подробными метеорологическими данными участка, сложно предсказать точную производительность будущей ВЭС, поэтому для инвесторов принимается минимальное значение в интервале результатов с учетом погрешностей.

Проведенные вычисления с помощью модуля METEO программы WindPRO 2.5 показали следующие значения (таблица 1).

В данном случае от основного результата вычислений отнимается значение погрешности вычислений 10 %. Это связано с тем, что, даже обладая подробными метеорологическими данными участка, сложно предсказать точную производительность будущей ВЭС, поэтому для инвесторов принимается минимальное значение в интервале результатов с учетом погрешностей.

Таблица 1 – Результаты расчетов годовой производительности ветровой турбины, в зависимости от параметров воздушного потока.

Диаметр ветрового колеса (м)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Среднегодовая скорость ветра (м/с)	5	6	7	8	9	10
Расчетное время работы ВЭУ в году (ч)	8760	8760	8760	8760	8760	8760
Поперечная площадь сечения ветрового потока (м <sup>2</sup> )	5	5	5	5	5	5
Мощность ветрового потока (Вт)	768	1326	2106	3144	4476	6140
Мощность на выходе ВЭУ (Вт)	192	332	527	786	1119	1535

Фактическое количество вырабатываемой электроэнергии (кВт <sup>ч</sup> /год)	1 680,87	2 904,54	4 612,31	6 884,84	9 802,83	13 446,95
Среднегодовая мощность ветрового потока (Вт)	1 462,54	2 527,27	4 013,21	5 990,56	8 529,52	11 700,31
Среднегодовая мощность ветрового потока $P_{с}$ (Вт/м <sup>2</sup> )	146,25	252,72	401,31	599,04	852,93	1170

## ЛИТЕРАТУРА

1 Австралийцы задумали построить самую высокую в мире трубу. <http://www.membrana.ru/particle/16484>.

2 Метеорологический ежегодник. Ч. 2, вып. 1-34, издание периодическое, Л. 1966-1975.

3 Ветроэнергетика. Руководство по применению ветровых установок малой и средней мощности. – М. Интерсоларцентр, 2001, с. 54-55.

4 Сабинин, Г. Х. Теория и аэродинамический расчет ветряных двигателей // Труды ЦАГИ, 1931. – вып. 104. – 88 с.

## КАЗАХСТАНСКИЕ РАЗРАБОТКИ НА EXPO-2017

КОШУМБАЕВ М. Б.

д.т.н., академик МАИ при ООН

КВАСОВ А. А., ЕРЖАН А. А., КОШУМБАЕВ А. М.

АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

Загрязнения окружающей среды, связанные с энергетическими выбросами, нарушения теплового баланса атмосферы, дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов, нестабильная ситуация на мировом рынке энергоресурсов снижают энергоэффективность мировой экономики. Для решения данной проблемы необходимы разработка мероприятий по энергосбережению и конструкции возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Казахстан в силу своего географического положения располагает не только значительным потенциалом возобновляемых источников энергии, но и существенным транзитным и экспортным потенциалом, что создает предпосылки для международного сотрудничества.

Рост потребности электроэнергии может вызвать дефицит электроэнергетических мощностей. Без ввода новых, модернизации

существующего электроэнергетического оборудования обеспечить растущие потребности экономики и дальнейшее развитие энергетической отрасли не представляется возможным. Реализация таких мероприятий, в свою очередь, требует привлечения значительных финансовых средств, в том числе и за счет повышения тарифов для потребителей.

Казахстан является заметным источником выбросов парниковых газов в атмосферу Земли. Годовой объем выбросов парниковых газов на уровне 1990 года оценивается в 320 млн. тонн эквивалента углекислого газа. По удельным показателям выбросов парниковых газов на единицу валового продукта, по данным Международного энергетического агентства, Казахстан находится на первом месте в мире, а по выбросам в расчете на душу населения – на тринадцатом. По абсолютным же выбросам парниковых газов он занимает двадцать третье место в мире, третье место среди стран СНГ и является лидером среди стран Центральной Азии. Столь высокий объем выбросов обусловлен преобладающим использованием низкосортного угля в казахстанской энергетике и отсутствием внедрения источников альтернативной энергетики. Таким образом, вовлечение в энергетический баланс альтернативных источников энергии, в первую очередь возобновляемых, – не только экономически обусловленная внутриказахстанская задача, но и экологическая проблема мирового масштаба.

Сегодня ВИЭ – это наиболее динамично развивающаяся в мире форма генерации энергии. Ежегодно темпы ее глобального роста превышают 30 %. К середине нынешнего века увеличение их доли в глобальном энергетическом балансе прогнозируется до 35 %, в Германии – до 47 %, в Дании – до 100 %. Лидерами по выработке альтернативной электроэнергии (по совокупной мощности действующих объектов ВИЭ) являются страны ЕС, США, Китай и Индия.

Привлекательность ВИЭ связана с неисчерпаемостью этих ресурсов, независимостью от конъюнктуры цен на мировых рынках энергоносителей и экологической чистотой. Последний аргумент особенно актуален, поскольку традиционная энергетика оказывает негативное воздействие на окружающую среду, как на местном уровне, так и в глобальном масштабе.

Казахстан обладает значительным потенциалом ВИЭ, прежде всего в виде гидро-, ветро- и солнечной энергии, которой достаточно, чтобы обеспечить значительную часть его потребности

в энергетических ресурсах. Если ВИЭ в виде гидро- и ветровой энергии находят применение для коммерческого производства электроэнергии, то солнечная энергия может широко использоваться для горячего водоснабжения и в ряде случаев для автономного электроснабжения.

Расчеты показывают, что потенциал нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Казахстане составляет порядка 15 200 млрд. кВт\*ч, из которых на долю ветра приходится ~ 14 100 млрд. кВт\*ч [1].

Технический гидроэнергетический потенциал Казахстана оценивается примерно в 170 млрд. кВт\*ч, а экономический – в 27-30 млрд. кВт\*ч в год [2], из которого на сегодняшний день задействовано всего лишь 7-8 ТВт\*ч. Большое значение в его дальнейшем освоении имеют малые гидроэлектростанции.

Экономически целесообразный потенциал оценивается в 337 млрд. кВт\*ч в год, в том числе по ветровой энергии – 322 млрд. кВт\*ч, солнечной – 4 млрд. кВт\*ч, малым ГЭС – 11 млрд. кВт\*ч в год [3].

Для стимулирования бизнеса по внедрению возобновляемых источников энергии необходимо внесение серьезных изменений в действующее законодательство и предоставление долгосрочных налоговых преференций.

Нетрадиционная энергетика, использующая энергию ветра, солнца, стоков малых рек, термальных подземных вод, биомассы и других источников в настоящее время имеет высокие удельные капиталовложения по сравнению с традиционными источниками энергии. Тем не менее разработка собственных технологий, увеличение доли казахстанского содержания с ростом цен на органическое топливо и ограничениями общества, направленными на охрану окружающей среды, эффективность нетрадиционных источников энергии будет, несомненно, возрастать, а их широкомасштабное использование станет важнейшим направлением энергосбережения.

В качестве инновационных разработок предлагаются гидроагрегат и ветротурбина. Использование вихревого эффекта в гидроагрегате намного упрощает его конструкцию и повышает надежность работы агрегата [4]. Отличительной особенностью конструкции является турбина, которая выполнена из цилиндрической трубы, внутри которой расположены пластины с возможностью плавного обтекания потоком. Каждая из пластин

продольной кромкой одного ребра прикреплена к внутренней стороне трубы, а продольной кромкой другого ребра соединена с другими пластинами вдоль оси трубы. Труба установлена на напорном участке водовода и соединена с ним подшипниками.

В гидроагрегате устранена вибрация турбины и исключено консольное крепление вала вследствие выполнения турбины из полой цилиндрической трубы. Консольное крепление пластин отсутствует, в связи с чем исключается их вибрация и вибрационная нагрузка. Поток, попадая в трубу-турбину, плавно обтекает пластины и приводит в движение турбину, которая вращает ротор генератора. Нахождение генератора вне напорной части водовода облегчает его монтаж и производство возможных ремонтных работ.

Составные части в предлагаемой конструкции гидроагрегата кроме криволинейных пластин, находятся вне напорного водовода, что обеспечивает определенные удобства при его эксплуатации, упрощение конструкции и повышение надежности его работы. Трубу-турбину можно устанавливать в любом месте напорного водовода, а скорость его вращения можно регулировать не только расходом и напором потока, но и степенью кривизны пластин.

На рисунке 1 приведена конструкция гидроагрегата, где 1 – подводящий водовод; 2 – подшипник; 3 – турбина в виде полой трубы; 4 – криволинейные пластины, описываемые логарифмической зависимостью; 5 – ротор генератора; 6 – статор генератора; 7 – отводящий водовод.

Подводящий 1 и отводящий 7 водоводы соединяются с турбиной 3 посредством подшипников 2. Пластины 4 одной кромкой ребра закреплены на внутренней стороне турбины 3, а кромкой другого ребра соединены между собой вдоль оси турбины. На турбине с внешней стороны установлен ротор 5 генератора. Статор 6 представляет собой неподвижный цилиндр, внутри которого расположен ротор.

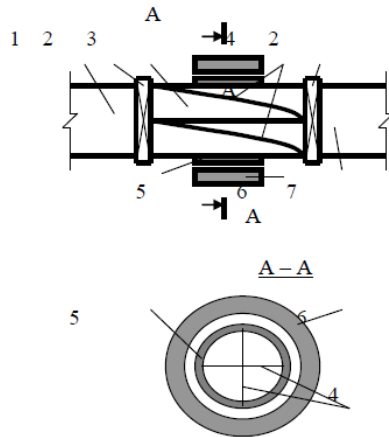


Рисунок 1 – Гидроагрегат

Гидроагрегат работает следующим образом. Поток, двигаясь по подводящему водоводу 1, поступают в турбину 3. Воздействуя на пластины 4 турбины, поток вращает турбину вокруг её оси относительно водовода. Вращение турбины возможно из-за ее соединения с неподвижным водоводом с помощью подшипников 2. Из турбины отработанный поток сбрасывается в отводящий водовод 7. Экспериментальная модель приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Экспериментальная модель гидротурбины

При напоре 20 м и расходе воды 20 м/с вращение турбины составило 1200 оборотов в минуту, что представляет большой технической интерес.

Использование данной конструкции целесообразно для проектируемых, строящихся и существующих сооружений, поскольку практически в любом гидросооружении имеется напорный водовод. В любом месте водовода можно установить предлагаемую конструкцию гидроагрегата. Эффективность данной конструкции проявляется особенно для микро- и малых ГЭС ввиду несложной конструкции, надежной работы и экологически безвредного его использования.

Повышение эффективности и надежности ветротурбины (ВТ) можно достичь за счет генерации вихревого движения воздушного потока, возникающего благодаря криволинейным направляющим стенкам и тангенциальному подводу воздуха к вытяжной трубе. Кривизна стенок и лопасти агрегата описываются логарифмической зависимостью. Концентратор состоит из шатра и конуса, между которыми расположены криволинейные направляющие стенки. Наружные части шатра и вытяжной трубы черного цвета нагреваются под действием солнечной энергии, что также увеличивает вытяжную тягу.

Другой особенностью ВТ является ветровое колесо, на внешней стороне которого установлены криволинейные лопасти, при этом вал генератора неподвижно закреплен одним концом в центре основания, а другим - на входе вытяжной трубы.

Воздушный поток, попадая в концентратор, нагревается и с помощью криволинейных направляющих стенок получает вращательное движение. Повышение температуры и уменьшение живого сечения потока также способствует его стабильному ускоренному вращательному движению. Вихревое движение воздуха приводит к вращению лопастей и самого генератора, при этом лопасти на обратном ходе не испытывают сил сопротивления. Новая конструкция ВТ [5] позволяет достичь технический результат в виде повышения эффективности за счет устранения системы нагрева, оптимизации конструкции тангенциальным вводом потока в трубу, надежности агрегата путем устранения воздействия потока на обратный ход лопасти, улучшение аэродинамического режима работы.

Сущность изобретения поясняется чертежами на рисунках 3 и 4, на которых схематически приведена конструкция предлагаемого ветрового агрегата. На рисунке 3 показан вид сбоку и сечение по А-А, на рисунке 4 отражен разрез с изображением ветроколеса в виде генератора с лопастями.

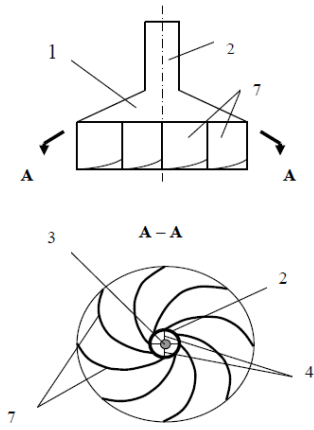


Рисунок 3 – Схема конструкции ветрового агрегата

По центру шатра 1 установлена вытяжная труба 2. Внутри трубы размещается ветроколесо в виде генератора 3, на внешней стороне которого жестко закреплены криволинейные лопасти 4. Вал 5 генератора неподвижно закреплен по центру конуса 6 и в верхней части трубы. В концентраторе потока между шатром и конусом расположены криволинейные направляющие стенки 7, которые образуют криволинейные сужающиеся воздушные каналы, обеспечивающие тангенциальный подвод воздушного потока в вытяжную трубу. Наружные поверхности шатра и вытяжной трубы окрашены в черный цвет. Кривизна направляющих стенок и лопастей, задана логарифмической зависимостью.

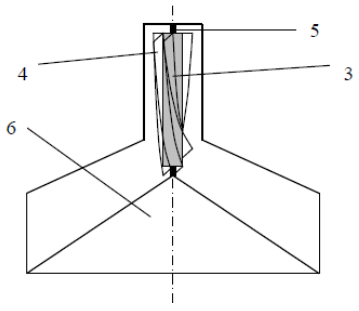


Рисунок 4 – Разрез с изображением ветроколеса в виде генератора с лопастями

Энергия вихревого движения передается на криволинейные лопасти. Благодаря направлению оси вращения вдоль потока лопасти не испытывают лобового удара воздушным потоком и консольного напряжения, даже в случае неравномерного подхода воздушного потока к входным отверстиям каналов концентратора и при изменении его направления. Поток воздуха, попадая в концентратор, нагревается и движется по спирали к центру. Спиральное движение воздуха обусловлено направляющими стенками и конфигурацией лопастей. Лопасти, вращаясь, передают крутящий момент генератору, который преобразует механическую энергию вращения в электрическую. Направление угловой скорости вихря зависит от кривизны стенок. С увеличением радиуса концентратора возрастает мощность агрегата.

Лабораторные опыты проводились на экспериментальной установке (рисунок 5) высотой 5 м и диаметром концентратора 2 м. Ветроколесо представляет собой усеченный конус высотой 1 м и нижним диаметром 1,2 м. Воздух подавался заданной скоростью, и в зависимости от нее определялось вращение ветроколеса. При осредненной скорости воздуха 7 м/с вращение ветроколеса составило 200 оборотов в минуту.

Предлагаемую конструкцию можно установить не только на суше, но и на поверхности моря или океана. Эффективность данной конструкции проявляется особенно для удаленных мест, где невозможно подача электроэнергии обычным способом. К дополнительным преимуществам данной конструкции можно отнести: отсутствие вибрации лопастей, устранение ударного воздействия на них воздушным потоком.

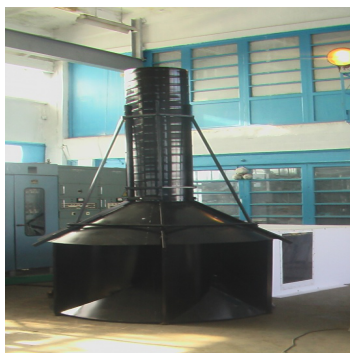


Рисунок 5 – Экспериментальная модель вихревой ветротурбины

## ЛИТЕРАТУРА

1 Потенциал возобновляемой электрической энергии Казахстана и Центрально-Азиатских государств для возможности создания энергетического рынка. Энергетика и топливная промышленность Казахстана, № 11/6, с. 54-60.

2 Презентационные материалы института «Казгидропроект». Алматы-Астана, 2009.

3 Дукенбаев К.Д. Энергетика Казахстана. Условия и механизмы ее устойчивого развития. – Алматы, 2004. – 604с.

4 Предварительный патент № 13064 KZ, МКИ F 03 В 13/00. Гидроагрегат. /Кошумбаев М. Б. Заявлено 21.02.2002. Оpubл. 15.05.2003, бюл. № 5. – 4 с.

5 Предварительный патент 20243 KZ. Ветроагрегат /Кошумбаев М. Б. Оpubл. 17.11.2008, Бюл. № 11. – 4 с: ил.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ (ГТС) ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ**

КОШУМБАЕВ М. Б., КВАСОВ П. А., ЕРЖАН А. А.  
АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

Гидротехнические сооружения, построенные в различных странах мира, продемонстрировали сравнительно высокую надежность и долговечность – многие из них эксплуатируются десятки и даже сотни лет. Но повышенный интерес к безопасности гидросооружений имеет веские основания – материалы мировой статистики и события последних лет свидетельствуют о том, что полностью исключить возможность повреждения и разрушения ГТС и примыкающих к ним сооружений нельзя. Более того, вероятность аварий на гидросооружениях увеличилась наряду с ростом крупных техногенных аварий и катастроф на энергетических, химических и металлургических комплексах и т.д.

Создание конструкционно несовершенных промышленных объектов, урбанизация территории, наличие уязвимых, экологически опасных при разрушении инженерно-технических сооружений, к которым относятся и ГТС, и важных для жизни и деятельности людей коммуникаций увеличивают незащищенность людей, природных и хозяйственных объектов от катастрофических

явлений. Рост катастроф промышленных или технологических аварий связан также с непрофессионализмом, некомпетентностью и нередко халатностью технического персонала при эксплуатации экологически опасных хозяйственных объектов, со слабой прогнозной базой, недооценкой последствий разрушений от стихийных и антропогенных факторов и другими причинами организационного характера.

Возросшая опасность повреждения и разрушения хозяйственных объектов, в том числе гидротехнических сооружений, вследствие воздействия стихийных и антропогенных факторов заставила человеческое сообщество обратить особое внимание на проблему их безопасности и объединить усилия в деле защиты от стихийных и других бедствий. Акцент при этом делается не только на принятие мер по смягчению и устранению последствий их разрушения, но в основном на разработку комплекса защитно-профилактических мероприятий по предупреждению катастроф.

Разрушение плотины может повлечь за собой крайне негативные последствия для экономики и окружающей природной среде, а ущерб – превысить затраты на строительство. Вероятность аварий плотин начинает неуклонно повышаться при возрасте сооружений более 30-40 лет, о чем свидетельствует информация за последние 70 лет: в мире произошло более 1 тыс. аварий крупных ГТС. Анализ показывает, что основные их причины - разрушение основания и недостаточная пропускная способность водосброса, когда вода переливается через гребень плотины (рисунок 1) [1].

С 1902 по 2001 г. из 500 аварий в различных странах в 35 % случаев причиной было превышение расчетного максимального сбросового расхода, то есть перелив воды через гребень плотины, который приводил к разрушению основания плотины.

Анализ катастрофических разрушений ряда плотин, их последствий, изучение причин и закономерностей различных рисков свидетельствует, что обеспечение безопасности ГТС не всегда имеет комплексное решение.

Наиболее частые причины аварий – нарушение правил проектирования, строительства и эксплуатации, низкая эффективность государственного надзора, недостаточное финансирование мероприятий по обеспечению безопасности.

Гидродинамическая авария – это ЧС, связанное с выводом из строя (разрушением) ГТС или его части и неуправляемым перемещением больших масс воды, несущих разрушение и

затопление обширных территорий. Разрушение (прорыв) ГТС происходит в результате действия сил природы (землетрясения, ураганы, размывы плотин, неудовлетворительная работа водосбросов). Устремляющийся в проран поток воды образует волну прорыва, имеющую значительную высоту гребня и скорость движения и обладающую большой разрушительной силой. Высота волны прорыва и скорость ее распространения зависят от размера прорана, напора, гидрологических и топографических условий русла реки и ее поймы.

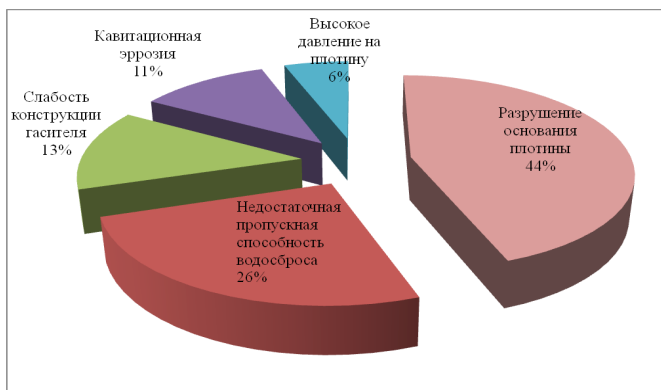


Рисунок 1 – Распределение рисков аварий

Основным следствием прорыва плотины при гидродинамических авариях является катастрофическое затопление местности, заключающееся в стремительном затоплении волной прорыва нижерасположенной местности и возникновении наводнения.

Причиной прорыва плотины могут быть следующие факторы:

1. Разрушение экрана плотины и усиленная фильтрация. С течением времени и под воздействием напора фильтрация приводит к размыву основания и прорыву плотины.

2. Неудовлетворительная работа водосброса, вызванная снижением пропускной способности сооружения. Рост напора на водосливе вызывает перелив потока через плотину в установленном месте и снижению устойчивости низового откоса и размыву нижнего бьефа. Как правило, это приводит к разрушению плотины.

3. Неустойчивое состояние плит перекрытия низового откоса плотины, принимаемой в качестве водосливного тракта.

Перемещение плит позволяет потоку размывать расположенный под ним грунт и вызывает риск возникновения активной фильтрации. Потерявшие устойчивость плиты водосливного тракта могут быть снесены потоком воды, а незащищенный откос плотины подвергается усиленному размыву.

4. Возникновение больших гидродинамических нагрузок при гашении избыточной энергии сбросного потока. Проблема старения сооружений, выражающаяся в снижении уровня их безопасности, применительно к гасителям энергии определяется концентрацией сбросных расходов, приводящих к возникновению кавитационных и абразивных повреждений гасителей или к повышенным динамическим нагрузкам на гасители, водобой и ограждающие сооружения. Данная проблема усугубляется снижением расчетных уровней нижнего бьефа вследствие общих трансформации русла или наличия карьерных разработок на нижележащем участке русла.

Переход к рыночной модели экономического развития, глубокая реформа системы государственного управления, появление новых угроз и вызовов со стороны международного терроризма требуют переосмысления роли и места системы ЧС и гражданской обороны в обеспечении национальной безопасности. Возникла настоятельная необходимость в создании и реализации новой идеологии противодействия катастрофам на долгосрочную перспективу, формировании принципиально иной концепции гражданской обороны, Государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС Республики Казахстан.

Обеспечение экологической безопасности на территории Казахстана, формирование и укрепление экологического правопорядка основаны на действии законодательства в комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия на граждан. Правильно сформированное Законодательство должно содержать свод правил охраны окружающей среды в новых условиях хозяйственного развития и регулировать природоохранные отношения между субъектами экономики.

Мониторинг осуществляется с целью обеспечения постоянного контроля за состоянием безопасности ГТС и их воздействием на окружающую среду, предотвращения возникновения аварийных ситуаций и создания условий для безопасной эксплуатации. Основной задачей мониторинга безопасности является обеспечение управления в области рациональной и безопасной эксплуатации

ГТС, безопасного ведения работ. Цели и задачи мониторинга безопасности достигаются посредством организации системы постоянных (непрерывных) визуальных и инструментальных (в том числе автоматизированных, дистанционных) наблюдений, обеспечивающих получение качественной и достоверной информации в необходимых объемах.

Цель мониторинга:

Мониторинг осуществляется с целью обеспечения постоянного контроля за состоянием безопасности ГТС и их воздействием на окружающую среду, предотвращения возникновения аварийных ситуаций и создания условий для безопасной эксплуатации.

Задачи мониторинга:

1. Обеспечение управления в области рациональной и безопасной эксплуатации ГТС, безопасного ведения работ.

2. Снижение количества потенциально опасных гидротехнических сооружений, собственник которых не определен.

3. Обеспечение защиты населенных пунктов, объектов экономики и социальной инфраструктуры от негативного воздействия поверхностных вод (затопления и подтопления, береговой эрозии, оползневых процессов).

4. Разработка рекомендации по усовершенствованию конструкции независимых источников энергии для обеспечения безопасности жизнедеятельности и внедрение методики расчета инновационных решений для проектирования объектов, подверженных воздействию техногенных катастроф.

5. Разработка нормативных правовых актов, регламентирующих на научной основе создание системы научно-технического проектирования безопасности ГТС.

При проведении маркетинга для выяснения причин и источников техногенных аварий, прежде всего, нужно оценить технологическое содержание, количественные и качественные характеристики ГТС или энергетических центров. Одновременно необходимо определить конструктивные эргономические отклонения, послужившие причиной аварий из-за несоответствия конструкций промышленных (или энергетических) систем управления анатомическим и физиологическим возможностям человека. В таких ситуациях люди, непосредственно управляющие техническими средствами, вместе с другими участниками производства становятся жертвами заранее спланированных обстоятельств.

Вероятность аварии (риск) как количественная мера реализации опасности целиком определяется надежностью и контролируемостью ГТС.

Первичной причиной аварийной ситуации является появление отказа, причем большинство единичных отказов являются событиями Марковскими, то есть не зависят от предыстории системы и легко локализуются таким распространенным в ГТС способом, как блокировка. На практике это означает, что единичный отказ приводит к остановке производства. К аварии же ведет накопление единичных отказов и ей предшествует фаза накопления каких-либо дефектов в оборудовании или отклонений от нормальных процедур ведения процесса. Длительность этой фазы может измеряться минутами или сутками. Сами по себе дефекты или отклонения еще не представляют угрозы, но в критический момент они сыгряют роковую роль.

На следующей фазе происходит какое-либо инициирующее событие, как правило, неожиданное и редкое. В подобных ситуациях у оператора не оказывается ни времени, ни средств для эффективных действий.

Собственно авария происходит на третьей фазе как результат быстрого развития событий. Эта последняя фаза была бы невозможной без накопления ошибок на первой стадии.

В п. Кзыл-Агаш уровень воды в водохранилище поднялся выше гребня плотины из-за поломки водосброса [2]. Вода размывала плотину и автомобильную дорогу (рисунок 2) и через образовавшийся проран хлынула на нижележащий поселок (рисунок 3).



Рисунок 2 – Прорыв плотины

Отсутствие расчетов по оценке рисков возможных аварий и ущерба не позволяло руководителям района и владельцу дамбы предвидеть последствия печального события.



Рисунок 3 – Зона затопления

Лавинообразный процесс нарастания отказов есть развитие аварийной ситуации в аварию с потерей контроля над системой и переходом ее в пораженное состояние. На этой стадии система уже не управляема и не может быть восстановлена собственными силами. Причиной возникновения такого положения является ограниченность наблюдаемости за системой. Увеличение наблюдаемости, то есть количество контролируемых параметров и методов их обработки приводит к исключению выявленного немарковского отказа. Однако всегда можно утверждать, что в этой новой системе будет содержаться и новый потенциально ненаблюдаемый отказ.

Обширная статистика аварий и катастроф и исследование процессов, связанных с этими явлениями, позволяют достаточно надежно прогнозировать «сценарий» и максимально возможные последствия аварий.

Состояние и рабочая эффективность технических средств (систем предупреждения аварийных ситуаций), структурные недостатки материалов и степень их соответствия требованиям, износ, коррозия и старение конструкций – все это является предметом исследования при выяснении возможных причин аварий и катастроф. Однако не меньшее значение имеет человеческий фактор. Анализ статистических данных показывает, что свыше 60 % аварий происходит из-за ошибок персонала. В настоящее время в мире заметно вырос удельный вес аварий, происходящих вследствие неправильных действий обслуживающего персонала.

Чаще всего это происходит из-за недостатка профессионализма, а также неумения принимать оптимальные решения в сложной обстановке в условиях дефицита времени. При психологических перегрузках некоторые специалисты допускают неправильные действия, приводящие к непоправимым последствиям [3].

Мировой опыт показывает, что для предупреждения аварийных ситуаций необходим комплекс законодательных, экономических и технических мероприятий, который по существу представлял бы неформальную систему управления риском. Основой такой системы является законодательная инициатива по установлению приемлемого на сегодня уровня риска. Анализ существующего правового механизма по ГТС показывает, что законодательно не определен уполномоченный орган по контролю и надзору по научно-исследовательским и проектным работам, по строительству и эксплуатации ГТС. Также не отработаны нормативные правовые акты, регламентирующие на научной основе создание системы мониторинга, научно-технического проектирования безопасности ГТС, его строительства и безопасной эксплуатации и консервации. Анализ мирового гидротехнического строительства показывает, что в основу безопасности ГТС ложится законодательная инициатива. Как пример, можно рассмотреть законодательную базу России по данной проблеме:

- Закон РФ «О безопасности ГТС»
- Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния ГТС
- Правила безопасности ГТС накопителей жидких промышленных отходов
- Собственник ГТС или эксплуатирующая организация представляет декларацию в орган надзора за безопасностью ГТС – Ростехнадзор. Орган надзора обеспечивает проведение экспертизы декларации безопасности. Декларация безопасности, утвержденная органом надзора, является основанием для внесения ГТС в Российский регистр ГТС и выдачи разрешения на эксплуатацию, реконструкцию, консервацию и ликвидацию ГТС.
- Риск гражданской ответственности в соответствии с законом «О безопасности ГТС» по обязательствам, возникшим вследствие причинения вреда жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС, подлежит обязательному страхованию на время строительства и эксплуатации данного сооружения. Страхователем

риска гражданской ответственности является собственник гидротехнического сооружения или эксплуатирующая организация.

Как видно Законы России напрямую, а не косвенно связаны с безопасностью ГТС. В тоже время практика показывает, что не все проблемы разрешены и в РФ. Для их решения необходимы эффективная налоговая и страховая политика, обеспечивающая экономическое стимулирование снижения уровня риска конкретного предприятия. Средствами, обеспечивающими требуемый уровень безопасности, являются технические устройства и мероприятия.

Необходимым элементом системы обеспечения безопасности является институт государственной сертификации опасных производств по уровню безопасности, причем сертификат является основным документом для определения размера взноса предприятия в страховой фонд. Зарубежная практика показывает, что чем больше величина риска, тем больше и взнос в страховой фонд. Возмещение убытков из-за аварий ведется только через этот фонд. Он может быть и источником финансирования крупных отраслевых программ по снижению уровня риска.

Повышение уровня безопасности может быть связано с внедрением инновационных решений, которые приведут к увеличению диапазона изменения параметров, за пределами которого теряется устойчивость ГТС. Такими параметрами являются изменение величины расхода от расчетных значений, степень гашения избыточной энергии сбросного потока, снижение кавитационной опасности, аэрация и деаэрация потока, повышение устойчивости покрытия водосливного тракта, устранение волн в отводящем туннеле, снижение удельного расхода на нижнем бьефе, устранение гидродинамического удара при гашении избыточной энергии сбросного потока в нижнем бьефе.

При анализе возникновения риска на ГТС применяется вероятность превышения расчетных расходов или напора для прогноза возникновения отказов и аварий. Понятие риска становится не только фактором оценки вероятностного события, но и мерой определения надежности и безопасности ГТС. Гидрологические риски также оказывают существенную роль при определении результирующих обобщенных возможных рисков и аварий, как это показывает статистика.

Влияние фактора времени на ГТС зависит не только от старения материалов сооружения, но и от качества эксплуатации и надлежащего периодического ремонта. Качество работы сооружения зависит

от научной новизны конструкции, проектно-строительных работ, соблюдения норм техники безопасности, эксплуатация объекта в расчетном режиме, человеческого фактора. Периодические ремонтные работы осуществляются согласно принятым нормам. Однако, возможен экстренный ремонт отдельных узлов и частей сооружения, которые вызваны с появлением рисков, не превышающих общее значение, но достаточные для создания основ возникновения других нежелательных явлений. Причины данных явлений не всегда лежат на поверхности, во многих случаях они носят опосредованный характер. Для их выявления требуется не только постоянный мониторинг ГТС, но и экспертиза работы его отдельных узлов и всего сооружения. Научные положения данных исследований заключаются в следующем:

1. Математическое моделирование процесса безопасной эксплуатации гидросооружения и снижение возникновения чрезвычайных ситуаций за счет определения опасных зон и критических параметров сбросного потока;

2. Разработка и применение современной конструкции водосбросов гидротехнических сооружений открытого типа (п/патент № 13045 KZ), обеспечивающее устойчивость покрытия откоса клиновидными плитами, путем их жесткого крепления на полый каркас тела плотины, усовершенствование конструкции водосброса (п/патент № 13053 KZ) с целью диссипации (рассеивания) кинетической энергии сбросного потока и уменьшения негативного воздействия потока воды на гидросооружение;

3. Особенности работы гидротехнических сооружений с защитными элементами, в которых используется вихревые потоки и соударение закрученных струй (п/патент № 13048 KZ), позволяющий снизить в нижнем бьефе параметр удельного расхода потока воды и значение максимальной скорости течения воды до безопасных величин (2,0-7,0 м/с);

4. Натурное обследование с применением измерительной техники, приборов, способов неразрушающей оценки прочности сооружений и их элементов;

5. Оценка вероятности нарушения целостности напорного фронта, его последствия и расчет зоны затопления;

6. Разработка современной конструкции независимых источников энергии для применения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций, необходимых для аварийного энергообеспечения, разработка методики расчета оценки вероятности возможных аварий на ГТС.

Повышение устойчивости функционирования ГТС при ЧС во многом зависит от изыскания оптимальных путей и способов уменьшения ущерба. При этом важным является заблаговременное проведение комплекса эффективных инженерно-технических мероприятий, технологических и организационных мероприятий, направленных на максимальное снижение воздействия поражающих факторов ЧС, создание условий для быстрой ликвидации их последствий. Возможность и целесообразность проведения таких мероприятий может быть определена только на основании всестороннего изучения, оценки условий и особенностей каждого сооружения.

Для облегчения работы по определению и осуществлению мер по предупреждению возникновения ЧС, уменьшению тяжести их последствий и создания условий для их ликвидации важно систематизировать объекты по признаку, наиболее влияющему на возникновение ЧС на этих объектах. Этим признаком является опасность, которая в случае производственной аварии может возникнуть с заданной вероятностью на данном объекте.

Водоохранилища, создаваемые гидротехническими сооружениями (ГТС), регулируют естественный сток рек и создают необходимые ресурсы воды для энергетических, ирригационных и других водохозяйственных потребностей человека. Другой их важной функцией является регулирование паводков и наводнений, которые представляют собой один из опасных природных явлений. Использование ГТС, строительство ГЭС создают дополнительные источники техногенных аварий и экологические последствия при возникновении чрезвычайных ситуаций во многих случаях необратимы.

Срок эксплуатации практически всех ГТС в Казахстане превысил 30-50 лет, и это обстоятельство мировая статистика отмечает как критическое. Опасность возникновения аварийных ситуаций существенно увеличивается из-за изменения свойств материалов. Наличие большого количества плотин придает проблеме безопасной эксплуатации огромное социальное, экономическое и экологическое значение.

После распада СССР в связи с экономическим кризисом и нехваткой средств длительное время не проводились ремонтно-восстановительные работы на ГЭС и гидротехнических объектах, что с каждым годом увеличивает риски техногенных аварий и катастроф. Подтверждением является аварии на Саяно-Шушенской

и Токтогульской ГЭСах. События в Кзылагаш Алматинской области как в капле воды отражают состояние ГТС и ГЭС в Казахстане.

По данным территориальных органов Министерства по чрезвычайным ситуациям в 2010 году, в республике общее количество водохранилищ – 907 (дамб, плотин), из них в республиканской собственности – 120, в коммунальной собственности – 243, в частной собственности – 285, бесхозных – 259. Как показывает анализ аварий на ГТС наиболее частые причины аварий - нарушение правил проектирования, строительства и эксплуатации, низкая эффективность государственного надзора, недостаточное финансирование мероприятий по обеспечению безопасности.

Для решения данной проблемы требуются принятие законодательных и административных мер, а также устранение технических ограничений по укреплению безопасности ГТС. Отсутствие закона «О безопасности гидротехнических сооружений» в Казахстане не позволяет установить грань ответственности за контролирующими органами и эксплуатирующими ГТС компании. В качестве системных мер можно рассматривать изменение системы тарифов при обязательном страховании ответственности владельцев опасных объектов, деятельность которых связана с опасностью причинения вреда третьим лицам. Страхование также подлежат сами объекты в зависимости от величины риска возможных техногенных аварий.

В техническом плане есть возможность внедрить новые решения, которые появились в мире за последние 30 лет. Это касается не только конструкции гидротурбин, но и водосбросов и гасителей ГТС (рисунки 4).

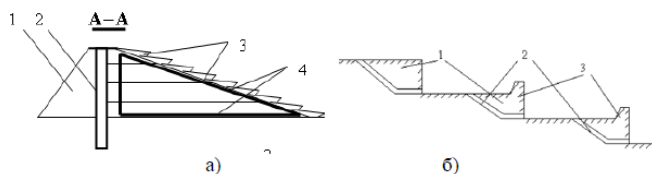


Рисунок 4 – Открытые водосбросы в виде водосливов (а) патент № 13045 KZ и каскада (б) патент № 13051 KZ

Проблема безопасности ГТС непосредственно связано с повышением пропускной способности водосбросов и эффективностью гашения избыточной энергии сбросного потока. Конструкции водосбросов должны быть рассчитаны таким образом, чтобы обеспечить безопасность сооружения при любых паводках. При гашении энергии в нижнем бьефе (рисунок 5) первостепенная задача снижение скорости до безопасных величин должна рассматриваться в комплексе с экологическими нормами и принципами охраны окружающей среды. Многие факторы, влияющие на параметры безопасности ГТС, зависят от местных условий и являются предметом научных изысканий.

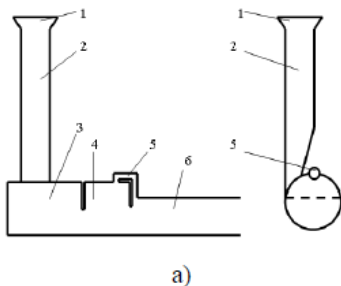


Рисунок 5 – Усовершенствованная схема узла гашения шахтного водосброса (а) патент № 13053 KZ и вихревого гасителя (б) патент № 13048 KZ

Для эффективного мониторинга за всеми этими процессами регулирующим органам, а также региональным властям недостает

необходимого аналитического инструментария и объективной информации о действительном состоянии дел. В России для оценки технического состояния ГТС разрабатывается подход, основанный на создании автоматизированных рабочих мест (АРМ) и геоинформационных систем (ГИС). Так в системе МЧС РФ предпринята попытка создания системы поддержки принятия решений по управлению рисками аварий гидросооружений на основе геоинформатики.

В Казахстане предлагается другой подход – мониторинго - сравнительная оценка, позволяющая отслеживать состояния техногенноопасных объектов ГТС и принимать решения по целенаправленному переводу их в безопасные состояния. Эта задача принципиально решается на основе методов теории надежности и теории случайных (марковских) процессов.

В заключении приведем основные проблемы, требующие своего незамедлительного решения:

1. Мониторинг состояния и натурное обследование ГТС, анализ данных и оценка риска возможных аварий, разработка рекомендации по повышению безопасности ГТС и снижению рисков ЧС.

2. Научные исследования по разработке современных конструкций ГТС с повышенной безопасностью.

3. Разработка мероприятий по устранению затоплений паводковыми водами и снижению селевой опасности.

4. Внедрение альтернативных независимых источников энергии на ГТС для обеспечения безопасности жизнедеятельности и бесперебойной работы измерительных и контрольных приборов.

5. Разработка нормативных правовых актов, регламентирующих на научной основе создание системы мониторинга, научно-технического проектирования безопасности ГТС, его строительства и безопасной эксплуатации и консервации.

Решив эти задачи можно будет переходить к другим не менее важным задачам, которые будут связаны с проблемами экологии, охраны окружающей среды в общей системе обеспечения безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Кошумбаев М.Б. Повышение безопасности гидротехнических сооружений при чрезвычайных ситуациях путем усовершенствования конструкции водосбросов: автореф. ... докт. техн. наук: 30.05.2008. – Алматы: КазНТУ им.К.Сатпаева, 2008. – 37 с.

2 files.iteca.kz/EcoTech2010/All/4\_сессия/ Презентация Кошумбаева М Б

3 Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Книга 6 /Под редакцией Октябрьского Р.Д., Синицына И.Е. – М.: АСВ, 2003. – 405 с.

## **ОБЗОР ЗАРУБЕЖНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ПО ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ**

КОШУМБАЕВА А. М.

АО «КазНИИ Энергетики имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

Для успешного развития Нетрадиционных Возобновляемых Источников Энергии (НВИЭ) необходимо государственное регулирование. Европейские страны успешно используют стратегию установки конкретных целей по использованию возобновляемой энергии. ЕС принял решение увеличить долю нетрадиционных возобновляемых источников энергии в энергобалансе до 20 % к 2020 году, а Швеция за это же время намерена достичь полной независимости от ископаемого топлива. В странах, где доля НВИЭ в энергобалансе наиболее высока – Швеции (46 %), Финляндии (30 %) и Дании (25 %) – работают государственные программы поддержки возобновляемой энергетики. В развитых странах решению вопросов защиты экологии и сокращению воздействия на окружающую среду отводится большое внимание. В развивающихся странах данной проблеме отводят не первостепенное значение. В России экономика зависит от экспорта сырья этот факт является основным препятствием для развития возобновляемой энергетики. Принятый закон «О возобновляемых источниках энергии» не работает, т.к. государство не принимает участия в реализации проектов по возобновляемым источникам энергии (ВИЭ). Главные препятствия для развития чистых энергетических альтернатив в России: ограниченный капитал на этапе создания компании, система налогообложения и сложность включения в общую энергосистему. Также имеются ряд специфических организационных и экономических барьеров, которые должны регулироваться определенными правилами и регламентами [1].

Декларация ООН по окружающей среде и развитию 1992 г. провозгласила принцип адекватного удовлетворения потребностей

нынешних и будущих поколений в области развития и окружающей среды. Это означает, что энергетика будущего не может обойтись без энергосбережения и увеличения использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

За прошедшее десятилетие в СНГ коренного изменения в комплексном подходе к возобновляемым источникам энергии не произошло. Принятые законодательные акты по энергосбережению предусматривали внедрение ВИЭ и вовлечения их в хозяйственный оборот, но реальные предпосылки их использования так и не были закреплены на уровне закона. Основной проблемой принятых законодательных актов было отсутствие Национальной Программы развития ВИЭ и ее финансирование бюджетными средствами. В России пытались не менее трех процентов государственных инвестиций в топливно-энергетический комплекс РФ направлять на финансирование возобновляемых источников энергии, а Казахстане 1 % от оборота недропользователей инвестировать в проекты, связанные с ВИЭ.

В Энергетической стратегии РФ на период до 2020 г., как и в Стратегии 2030, ВИЭ отражено в общем виде, нет определённых обязательств государства, и предполагается принятие нового законодательного акта о ВИЭ. Поэтому строительство ВИЭ в России носит частный характер и не поддерживается государством.

В Стратегии 2050 РК говорится, что к 2050 году 50 % выработки от всей энергии должна производиться на ВИЭ. Надо отметить, что до 2014 года были приняты решения по поддержке проектов ВИЭ со стороны АО «Самрук-Энерго». В настоящее время началось строительство ветропарков в Ейрментау и Шелек мощностью 50 МВт с последующим ростом до 300 МВт, солнечной станции мощностью 50 МВт в Жамбылской области. Для развития данных проектов были утверждены законодательно повышенные тарифы на энергию ВИЭ. Но двойная девальвация тенге приостановила реализацию этих проектов, т.к. займы на их финансирование производились в зарубежной валюте, и девальвация тенге в два раза уменьшала их доходность и увеличивала срок окупаемости проектов.

Для развития ВИЭ в СНГ предлагаются различные решения по государственной поддержке использования возобновляемых источников энергии. Например, предлагается ввести систему «зеленых» сертификатов по международному образцу Renewable Energy Certificate System (RECS). Разрабатывается новая тарифная

политика для ВИЭ. Есть предложения по налоговым льготам, гарантиям налоговой стабильности, обеспечению права свободного доступа к сети централизованного энергоснабжения субъектам малого предпринимательства, развивающих и использующих энергетику на ВИЭ.

Евросоюз планирует, что в 2020 году на долю возобновляемых источников энергии будет приходиться 20 % всех объемов генерации; целью США является 10-20 % производства из возобновляемых энергетических источников, тогда как Китай рассчитывает в 2020 году получать из возобновляемых источников 100 ГВт энергии. Эти усилия в сочетании с развитием технологий в конце концов приведут к достижению «сетового паритета». Под ним понимается такой момент, когда стоимость производства электроэнергии на основе органического топлива равна или уступает стоимости производства электроэнергии из возобновляемых источников. Вероятнее всего, это явление впервые появится в тех странах, значительная доля энергобаланса которых приходится на возобновляемые источники энергии. Вместе с тем, страны, экономика которых опирается главным образом на органическое топливо, достигнут паритета, вероятнее всего, значительно позже.

Очень важной представляется тенденция, которая получила название «зеленых» сертификатов» и появилась впервые как инструмент учета и мониторинга производства и потребления электрической энергии на основе возобновляемых источников. Кратко система выглядит следующим образом.

Производители энергии на основе возобновляемых источников получают специальные «зеленые» сертификаты, подтверждающие, что они произвели и продали на рынке определенный объем возобновляемой или «зеленой» энергии. Выпускают такие сертификаты специальные органы, получившие название «выпускающих». В каждой стране по правилам Международной ассоциации RECS может быть только один выпускающий орган. Лучшим аналогом места и роли такого выпускающего органа в системе является положение центрального банка страны в национальной банковской системе.

Количество выпускаемых сертификатов привязано к объему произведенной генераторами энергии. Обычно сертификаты кратны 1 (одному) МВт·часу. Однако движение сертификатов не привязано к движению энергии, на основании которой они выпускаются. Это дает возможность использовать сертификаты тем агентам, которые

не производят энергию от возобновляемых источников энергии, но покупают сертификаты для своих целей. Важно отметить, что они становятся предметом обращения на специальных рынках, получая свою рыночную цену на них.

Спрос на электроэнергию существенно обогнал существующие сетевые мощности, что наряду с увеличивающимся числом децентрализованных генерирующих предприятий вынуждает энергокомпании улучшать свою структуру управления и мониторинга сетей, внедряя умные технологии. Умные счетчики являются неотъемлемой частью более широкого движения по внедрению умных технологий. Установка умных счетчиков уже началась в США и Европе, лидирует в установках таких счетчиков Италия.

Еще одним важным катализатором развития электроэнергетики является энергоэффективность. Большинство развитых стран активно разрабатывает и внедряет решения для повышения энергоэффективности бытовых электроприборов, устанавливая контроль над их минимальной энергопроизводительностью и вводя соответствующие операционные стандарты для все большего количества бытовых приборов. Технологии, направленные на снижение объемов потребляемого топлива и сокращение выброса углекислого газа, такие как энергоконтроль, «зеленые» здания и чистый транспорт, окажутся ключевыми технологическими средствами, способствующими повышению энергоэффективности и снижению объемов выброса CO<sub>2</sub>.

Для электромобилей и гибридных автомашин, а также для возобновляемых источников энергии требуются высокоэффективные системы накопления энергии, развитие которых сейчас является приоритетным направлением. В число факторов, влияющих на будущий потенциал энергосистем, входят фундаментальные параметры и технологии строительства таких систем, а также тип используемого материала. Наибольшим потенциалом обладают топливные элементы благодаря их гибкой структуре мощности и наличию мембран, предназначенных к использованию в особых, четко очерченных целях. Объем мирового рынка энергохранилищ в 2008 году оценивался в 43,5 млрд. долл. США и к 2013 году превысил 60 млрд. долл. США.

Одна из тенденций развития мировой электроэнергетики – это либерализация рынка, которая ограничивает деятельность крупных энергетических монополистов и приводит к возникновению

конкуренции. Потребитель должен иметь возможность выбирать поставщика электроэнергии. В сущности, идея международной торговли электроэнергией, в поддержку которой высказалась Еврокомиссия и реализация которой наблюдается сейчас во всем мире, должна стать шагом на пути к созданию континентальной сети высокого напряжения, по которой будет возможно передавать энергию, выработанную на основе возобновляемых источников, из одной страны в другую.

Мировое возрождение ядерной энергетики, во главе которой стоят, в первую очередь Китай, Индия и Россия, является еще одной важной темой на мировом энергетическом рынке. Ядерная энергетика – одна из наиболее рентабельных технологий, способных удовлетворить постоянно растущий спрос на электроэнергию, которая также вносит огромный вклад в достижение энергетической независимости и безопасности поставок. Во всей производственной цепочке в рамках ядерной энергетики увеличивается число партнерств и договоров о сотрудничестве, что помогает идти в ногу с высоким мировым спросом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Законодательство в сфере возобновляемых источников энергии в России. <http://vetrodvig.ru/vozhrozhdenie-vetroenergetiki/zakonodatelstvo/>

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: СОВРЕМЕННОЕ ЗАПАДНОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО**

**КОШУМБАЕВА А. М.**

д.т.н., зав. лаборатории ГЭС и ГТС, АО «КазНИИ энергетики  
имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

**КОШУМБАЕВ А. М.**

магистр геологии и разведки МПИ, науч. сотр., АО «КазНИИ энергетики  
имени академика Ш. Ч. Чокина», г. Алматы

В мире сложилась устойчивая репутация Германии как одного из лидеров на мировом рынке зеленых технологий: 23 % всех патентуемых в мире технологий в сфере экологии приходится на германские компании. Основной и наиболее успешной зеленой отраслью Германии является энергетика – разработка, развитие и внедрение ВИЭ. К числу основных причин, предопределивших

интенсивное развитие ВИЭ в Федеративной Республике Германия, относятся такие факторы, как зависимость от импортных поставок минерального топлива и загрязнение окружающей среды. Благодаря развитию зеленых технологий Германии удалось существенным образом снизить уровень эмиссии парниковых газов: к 2010 году на 25 % относительно 1990 года. Развитие зеленой энергетики в ФРГ поставлено под жесткий государственный контроль. Однако государственное регулирование базируется не на доведении плановых заданий, а на создании соответствующей инфраструктуры, организации агитационно-разъяснительной работы, правовом обеспечении и применении рыночных механизмов стимулирования. Внедрение зеленых технологий в энергетике сопровождается активной пропагандистской деятельностью, охватывающей практически все население страны. Занятия по альтернативной энергетике с разъяснением ее важности для экономики и экологии, видов и принципов действия устройств, работающих на возобновляемых древесных источниках энергии, организованы в детских садах, школах и вузах. Тема возобновляемой энергетики занимает важное место в телепередачах, публичных политических дискуссиях и выступлениях руководства страны. На сайтах органов государственного управления (от федеральных и земельных министерств до муниципальных советов) можно найти статистические данные о развитии альтернативной энергетики в стране и регионе, ее правовых основах и формах поддержки (финансовой и консалтинговой).

Современные успехи Германии в области зеленой энергетики достигнуты в основном за счет внедрения соответствующих правовых норм, которые впервые закреплены в законе от 1991 года о подаче электроэнергии из ВИЭ в общественные сети. Его сменил закон от 29 марта 2000 г. о приоритете ВИЭ. Он считается главным инструментом, давшим толчок интенсивному развитию возобновляемой энергетики. Основные подходы, изложенные в данном законе, получили международное признание и стали образцом для систем поощрения в области использования ВИЭ более чем в 60 странах. В частности, подобное есть и в Индии, где субсидирование достигает 10-65 % от стоимости оборудования [1]. Ядром закона является положение о том, что сетевые компании обязаны покупать предлагаемую электроэнергию, произведенную из ВИЭ, в полном объеме по льготному тарифу – гарантируемым минимальным ценам. Учитывая тот факт, что

стоимость электроэнергии, произведенной с использованием ВИЭ, существенно превышает действующие отпускные тарифы, предусматривается механизм компенсации повышенных затрат за счет бюджетного субсидирования. К примеру, в структуре тарифа на электроэнергию для населения доля в размере 59,5 % остается в энергокомпании, 11,6 % составляет экологический налог, 2,5 % – отчисления на ВИЭ, 10,4 % – стоимость лицензии, 16 % – это отчисления в фонд когенерационных установок и НДС [2].

В сентябре 2010 г. правительством принята энергетическая концепция, закрепившая за зеленой энергетикой основную роль в германской энергетической системе будущего. Действие концепции охватывает период до 2050 года. Новая энергетическая доктрина преследует две конкретные цели. Первая – радикально сократить выбросы парниковых газов в атмосферу (к 2050 году их объем должен сократиться на 80 % по сравнению с 1990 годом). Сокращение выбросов предполагается осуществить главным образом благодаря переориентации народного хозяйства страны на альтернативные источники энергии. Вторая цель – не допустить запредельного роста цен на энергию.

Элементами концепции являются:

- развитие ВИЭ;
- строительство электросетей и расширение мощностей накопителей энергии;
- повышение энергоэффективности;
- разработка конкурентных по цене и качеству технологий в сфере энергетики;
- экономия сырьевых ресурсов (замещение первичных ресурсов вторичными);
- повышение экологической безопасности и снижение негативного воздействия на окружающую среду;
- получение новых источников энергообеспечения, повышение энергоэффективности.

Снижение зависимости экономики Соединенных Штатов Америки от поставок углеводородов из-за рубежа считается важным элементом усиления национальной безопасности. В качестве аргумента в поддержку необходимости развития зеленой экономики приводятся соображения охраны окружающей среды и создание новых рабочих мест в условиях весьма высокого уровня безработицы. Сегодня возобновляемые ресурсы составляют лишь 6 % от общего числа используемых в США энергоносителей,

однако перспектива использования ВИЭ в этой стране оценивается положительно и набирает темпы. Согласно официальным прогнозам США, предоставленным МЭА, к 2030 г. на возобновляемые источники энергии будет приходиться около 10 % энергоснабжения страны.

Начало нормативного правового регулирования в области альтернативной энергетики в Соединенных Штатах было положено принятием в 1995 г. Федеральной программы «Стратегия устойчивой энергетики США», в которой в качестве приоритетного направления предусмотрено оказание правительством содействия развитию и освоению ВИЭ с целью уменьшения объемов сжигания топлива, защиты окружающей среды и глобальной энергетической безопасности страны на перспективу. В 2005 г. в США был принят закон «Об энергетической политике». Он устанавливает приоритет возобновляемым источникам энергии и вопросам энергетической эффективности, вводит значительные налоговые льготы для поощрения мер в области энергосбережения. США планирует инвестировать в разработку «зеленых» технологий до 15 млрд. долл. в год [4]. В целях развития зеленой экономики активно используются средства в рамках закона США 2009 года о возрождении и реинвестировании в экономику. В соответствии с данным законом офису энергетической эффективности министерства энергетики выделено 16,9 млрд. долл. на проекты и программы в области повышения энергоэффективности. Из данных средств финансируются проекты самого офиса энергетической эффективности и разработки научных лабораторий министерства энергетики, а также выплачиваются гранты на проекты и инициативы на местном уровне. Помимо непосредственного предоставления финансовых ресурсов практикуется предоставление правительственных гарантий займов под проекты в области развития зеленой энергетики.

В 2011 году администрацией США приняты меры поощрения прикладных исследований в области зеленой экономики. Администрацией экономического развития на региональные проекты по коммерциализации зеленых технологий выделены средства по шести грантам до 1 млн. долл. каждый, Министерством энергетики – 2 млн. долл. на гранты в области зеленой энергетики, Агентством по защите окружающей среды – 700 тыс. долл. на гранты в области охраны здоровья и защиты окружающей среды, Национальным фондом науки – 3 млн. долл. на зеленые гранты

в рамках программы инновационных исследований в малом бизнесе. В США насчитывается 2,7 миллиона «зеленых» рабочих мест. Несмотря на сравнительно незначительный объем зеленой экономики в США, количество рабочих мест, созданных ею, выше, чем в области производства энергоносителей минерального происхождения, но уступает секторам, производящим продукцию, связанную с информационными технологиями. «Зеленые» рабочие места обеспечивают более высокую (на 13 %) заработную плату работникам с квалификацией среднего и низкого уровня, чем в среднем по американской экономике. В целом с период с 2003 по 2010 г. «зеленая экономика» росла меньшими темпами, чем американская экономика в целом, однако опережала ее средний рост во время кризиса 2007-2008 гг.

В качестве основных направлений усилий федеральных властей США, призванных обеспечить развитие и конкурентоспособность американской экономики, выделяются создание структурированного рынка для продукции зеленой экономики, создание благоприятного инвестиционного климата, содействие разработке передовых технологий и обеспечение поддержки зеленых инициатив на местах. Указанный подход предполагает, что правительство должно на всех уровнях стремиться закупать для собственных нужд в первую очередь продукцию зеленой экономики. Необходимо разработать и принять национальный стандарт чистоты энергетики, а также меры содействия обеспечению эффективности поставок чистой энергии в крупные города. На уровне штатов также планируется принять новые стандарты чистоты энергетики и чистоты зданий, а также провести реформу рынка электричества в целях содействия использованию чистой энергии. Конгресс должен принять законодательство о создании структуры, которая финансировала бы проекты по внедрению зеленых технологий, об организации научно-исследовательских центров в этой области, а также, упрощающее нынешнюю крайне запутанную систему мер поощрения капиталовложений в зеленую экономику.

В странах-участницах СНГ также ведется работа по обеспечению использования ВИЭ в балансе общей выработки энергии. Наиболее активную системную политику в области ВИЭ и энергетической эффективности проводят в Республике Беларусь. Правовую основу деятельности в области энергосбережения составляют Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 15 июля 1998 г. № 190-З [5], а также Директива Президента Республики Беларусь

№ 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» от 14 июня 2007 г. [2]. Приоритетом при разработке нормативных правовых актов Беларуси в сфере энергетической эффективности и ВИЭ является гармонизация национальной нормативной базы с международными стандартами, а также Регламентами (Директивами) ЕС.

Зеленая экономика Украины основывается на альтернативных источниках энергии и топлива, технологиях экологически чистого производства, чистых технологиях в ведении сельского хозяйства и т. д. Рынок внедрения и финансирования зеленых проектов в Украине находится в стадии становления. Закон «Об альтернативных источниках энергии» определяет правовые, экономические, экологические и организационные принципы использования ВИЭ и содействует расширению их использования в топливно-энергетическом комплексе.

Государственная регуляция в сфере ВИЭ предусматривает всестороннее поощрение и поддержку научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, деятельности изобретателей и рационализаторов. В 2009 г. утверждена концепция государственной целевой научно-технической программы развития производства и использования биологических видов топлива на 2009-2014 гг. В законе об электроэнергетике предусмотрены меры стимулирования генерации энергии из ВИЭ (зеленый тариф).

Законодательством закреплены льготы в части налогообложения деятельности, связанной с разработкой, внедрением и использованием энергосберегающих мероприятий и энергоэффективных проектов. Так, законом «О налогообложении прибыли предприятий» определено, что освобождается от налогообложения (на протяжении пяти лет с момента получения первой прибыли в результате повышения энергоэффективности производства):

- прибыль предприятий, полученная от продажи на таможенной территории Украины таких видов товаров собственного производства по перечню, установленному правительством:

- оборудование, которое работает на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;

- оборудование для производства альтернативных видов топлива. Внесены изменения в некоторые законы, согласно которым:

- освобождаются от обложения таможенной пошлиной техника, оборудование, не производимые в Украине и ввозимые на таможенную территорию страны в период с 1 января 2010 г. по

1 января 2019 г. для реконструкции существующих и строительства новых предприятий по производству биологических топлив, реконструкции транспортных средств с целью потребления биологических топлив, по перечню, определенному правительством;

- сроком на пять лет, начиная с 1 января 2010 г., освобождается от налогообложения прибыль производителей биологических видов топлива, полученная от продажи биотоплива;

- биологические виды моторного топлива облагаются налогом по нулевой ставке акцизного сбора. Суммы средств, высвобожденных в связи с предоставлением налоговой льготы, направляются на увеличение объемов производства.

- прибыль предприятий, полученная от продажи на таможенной территории Украины таких видов товаров собственного производства по перечню, установленному правительством:

- оборудование, которое работает на нетрадиционных и возобновляемых источниках энергии;

- оборудование для производства альтернативных видов топлива.

Внесены изменения в некоторые законы, согласно которым:

- освобождаются от обложения таможенной пошлиной техника, оборудование, не производимые в Украине и ввозимые на таможенную территорию страны в период с 1 января 2010 г. по 1 января 2019 г. для реконструкции существующих и строительства новых предприятий по производству биологических топлив, реконструкции транспортных средств с целью потребления биологических топлив, по перечню, определенному правительством;

- сроком на пять лет, начиная с 1 января 2010 г., освобождается от налогообложения прибыль производителей биологических видов топлива, полученная от продажи биотоплива;

- биологические виды моторного топлива облагаются налогом по нулевой ставке акцизного сбора. Суммы средств, высвобожденных в связи с предоставлением налоговой льготы, направляются на увеличение объемов производства.

В Казахстане существует преимущественно сырьевая система природопользования с экстремально высокими техногенными нагрузками на окружающую среду. Из-за большой территории страны и протяженности электросетей потери энергии при транспортировке составляют от 10 до 14 %. В то же время потенциал ВИЭ в стране оценивается более чем в 2,7 трлн. кВт. В связи с перспективностью развития ВЭИ в Казахстане активно формируется

нормативная правовая база в данной области, которая в настоящий момент является наиболее развитой в странах СНГ [6].

Принятие в последние годы ряда основополагающих документов заложило основы государственной политики в области охраны окружающей среды, к которым можно отнести Концепцию экологической безопасности на 2004-2015 гг., Экологический кодекс и некоторые другие. Разработаны стратегические документы развития государства, создана основа природоохранного законодательства, ориентированная на опыт развитых стран, взят курс на внедрение международных стандартов. Казахстаном подписан ряд международных конвенций по вопросам экологии, создана система управления природоохранной деятельностью, налажена система экологической экспертизы, в результате которой значительно снижены темпы загрязнения окружающей среды по сравнению с началом 90-х годов.

Правительство Казахстана разработало программу межрегионального партнерства стран Европы, Азии и Тихого океана под названием «Зеленый мост». Ее задача – содействие в продвижении зеленой экономики стран- участниц, а также объединение усилий государственного, частного сектора, общественных и международных организаций. Инициатива одобрена в 2011 г. и предусматривает разработку и реализацию программы партнерства до 2020 г. с пакетом инвестиционных проектов в поддержку зеленой экономики и целей устойчивого развития. Утвержден стратегический план развития Казахстана до 2020 года, в основу которого заложен принцип зеленого роста. К 2020 году энергоемкость ВВП должна уменьшиться на 25 %, а доля ВИЭ в общем объеме энергопотребления – увеличиться до 3 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <http://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare-Energien-Gesetz>.
- 2 Директива Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства»
- 3 Политика в области развития возобновляемой энергетики: как разбудить российского великана. Резюме // Международная финансовая корпорация. – США, 2011.
- 4 Энергоэффективность в США: прогресс в 2009 году // Государственный департамент США. – 2009. – № 4. – С. 17.

5 Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 15.07.1998 № 190-3 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 1998. – № 31-32. – Ст. 470.

6 Грозовский, Г.И. Нормативно-техническое регулирование в области возобновляемых источников энергии / Г.И. Грозовский, В.А. Попов, Е.А. Полякова // Стандарты и качество. – 2010. – № 10. – С. 34–41.

## **ПЕРЕРАБОТКА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ КОНЕЧНЫХ ШЛАКОВ**

**КУЛУМБАЕВА Г. Н., АУБАКИРОВ Ж., ЖУНУСОВА А. К.**

**магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**ЖУНУСОВ А. К.**

**к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

На сталеплавильном заводе ТОО KSP «Steel» (г. Павлодар) задача по утилизации собственных отходов не решена и является актуальной. На заводе скапливается большое количество аспирационной пыли, металлургических шлаков, окалины и т.д. Если окалина и первичные шлаки используется в производстве стали и в качестве дорожного щебня, то конечные шлаки не находят дальнейшего применения. Утилизация, складирование и хранение данных отходов требуют определенных денежных средств, которые могут исчисляться миллионами.

В данной работе исследованию по получению газобетона в лабораторных условиях подверглись так называемые конечные шлаки агрегата ковш-печь (шлаки АКП). Это шлаки, сформировавшиеся в конце плавки (конечные шлаки) и содержат незначительное количество железа. В дуговых электропечах при проведении восстановительного периода под шлаком АКП содержание оксидов железа снижается до <1 %, содержание СаО возрастает до 55-60 %. Данные шлаки из-за большого содержания СаО имеют структуру рассыпания. Эти шлаки также не находят применения на заводе [1, 2]. Хотя по химическому составу данные шлаки АКП соответствуют для использования их в производстве цемента (Таблица 1). Химический состав шлаков АКП приведен в таблице 2.

Таблица 1 – Химический состав цемента М-500

Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K	п.п.п
4,7	21,55	5,55	65,91	1,46	0,35	0,49

Таблица 2 – Химический состав шлаков АКП

Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	Осн.
2,2	21,3	2,4	55,8	4,6	0,7	0,96	2,6

При проведении нами опытов по получению газобетона использовали песок, шлак АКП, известь и алюминиевую пудру. Шлак АКП использовали в качестве заменителя цемента. На начальном этапе весь материал предварительно измельчили на щековой дробилке. Затем отдозированную шихту перемешивали в смесителе, порционно добавляли суспензию из горячей воды и алюминиевой пудры, способной вступать в реакцию с известковым веществом. В итоге данная реакция происходит с образованием водорода, заполняющего многочисленные поры или пузырьки сырьевой массы, имеющие размер 0,5-2 мм, которые равномерно пронизывают весь пористый материал. После чего смесь залили в специальную форму и выдерживали в течении нескольких суток, т.е. сушку производили естественным способом при комнатной температуре. После сушки в течении недели, раствор имел слабую пористую структуру. Подвергать испытанию на прочность не было смысла, так как полученный материал рассыпался при слабом прикосновении.

В следующем опыте песок заменили на шлак АКП. Известь и алюминиевую пудру оставили, как и в предыдущем опыте. В состав смеси ввели цемент. После смешивания и ввода суспензии на основе воды и алюминиевой пудры, раствор разлили в специальный прозрачный сосуд. Сосуды со смесью раствора разделили на образцы № 1 и № 2. Высоту раствора в сосуде отметили специальной насечкой. После разливки раствора наблюдали за происходящим процессом реакции. Реакция происходила в течении 20-25 мин. В течений этого времени раствор в сосуде увеличился на 40%. На поверхности раствора наблюдалось образование многочисленных пор.

После замера высоты увеличения, раствор поставили на сушку, на двое суток в комнатных условиях. Образец № 2 оставили сушить в естественных условиях. Образец № 3 состояла из смеси: шлака АКП, цемента, извести и алюминированной пудры, как и в пробе № 1 и 2.

При проведении следующего опыта решили выполнить газобетон по традиционной технологии. Смесь состояла из песка (образец № 4), цемента (20 %), извести (20 %), алюминиевой пудры (1 %). Данный состав газобетона используют многие производители в Казахстане и России.

Одним из основных направлений в производстве газобетона является технология сушки. От сушки зависит как прочность, так и плотность газобетона. В производственных условиях технология сушки газобетона в основном происходит в автоклавах. Автоклавная сушка ускоряет процесс производства газобетона. Также существует технология сушки естественным способом. На сушку естественным способом уходит довольно много времени. По ГОСТ 12730.1-78 сушка проходит в течении 28 суток (для определения плотности газобетона). При наблюдении за естественной сушкой, газобетон после недельной выдержки в комнатных условиях был высушен примерно на 40-50 %. Поэтому образец № 1 подвергли сушке в печи при 100 оС в течении 1 часа. После сушки полученный газобетон испытывали на гидравлическом прессе на определение прочности по ГОСТ 10180-90. Прочность исследуемых образцов газобетона представлена в таблице 3. Для образцов № 2, 3, 4 прочность не приводится, так как в данный момент данные пробы проходят процесс сушки.

Таблица 3 – Прочность исследуемых образцов газобетона

Наименование	Образец № 1	Образец № 2	Образец № 3	Образец № 4
Прочность, кгс/см <sup>2</sup>	6,3	-	-	-

Таким образом, можно констатировать о целесообразности использования шлаков АКП сталеплавильного производства ТОО KSP «Steel» в производстве газобетона. Для этого необходимо:

– продолжить углубленные исследования получения газобетона различного состава, с изменением количества цемента, влияющие на плотность и прочностные характеристики в соответствии с ГОСТами;

– прочность полученного образца № 1 после недельной сушки в естественных условиях показал 6,3 кгс/см<sup>2</sup>, по ГОСТ 10180-90 показатель прочности равен 5-50 кгс/см<sup>2</sup>.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Жунусов А.К., Кулумбаев Н.К., Толымбекова Л.Б., Спанов С.С. Исследования переработки отходов металлургических производств г. Павлодара // Вестник ПГУ. – Павлодар, 2015. – №. 1. – С.54-58.

2 Жунусов А.К., Байсанов С.О., Толымбекова Л.Б. Получение окатышей из отходов сталеплавильного производства // Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья: Материалы Межд. науч. практ. конф. (25-26 июня 2015 г). – Караганды, 2015. – С.601-602.

### **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЕНТАОКСИДА ВАНАДИЯ С ПОЛУЧЕНИЕМ ВАНАДИЕВОЙ ЛИГАТУРЫ**

**МАХАМБЕТОВ Е. Н.**

инженер, ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**БАЙСАНОВ А. С.**

к.т.н., зав. лабораторией, ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**ОСПАНОВ Н. И.**

инженер, ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**МУСИН А. М.**

инженер, ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

**ОМАРОВ М. Ш.**

техник, ХМИ имени Ж. Абишева, г. Караганда

Мировой спрос на ванадий главным образом, увеличивается за счет потребления стали в развивающихся странах для строительных целей. Добавка ванадия даже в малом количестве (0,04-0,10 %) значительно повышают уровень технологических, механических и служебных свойств металла [1, с. 29]. Применение таких сталей создает весьма благоприятные предпосылки для решения ряда актуальных технико-экономических проблем: уменьшения металлоемкости конструкций, совершенствования их эксплуатационных параметров и др [2, с. 39].

В Республике Казахстан ванадий производится в виде пентаоксида ванадия (АО «Усть-Каменогорский титаномагнийевый комбинат») и метаванадата аммония (ТОО «Фирма Балауса») и экспортируется в непереработанном виде. В тоже время промышленность Казахстана потребляет и импортирует огромное количество металлургической продукции, содержащей ванадий,

в виде железнодорожных рельс и трубной продукции для газо- и нефтепроводов. Поэтому возникает потребность в разработке технологий по первичной переработке казахстанского ванадиевого сырья с получением продукции с более высокой добавленной стоимостью. Например, на первом этапе: разработка технологий выплавки ванадиевых лигатур, которые в последующем можно было бы использовать при выплавке высококачественных марок сталей.

Источником ванадия в мировом производстве служат: ванадийсодержащий шлак (68 % от общего объема производства), ванадиевая руда (23 %), отходы нефтяных и других вторичных материалов (9 %). В рамках данной научно-исследовательской работы использовали в качестве источника ванадия порошок пентаоксид ванадия с массовой долей не менее 97 %  $V_2O_5$ .

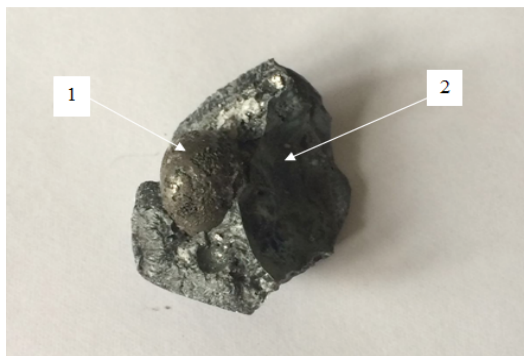
Критерием эффективности протекания металлотермического получения ванадиевых лигатур является полнота извлечения основного металла и соответствие получаемого сплава предъявляемым требованиям по химическому составу.

Для проведения работы по выплавке ванадиевых лигатур использовали печь Таммана. Печь сопротивления Таммана представляет собой исследовательскую установку, предназначенную для получения высоких температур для моделирования металлургических процессов. Данная высокотемпературная установка снабжена нагревателем, рабочим пространством которой служит графитовая трубка и силовым трансформатором. Регулирование температуры в печи производится плавно при помощи тиристорного регулятора напряжения, который включен в первичную обмотку силового трансформатора, что позволяет получать на выходных шинах ток в несколько тысяч ампер при низком напряжении (от 0,5 до 15 В). Температуру измеряли вольфрам-рениевой термопарой ВР-5/20, горячий спай которой в армированном корундовом чехле подводился ко дну тигля. Помимо измерения температуры в пространстве печи, измерялась температура в самой шихтовой смеси в тигле. Нагрев осуществлялся линейно со скоростью 10 °С в минуту. Температура выдержки была установлена выше теоретической на 50-60 °С, это объясняется тем, что нагрев осуществлялся косвенным образом.

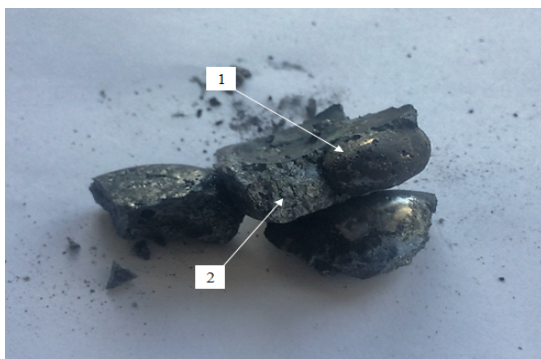
Первую опытную плавку начали с использованием кремнеалюминиевого восстановителя – ФСА. Состав шихтовой смеси %: Пентаоксид ванадия – 24,61; ФСА – 34,89; Известь – 31,15; Железная стружка – 9,35.

Шихтовая смесь для выплавки ванадиевой лигатуры с использованием АМС состояла из %: Пентаоксид ванадия – 22,06; АМС – 44,24; Известь – 28,46; Железная стружка – 5,23.

Фракционный состав шихтовых материалов составил менее 3 мм. Перемешанную шихтовую смесь засыпали в алундовый тигель и помещали в печь Таммана. Опытные образцы ванадиевой лигатуры и шлака, полученные с использованием ФСА и АМС, показаны на рисунке 1 и 2.



1 – Ванадиевая лигатура, 2 – Шлак  
Рисунок 1 – Полученный опытный образец с использованием ФСА



1 – Ванадиевая лигатура, 2 – Шлак  
Рисунок 2 – Полученный опытный образец с использованием АМС

Результаты химического анализа опытных плавок приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав опытных образцов ванадиевой лигатуры

№ металла	V	Si	Al	Fe	Mn
1	22,88	33,97	3,24	36,96	2,95
2	26,22	31,42	3,04	31,75	7,57
3	28,71	5,88	4,56	58,20	2,65
4	30,47	4,39	2,06	62,18	0,88

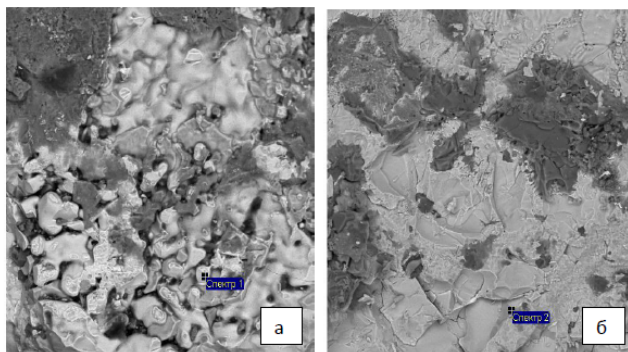
Основными составляющими шлаковой фазы являются оксиды кальция, кремния и алюминия. Исходя из химического анализа шлаков оптимальным режимом основности является  $\text{CaO/SiO}_2 - 1,6-2,1$ .

Для изучения количественного и фазового состава полученной ванадиевой лигатуры был проведен спектральный анализ образцов на растровом электронном микроскопе Tescan Vega II с системой рентгеноспектрального микроанализа Oxford Inca.

Результаты спектрального анализа и снимки ванадиевой лигатуры полученные с использованием АМС приведены ниже в таблице 2 и на рисунке 3.

Таблица 2 – Спектральный состав ванадиевой лигатуры полученной с использованием АМС

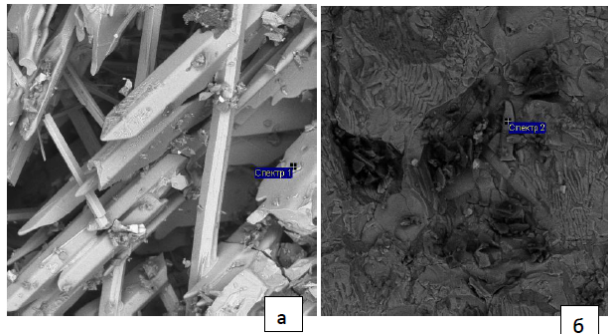
Спектр	Элемент	Al	Si	V	Mn	Fe
№ 1	Весовой %	0,93	32,42	3,22	35,23	28,19
	Атомный%	1,44	48,13	2,64	26,74	21,05
№ 2	Весовой %	1,17	53,46	34,28	7,36	2,12
	Атомный%	1,53	67,38	23,82	4,74	1,34



а – спектр № 1; б -спектр № 2.

Рисунок 3 – Изображение поверхности образца ванадиевой лигатуры с использованием АМС

Результаты спектрального анализа и снимки ванадиевой лигатуры полученные с использованием ФСА приведены ниже в таблице 3 и на рисунке 4.



а – спектр № 1; б -спектр № 2.

Рисунок 4 – Изображение поверхности полированного образца ванадиевой лигатуры с использованием ФСА

Таблица 3 – Спектральный состав ванадиевой лигатуры полученной с использованием ФСА

Спектр	Элемент	Si	V	Fe
№1	Весовой %	42,74	57,26	-
	Атомный%	57,51	42,49	-
№2	Весовой %	52,33	44,78	2,89
	Атомный%	66,69	31,46	1,85

Проанализировав полученные значения, установлено, что полученные ванадиевые лигатуры состоят из сложных силицидов марганца, железа (Fe,Mn)Si, небольшим количеством свободного кремния (97 %), силицидов ванадия VSi и VSi<sub>2</sub>.

Констатируя результаты исследований можно заключить, что полученные опытные образцы по своему химическому составу соответствуют требованиям предъявляемым ТУ 14-141-08-91 для ванадиевых лигатур, среднее содержанием элементов, в %: ванадий – 27,07; алюминий – 3,26; железо – 47,27; марганец – 3,5; соответствует марке ФВд20С20.

Данная работа выполнена в рамках исполнения темы 2057 ГФ4 программы «Грантовое финансирование научных исследований на 2015-2017годы».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Дмитриенко В.И., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Данилов А.П. Использование ванадийсодержащего конвертерного шлака для легирования стали ванадием //Сталь. – 2010. – № 10. – С. 29-31.

2 Лещенко И.П., Зубаров А.Г., Терещенко В.Т. Использование отходов ванадиевого производства для легирования стали // Сталь. – 1985. – № 5. – С. 39-40.

## **ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО СПЛАВА ИЗ ТРУДНООБОГАТИМОГО СЫРЬЯ КАЗАХСТАНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ**

**МУХАМБЕТГАЛИЕВ Е. К.**

науч. сотр., Химико-металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан

**БАЙСАНОВ С. О.**

д.т.н., профессор, Химико-металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан

**РОЩИН В. Е.**

д.т.н., профессор, Южно-Уральский государственный университет,  
г. Челябинск, Россия

**КУСАИНОВА Г. Д.**

науч. сотр., Химико-металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан

В современных условиях большое значение приобретает утилизация отходов металлургической и горнодобывающей промышленности. Разработка бесшлаковых технологических процессов обеспечивает достижения высоких технико-экономических показателей и вместе с тем снижает загрязнение окружающей среды. Так как практически основная масса сталеплавильной продукции раскисляется и легируется кремнием, алюминием и марганцем, то получение сплавов, содержащих данные элементы в комплексе, является одним из перспективных и актуальных направлений.

Одной из технологических схем отвечающих требованиям комплексной переработки марганцевых руд является технология получения сплава АМС разработанная в Химико-металлургическом институте совместно с сотрудниками Ермаковского и Зестафонского заводов ферросплавов [1, с. 907-908]. При использовании углей Экибастузского угольного бассейна (с каолиновой вмещающей породой в зольной части) в ходе плавки из руды восстанавливается марганец, а из золы угля – кремний и алюминий. Сплав АМС, полученный при электротермической плавке джездинской марганцевой руды с использованием в качестве восстановителя экибастузского угля, имел следующий состав: 25-40 % Mn, 30-40 % Si, 6-12 % Al, 0,8-1,25 % P, остальное – Fe. Применение сплава АМС, выплавляемого электротермическим способом из марганцевых руд и энергетических углей, для раскисления спокойных марок стали, взамен обычно применяемых раскислителей, показало

его эффективность за счет его более высокой раскислительной способности. Несмотря на вышеизложенные преимущества, сплав АМС при остывании рассыпался до порошкообразного состояния из-за выделения фосфина. Такой порошкообразный сплав необходимо было брикетировать, то есть, появлялась необходимость в дополнительных затратах. Из-за непостоянства состава сплава, и несоответствия концентрации хотя бы одного из ведущих элементов (марганца или кремния) к концентрации в стандартных (традиционных) ферросплавах (силикомарганец или ферросилиций), он не получил широкого внедрения в сталеплавильной промышленности. С этих позиций более приемлемым может быть повышение концентрации кремния до уровня 40-50 %. При этом марганец и алюминий могут исполнять роль легирующих компонентов и их содержание можно варьировать в различных марках сплава с шагом в 5 или 10 %.

По разработанной в Химико-металлургическом институте одностадийной технологии получения комплексного сплава появляется возможность производства кремния и алюминия из пустой породы руды и золы восстановителя. Для получения сплава алюмосиликомарганца можно использовать некондиционные по содержанию марганца (20-25 %) и непригодные для получения стандартных марок марганцевых ферросплавов высококремнезёмистые марганцевые руды. Запасы некондиционного марганцевого сырья в Казахстане огромны. На стадии металлургического опробования по ранее разработанной в Химико-металлургическом институте технологической схеме получения алюмосиликомарганца с использованием высокозольного угля месторождения Борлы выявлено принципиальная возможность применения их в технологических целях [2, с. 12-15].

В качестве шихтовых материалов использовали высокозольный уголь месторождения Сарыадыр (Акмолинская обл., Казахстан) который малоприменим в энергетических целях, и некондиционная марганцевая руда месторождения Западный Камыс. Петрографический состав углистого сырья месторождения Сарыадыр показал повышенное содержание отошающих микрокомпонентов в угле (21-24 % фюзинита, 22-35 % семифюзинита), что наряду с низким содержанием плавких компонентов (5-10 % лейптинита, 15-36% витринита) практически исключает спекание углистого сырья данных видов при высоких температурах.

Перед проведением испытаний опытные партии марганцевой руды и высокозольного угля были подвергнуты техническим операциям по отбору усредненных проб. Высокозольный уголь по техническому составу показал следующие результаты: зола – 44,20 %; летучие компоненты – 20,70 %; влага – 1,90 %. Химический состав шихтовых материалов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав и технический анализ шихтовых материалов

Материал	Состав, масс. %								
	Mn <sub>общ</sub>	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>общ</sub>	S <sub>общ</sub>	TiO <sub>2</sub>
Зола угля	–	4,61	61,32	28,7	1,42	1,08	0,024	0,71	1,01
Руда марганцевая	25,60	9,51	29,8	1,84	8,1	0,49	0,07	0,072	–

Опытные испытания по выплавке алюмосиликомарганца проводили в крупно-лабораторной руднотермической однофазной с проводящей подиной электропечи с трансформатором мощностью 200 кВ·А. Электропечь была футерована шамотным кирпичом.. Плавку вели непрерывным способом с загрузкой шихты небольшими порциями по мере усадки колошника и с периодическим выпуском сплава через каждые 2 часа в чугунные изложницы. Шихту загружали вокруг электрода с поддержанием конуса. Сплав выпускали в чугунные изложницы, расположенные каскадом. Работа печи в целом характеризовалась равномерной газопроницаемостью шихты на колошнике по всей поверхности, глубокой посадкой электрода и относительно устойчивым электрическим режимом. Шихта сходила самосходом, что подтверждало наличие под электродом газовой полости. В результате проведения опытных испытаний получен сплав содержащий, масс. %: кремния 31-37; алюминия 10,5-15,8; марганца 17-27; железа 18-27; фосфора 0,02-0,04; углерода 0,1-0,2. Извлечение основных элементов в состав сплава, %: кремния 87,5, алюминия 82 и марганца 88,5. Расход электроэнергии варьировался в пределах 7,5-9 МВт·ч/т.

Для установления качественных характеристик нами был проведен сравнительный анализ рядовой марки стали раскисленной комплексным сплавом алюмосиликомарганцем и традиционными ферросплавами.

Полученный сплав алюмосиликомарганец был использован при раскислении стали марки 3сп. Опыты по раскислению проводили

в лабораторных условиях в печи Таммана. Использованный для раскисления сплав алюмосиликомарганец имел следующий химический состав, масс. %: Mn 17,06-23,71; Si 40,73-42,03; Al 12,80-13,52; Ca 0,1-0,2; P 0,05; Mg 0,02-0,05; S 0,003; C 0,09-0,13; Fe 17,80-24,70.

Результаты исследований конструкционной стали Зсп с различным вариантом раскисления. Химический состав стали с различными вариантами раскисления представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав сравнительного и опытного металла

Марка стали	Варианты раскисления	Массовая доля химических элементов, %					
		C	Mn	Si	S	P	Al
Зсп (проба №1)	с конвертера (традиционная)	0,14	0,54	0,22	0,011	0,030	0,046
Зсп (проба №2)	с алюмосилико- марганцем (опытная)	0,20	0,47	0,20	0,019	0,012	0,044
Зсп (проба №3)	с алюмосилико- марганцем (опытная)	0,18	0,44	0,21	0,016	0,013	0,049

Для проведения металлографического исследования стали марки Зсп текущего производства (образец литой стали проба № 1) были отобраны пробы в кислородно-конверторном цехе (ККЦ) АО «АрселорМиттал Темиртау» после обработки металла на установке печь-ковш и подготовлены образцы сечением 25x15 мм.

Для микроскопических исследований были подготовлены образцы по стандартной методике приготовления шлифов с применением автоматического шлифовально-полировального станка «EcoMet 250/300».

Металлографические исследования проведены на микроскопе «Olympus BX51 TRF» методами световой микроскопии при увеличении x200 и x500. Изучение неметаллических включений (НВ) опытных образцов конструкционной стали Зсп проводили на слитках охлажденных в печи. Общий вид неметаллических включений представлен на рисунке 1.



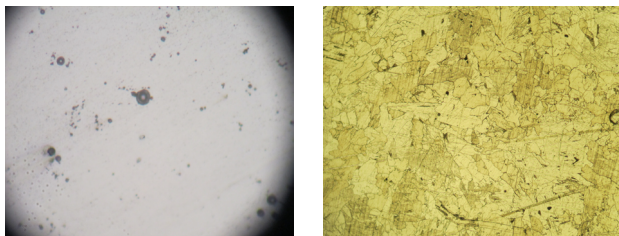
Рисунок 1 – Общий вид неметаллических включений, х200

При общем просмотре шлифа при увеличении х500 наблюдаются глобулярные неметаллические включения, распределенные как скоплениями, так и единичными глобулями (вюститита) представленными на рисунке 2.



Рисунок 2 – Глобулярные включения, х500

При наблюдении в темном поле включения вюститита непрозрачны, окаймлены тонкой светящей линией. Наблюдаются небольшие группы глобулярных силикатных стекол темно-серого цвета с кольцевым отсветом и блестящей точкой в центре в виде сростков, а также в виде отдельных глобуль распределенных разрозненно друг от друга, рисунок 3 а).



а)

б)

Рисунок 3 – а) Силикатные включения, х500;  
б) Дендритная структура, х200

Общая загрязненность неметаллическими включениями составляет 2,5 балла. Структуру стали определяли по ГОСТ 5638-82 (Методы выявления и определения величины зерна) травлением образца в 4 %-ном растворе азотной кислоты в этиловом спирте. В результате металлографического исследования образца литой стали получена крупнозернистая дендритная структура, рисунок 3 б).

Изучение неметаллических включений опытной стали марки 3сп (проба № 2) раскисленной алюмосиликомарганцем проводили на слитках охлажденных в печи. На рисунке 4 представлен общий вид неметаллических включений при увеличений  $\times 200$ .

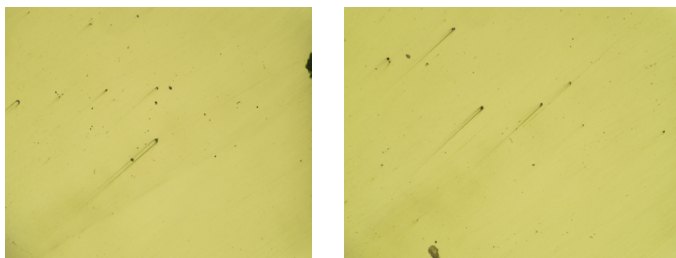
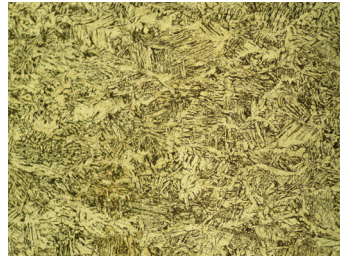
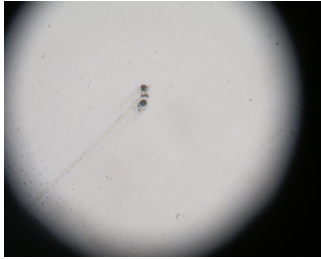


Рисунок 4 – Общий вид скоплений корунда,  $\times 200$

При металлографическом исследовании шлифа опытной стали 3сп (проба № 2) под микроскопом в отраженном свете обнаружены кристаллы корунда, имеющие вид неправильной формы и шестиугольников, распределенных в виде единичных дезориентированных зерен и мелких не сомкнутых между собой кристаллов, рисунок 5 а). Кроме корунда в стали, имеются единичные включения железной шпинели – герцинита ( $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) имеющие вид прямоугольных кристаллов правильной кубической формы, а также сульфидов.

Общий балл загрязненности неметаллическими включениями составил 2 балла. Структура стали представлена дендритным строением, рисунок 5 б).



а) Включения корунда ( $Al_2O_3$ ),  $\times 500$ ;  
б) Дендритная структура,  $\times 200$

Таким образом, проведенное металлографическое исследование образцов показало, что опытная сталь, раскисленная комплексным ферросплавом – алюмосиликомарганцем, отличается меньшим количеством неметаллических включений. Микроструктура стали дендритная характерная литой стали.

В результате проведенных крупно-лабораторных испытаний с использованием различных высокосолевых углей Центрального Казахстана выявлены следующие положительные особенности разработанной технологии:

1. Впервые в отечественной практике в крупно-лабораторном масштабе отработана по разработанной технологии в Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева технология выплавки нового комплексного ферросплава алюмосиликомарганец с использованием высокосолевых углей Карагандинского и Тениз-Коржункольского бассейнов.

2. Низкосортные высококремнеземистые марганцевые руды, непригодные для производства стандартных марок марганцевых ферросплавов, таких, как ферромарганец, силикомарганец, по существующим технологическим схемам, могут быть использованы для выплавки сплава алюмосиликомарганец без дополнительных стадий их обогащения. При производстве алюмосиликомарганца достигается высокий переход основных элементов шихты в сплав (кроме потерь за счет улетучивания) кремния – 87 %, алюминия – 82 % и марганца – 88,5 %.

3. В качестве восстановителя и основного источника кремния и алюминия используются отвальные низкофосфористые высокосолевые угли непригодные в качестве топлива в народном

хозяйстве. Себестоимость сплава значительно ниже за счет использования дешевых отвальных углей, а также низкосортной марганцевой руды. Показана эффективность раскисления новым комплексным сплавом алюмосиликомарганцем по сравнению с использованием традиционных ферросплавов. В новом сплаве алюмосиликомарганце совмещены три элемента, используемые в массовом производстве стали для раскисления и легирования. Этот сплав может найти широкое применение при производстве стали, а также для получения ферромарганца рафинированных сортов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Медведев Г.В., Волков С.С., Букетов Е.А. и др. Получение сплава АМС из бедной марганцевой руды и высокозольного угля и его применение для раскисления стали. // Сталь. 1968. №10. С. 907-908.

2 Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов С.О., Байсанов А.С. Совершенствование технологии выплавки алюмосиликомарганца. // Металлы. 2013. №6. С. 12-15.

### **БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛ ТЭС ОТ СЖИГАНИЯ ЭКИБАСТУЗСКИХ УГЛЕЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ, АЛЮМИНИЯ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ОМАРОВА С. А.**

**мл. науч. сотр. лаборатории глинозема и алюминия (ЛГА),  
АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы**

**АБДУЛВАЛИЕВ Р. А.**

**к.т.н., зав. лабораторией ЛГА,**

**АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы**

**ГЛАДЫШЕВ С. В.**

**к.т.н., вед. науч. сотр. ЛГА,**

**АО «Институт металлургии и обогащения», г. Алматы**

**ИМАНГАЛИЕВА Л. М.**

**ведущий инженер ЛГА, АО «Институт металлургии и обогащения»,  
г. Алматы**

При сжигании угля на тепловых электростанциях (ТЭС) образуется большее количество золошлаковых отходов (ЗШО). Отвалы ЗШО занимают большие площади, а их содержание требует значительных эксплуатационных затрат, которое влияет

на повышение себестоимости производства энергоносителей. ЗШО являются источником загрязнения окружающей среды, представляет опасность для здоровья населения и угрозу растительному и животному миру близлежащих районов.

Вместе с тем ЗШО по химическому и природному минеральному составу во многом идентичен природному минеральному сырью. Использование их в промышленности, строительной индустрии и сельском хозяйстве – один из стратегических путей решения экологической проблем в зоне работы ТЭС. ЗШО имеют хорошую перспективу для широкого их использования с целью ресурсосбережения, то есть решения экономических проблем, связанных с сохранением природных ресурсов, строительных материалов, цветных, редких металлов и других материалов.

В связи с этим создание эффективных комплексных технологии переработки ЗШО для металлургической химической и строительной промышленности является актуальной задачей.

Для проведения исследований была представлена проба золошлаковых отходов от сжигания Экибастузского угля на ТЭС состава, масс %:  $\text{SiO}_2$  44,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  20,7;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  9,1;  $\text{CaO}$  2,5;  $\text{MgO}$  0,804;  $\text{Na}_2\text{O}$  0,94;  $\text{K}_2\text{O}$  0,34;  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  0,004;  $\text{V}_2\text{O}_5$  0,02;  $\text{TiO}_2$  0,98;  $\text{MnO}_2$  0,2;  $\text{SO}_3$  0,164.

Проведенный рентгенофазовый анализ показал, что в ЗШО основными фазами являются муллит, силлиманит, геденбергит, кварц, гематит и кальцит.

Основная проблема переработки ЗШО обусловлена высоким содержанием кремния и связанной с ним сложной структурой минеральной части в основном представленной алюмосиликатами. В традиционных способах переработки ЗШО применяют кислотные и щелочные методы, а также сульфатизирующий обжиг золы с последующим выщелачиванием или предварительный обжиг для изменения фазового состава с получением легкорастворимой формы кремнезема. Однако эти методы энергозатратны и не обеспечивают достаточного вскрытия исходного материала.

В результате проведенных исследований по гидрохимической переработки ЗШО разработана технологическая схема с комплексной утилизации продуктов переработки (рисунок 1)

ЗШО являются высококремнистым алюмосиликатным сырьем, высокое содержание в ней оксида кремния определяет необходимость проведения предварительного химического обогащения, основанного на свойстве сырья разлагаться под

действием щелочи с образованием силикатного раствора и обедненного по кремнию концентрата. При обработке золы в раствор в первую очередь переходит избыточный кремнезем, а глинозем, в виде гидроалюмосиликата натрия, остается в остатке.



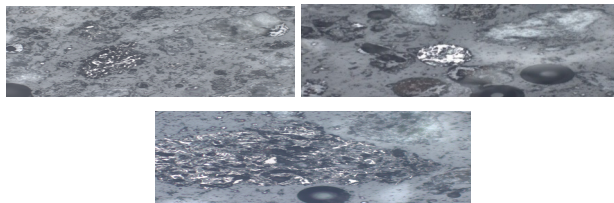
Рисунок 1- Технологическая схема безотходной технологии зол ТЭС

С целью увеличения эффективности процесса химического обогащения проведены исследования по предварительной активации ЗШО в сододикарбонатном растворе с содержанием  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{бкб}}$  120 г/дм<sup>3</sup>, при температурах 100-200°C и продолжительности 60 минут.

Содержание в растворе гидрокарбоната натрия принята с учетом его предела растворимости.

Получено, что химический состав ЗШО после активации не изменился.

Кристаллооптический анализ ЗШО показал, что в результате активации происходят структурные изменения, коагуляция мелкодисперсного, аморфного углеродного вещества и раскрытие кристаллической структурой (рисунок 2).



а) б) в)

ув. х 200: а – исходная зола; б, в – зола после активации  
Рисунок 2 – Кристаллооптический анализ золы до и после активации

Рентгенофазовый анализа минерального состава ЗШО до и после активации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты рентгенофазового анализа после предварительной активации золы

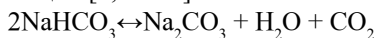
Наименование	Температура активации, °С	Состав		
		Компонент	Формула	%
Исходная зола		Силлиманит	$Al_2SiO_5$	32,5
		Муллит	$Al(A_{1,83}Si_{1,08}O_{4,85})$	27,2
		Геденбергит	$CaFe+2Si_2O_6$	12,4
		Гематит	$Fe_2O_3$	6,7
		Кварц	$SiO_2$	8,7
		п.п.п.		12,5
Зола после активации	100	Муллит	$Al(A_{1,83}Si_{1,08}O_{4,85})$	61,8
		Гематит	$Fe_2O_3$	8,1
		Кварц	$SiO_2$	25,8
		Кальцит	$CaCO_3$	4,2
		п.п.п.		0,1
Зола после активации	120	Муллит	$Al(A_{1,83}Si_{1,08}O_{4,85})$ $Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	14,3 39,3
		Гематит	$Fe_2O_3$	8,0
		Кварц	$SiO_2$	33,2
		Кальцит	$CaCO_3$	5,2
Зола после активации	150	Муллит	$Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	50,7
		Гематит	$Fe_2O_3$	7,9
		Кварц	$SiO_2$	36,1
		Кальцит	$CaCO_3$	5,3

Зола после активации	200	Муллит	$Al_{4,59}Si_{1,41}O_{9,7}$	49,7
		Гематит	$Fe_2O_3$	8,0
		Кварц	$SiO_2$	37,1
		Кальцит	$CaCO_3$	5,3

Анализ показал, что в результате активации произошли изменения в минералогическом и структурном составе. Состав муллита изменяется в сторону увеличения содержания в нем алюминия и уменьшения кремнезема. В составе ЗШО увеличивается количество фазы свободного кремнезема и уменьшается количество труднорастворимой алюмосиликатной фазы – муллита

Физико-химические процессы происходящие при активации можно объяснить следующим образом.

При температурах 60-200 °С гидрокарбонат натрия разлагается по реакции [1, с.139]



Эта реакция обратимая. При проведении активации в автоклаве все компоненты разложения и образования гидрокарбоната натрия находятся в объеме раствора в активной свежесформированной форме. Компоненты алюмосиликатного сырья вступают в реакцию с раствором, образуют водорастворимые гидрокарбонатные соли и выходят из минеральной структуры, далее за счет высокой температуры происходит их разложение с образованием менее растворимых карбонатов, которые служат основой образования новой, минеральной структуры.

Из приведенных результатов (таблица 1) следует, что при активации фазовые изменения ЗШО завершается при температуре 150 °С и увеличение температуры нецелесообразно.

После предварительной активации проводили операцию химического обогащения ЗШО в щелочном растворе с содержанием  $Na_2O_{ку}$  равной 100 г/дм<sup>3</sup> при Ж:Т=4,0:1,0, продолжительности 120мин и температуре 100 °С. Химический состав концентрата золы после химического обогащения, масс %:  $SiO_2$  34,5;  $Al_2O_3$  29,6;  $Fe_2O_3$  4,5;  $CaO$  2,5;  $Na_2O_{11}$  8,5; п.п.п. 17,05. Химический состав щелочно-алюминатного раствора, г/дм<sup>3</sup>:  $Na_2O_{ку}$  92,0;  $Al_2O_3$  0,15;  $SiO_2$  67,1. Степень извлечения кремнезема в жидкую фазу составила 68,3 %.

Полученный при обогащения силикатный раствор был использован для получения конечной продукции – аморфного кремнезема, жидкого стекла и воллостонита.

Концентрат ЗШО переработали методом спекания с содой и известняком при температуре 1150 - 1170°C в течение 60 мин. Количество известняка рассчитывали из условия получения в шихте малярного отношения  $\text{CaO}:\text{SiO}_2=2$  Количество соды брали из расчета получения в растворе выщелачивания каустического модуля равного 5,0.

Состав полученного спека, масс %:  $\text{Na}_2\text{O}$  35,1;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  18,5;  $\text{SiO}_2$  12,9;  $\text{CaO}$  25,2;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  8,3.

Выщелачивание спека проводили промводой при температуре 70°C и времени перемешивания 20 мин. При выщелачивании извлечение в раствор составило  $\text{Al}_2\text{O}_3$  89,5 %,  $\text{SiO}_2$  11,2 %.

Состав щелочно-алюминатного раствора выщелачивания спека, г/дм<sup>3</sup>:  $\text{Na}_2\text{O}$  150,4;  $\text{SiO}_2$  3,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  49,95,  $\alpha_{\text{K}}$  4,9.

Состав кека выщелачивания спека, масс %:  $\text{CaO}$  50,2;  $\text{SiO}_2$  22,73;  $\text{Na}_2\text{O}$  3,3;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  3,82;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  16,5.

Кек выщелачивания спека может быть использован для производства цемента.

Щелочно-алюминатный раствор с  $\alpha_{\text{K}}=5$  подвергли конверсии методом двухстадийной карбонизации газом содержащий  $\text{CO}_2$  с получением гидроксида алюминия и оборотного содового раствора.

Первую стадию карбонизации проводили при температуре 90-95 °С в течение 5-7 часов до содержания  $\text{Na}_2\text{O}_{\text{ку}}$  4-10 г/дм<sup>3</sup>, с отделением образовавшегося осадка гидроксида алюминия. Степень осаждения гидроксида алюминия составило 90 %.

Из полученного гидроксида алюминия после кальцинации при температуре 1200°C в течение 30 мин получен металлургический глинозем.

Вторую стадию карбонизации проводили до содержания в растворе бикарбонатной щелочи 15-20 г/дм<sup>3</sup>, в течение 5-6 часов при температур 70 °С. В результате второй стадии карбонизации получен алюмокарбонатный осадок в котором концентрируется редкие металлы - галлий и ванадий.

Химический состав алюмокарбонатного осадка, масс. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  30,0;  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  0,04%;  $\text{V}_2\text{O}_5$  1,1.

Этот осадок может быть использован для селективного получения металлического галлия и пентаоксида ванадия.

Таким образом:

– разработана технологическая схема безотходной переработки зол ТЭС;

- разработан способ предварительной активации ЗШО в бикарбонатном растворе;
- из силикатного раствора после операции химического обогащения получен аморфный кремнезем, жидкое стекло и воллостонит;
- из щелочно-алюминатного раствора от вскрытия концентрата ЗШО получен глинозем и алюмокарбонатный осадок содержащий галлий и ванадий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Куяц И. Л. Химическая энциклопедия. – М., 1992. – 139 с.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ КАМЕННУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ОРДАБАЕВА А. Т.**

к.х.н., вед. науч. сотр., Институт органического синтеза и углехимии РК,  
г. Караганда

**МЕЙРАМОВ М. Г.**

к.х.н., вед. науч. сотр., Институт органического синтеза и углехимии РК,  
г. Караганда

**АХМЕТКАРИМОВА Ж. С.**

Pd. D., зав. лабораторией химии угля,

Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда

**МУЛДАХМЕТОВ Ж. Х.**

мл. науч. сотр., Институт органического синтеза и углехимии РК,  
г. Караганда

**МЕЙРАМОВА С. М.**

инженер, Институт органического синтеза и углехимии РК, г. Караганда

**ОРДАБАЕВ А.**

студент, Карагандинский медицинский университет, г. Караганда

Побочным продуктом производства ТОО «Сары-Арка Спецкокс» («САС») является каменноугольная смола, объемы которой измеряются десятками тысяч тонн в год. Смола по составу отличается от смолы коксохимических производств и не может перерабатываться по технологии переработки каменноугольной смолы с получением соответствующих товарных продуктов [1, с.55]. С помощью термической переработки (пиролиз) тяжелого углеводородного сырья получают кокс и ценные химические продукты, являющиеся основным сырьем

для многих химических производств и особенно для продуктов органического синтеза. Фенол используются в промышленности для получения фенолформальдегидных смол, которые применяются в производстве фенопластов. Большие количества фенола перерабатывают в циклогексанол, необходимый для производства синтетического волокна. Смесь крезолов используют для получения крезолформальдегидных смол [3, с. 26].

Нами была проведена наработка фракции до 250 °С методом прямой перегонки исходной каменноугольной смолы со следующими физико-химическими характеристиками: плотность – 1042 кг/м<sup>3</sup>, зольность – 0,1 %, содержание фенолов – > 20 %, содержание нафталина – следы. Для этого было взято 5000 мл каменноугольной смолы и получено 500 мл фракции до 250 °С.

При анализе компонентного состава полученного пастообразователя (фракция до 250 °С) использовался метод хромато-масс-спектрологии (ХМС) на приборе Agilent 7890A (USA) с масс-спектрометром 5975 inert XL и газожидкостная хроматография на приборе КристалЛюкс 4000 (Россия). Пробоподготовку фракции до 250 °С проводили следующим образом: 1 г растворили в 20 мл ацетона и высушили сульфатом натрия. 1 мл раствора разбавили до 10 мл и добавили 10 мкл внутреннего стандарта о-пиколин и флурантен с концентрацией 40 г/л. Концентрация стандартов в смоле составило 8 г/кг.

Условия хроматографирования: Колонка: DB-5, 30 м X 0,25 мм X 0,5 мкм; Газ: гелий, 0,8 мл/мин; Термостат: 50 °С – 4 мин, 50-150 °С – 10 °С / мин, 150-300 °С – 20 °С / мин, 300 °С – 4 мин; Испаритель: 250 °С. Идентификация веществ проводили на масс-спектральной базе данных NIST98.

На рисунке 1 приведена хроматограмма неочищенной фракции до 250 °С и в таблице 1 показан индивидуальный состав неочищенной фракции до 250 °С.

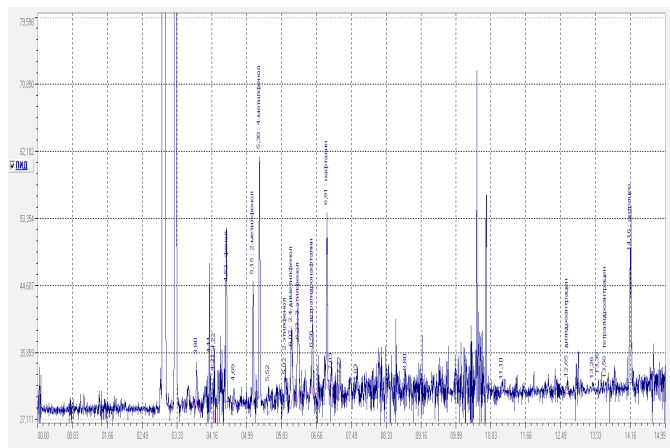


Рисунок 1 – Хроматограмма неочищенной фракции до 250 °С

Таблица 1 – Состав основных продуктов неочищенной фракции до 250 °С

№ п/п	Время выхода, мин	Наименование соединения	Содержание, масс. %
1	4,53	Фенол	11,02
2	5,15	2-метилфенол	7,43
3	5,30	4-метилфенол	16,34
4	5,92	2-этилфенол	1,52
5	6,07	2,4-диметилфенол	7,49
6	6,23	3-этилфенол	8,31
7	6,56	тетрагидронафталин	5,75
8	6,91	нафталин	11,04
9	12,65	дигидроантрацен	0,89
10	13,56	тетрагидроантрацен	1,13
11	14,16	фенантрен	14,2
12	14,16	антрацен	14,20

Из данных таблицы 1 видно, что в неочищенной фракции содержание фенола и его производных составляет 53 %. Содержание общих фенолов является одним из сдерживающих факторов промышленного использования смолы «САС», но, в то же время, раскрывает перспективы для их извлечения с целью применения в химической промышленности [2, с. 26].

Обесфеноливанью, как правило, подвергают низкокипящие (выкипающие до 300 °С) фракции смол. Это бензино-лигроиновая и керосиновая фракции первичных смол, фенольная, нафталиновая и поглотительная фракции каменноугольной смолы, фракция 60-240 °С гидрогенизата бурых углей [4, с. 79]. Для извлечения фенолов из фракций применяют экстракцию полярными растворителями, чаще всего метанолом и его водными растворами, а также экстракцию щелочью с переводом фенолов в феноляты. Последний способ обеспечивает наиболее полное и селективное извлечение фенолов, но связан с необратимым расходом больших количеств достаточно дорогой щелочи. Используемая в промышленности каустификация содовых растворов, получаемых после разложения фенолятов, влечет за собой значительные расходы и образование больших объемов сточных вод [5, с. 26]. Учитывая сложности, связанные с применением метанола (высокая токсичность), нами проведены исследования с заменой его этанолом в процессе обесфеноливания фракции до 250 °С каменноугольной смолы. Экстракция водными растворами спиртов удобна более простой регенерацией растворителя, и, в ряде случаев, более предпочтительна, несмотря на более высокую степень извлечения фенолов щелочным методом.

В целях изучения возможности извлечения фенолов непосредственно из фракции до 250 °С нами проведена работа по экстракции фенолов из фракции до 250 °С с использованием экстрагентов на основе водных растворов технического этанола концентрацией 70 %. Для этого была взята фракция смолы до 250 °С с экстрагентом раствора этанола в соотношении 1:1. После взбалтывания в течение 1 часа заливаем в бюретку для разделения на длительное время (24 часа). По результатам лабораторных испытаний нами было установлено, что лучшие экстракционные свойства проявляет 70 %-ный водный этанол с фракцией до 250 °С в соотношении 1:1. На рисунке 2 показана хроматограмма фракции до 250 °С после экстракции 70 % этанолом.



Таким образом, из таблицы 1 видно, что после экстракции фракции смолы до 250 °С 70 %-ный водным этанолом содержание фенолов уменьшилось в 6 раз. Освобожденная от фенолов смола может быть использована как углеводородный материал для дальнейшей переработки в моторное или котельное топливо.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Байкенов М.И., Омарбеков Т.Б., Амерханова Ш.К., Мусина Г.Н., Уали А.С. Применение кавитационно-волнового воздействия при переработке каменноугольной смолы // Вестник КарГУ. - 2006. – Т.44, № 4. - С. 54-56.

2 Малолетнев А.С., Гюльмалиев М.А. Получение товарных фенолов при гидрогенизации углей Канско–Ачинского бассейна // Химия твёрдого топлива. - 2007. - № 3. - С.21-29.

3 Малолетнев А.С., Гюльмалиев М.А. Получение товарных фенолов при гидрогенизации углей Канско–Ачинского бассейна // Химия твёрдого топлива. - 2007. - № 3. - С.21-29.

4 Костюк В.А., Славинская И.И. Обезфеноливание гидрогенизата бурых углей в непрерывном противотоке // Химия твёрдого топлива. – 1987. - № 2. - С. 78 - 82.

5 Ермагамбетов Б.Т., Лapidус А.Л. Ожигание угля связанным водородом. АН Каз.ССР, Институт органического синтеза и углехимии. Алма-Ата: Гылым, 1990. – 85 с.

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАПАДНЫЙ КАМЫС**

**ОСПАНОВ Н. И.**

**инженер, Химико металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда**

**БАЙСАНОВ А. С.**

**к.т.н., зав. лабораторией, Химико металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда**

**МАХАМБЕТОВ Е. Н.**

**инженер, Химико металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда**

**МУСИН А. М.**

**инженер, Химико металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда**

**ОМАРОВ М. Ш.**

**техник, Химико металлургический институт  
имени Ж. Абишева, г. Караганда**

Развитие техники неразрывно связано с созданием новых материалов с более широким комплексом физико-механических свойств, с повышенными требованиями по прочности, пластичности, коррозионной стойкости, стабильности структуры, экономичности и технологичности в процессе производства. Указанным требованиям могут удовлетворять высокопрочные сплавы создаваемые на основе Fe-Mn-Al-C, представляющую группу так называемых «triplex» сплавов с высоким содержанием марганца [1, с. 14, 2, с. 971].

Казахстан по подтвержденным запасам марганцевых руд занимает четвертое место в мире, по добыче – восьмое. Спрос на марганцевую продукцию продолжает расти. Казахстанские запасы заключены в окисных железомарганцевых и карбонатно-окисных марганцевых рудах, одним, из которых является месторождение Западный Камыс. Совокупные оценочные запасы окисленных и первичных марганцевых руд данного месторождения по категориям С1 и С2 на 01.01.2016 года составляют окисленные руды – 124,9 тыс. тонн (с содержанием марганца от 20 % до 25 %), первичные руды – около 3,2 миллиона тонн (с содержанием марганца от 14 % до 35 %).

Использовать руды этого месторождения для выплавки стандартных марок марганцевых ферросплавов по действующим технологиям не позволяет, прежде всего, низкое содержание марганца.

Для оценки возможности переработки бедной железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс с получением марганцевых ферросплавов и лигатуры были проведены испытания на рудно-термической электропечи с мощностью трансформатора 300 кВ·А. В качестве восстановителя использовался высокозольный уголь месторождения Сарыадыр. Для проведения исследований опытная партия руды и угля были подвергнуты техническим операциям по отбору проб для технологических и научных исследований.

Отбор и обработка проб сырьевых материалов проводили по ГОСТу 4682-84 и ГОСТу 10742-71. Химический анализ рудных материалов определяли по ГОСТам: ГОСТ 16598-80, ГОСТ 22772.1-96, ГОСТ 22772.4-96, ГОСТ 22772.5-90, ГОСТ 22772.6-96, ГОСТ 22772.7-96, ГОСТ 4682-84, ГОСТ 2642.3-86, ГОСТ 22552.3-77, ГОСТ 2642.10-86. Технический анализ и химический состав остатка золы УП определяли по ГОСТ 6382-2001, ГОСТ 11014-81, ГОСТ 11022-75 и ГОСТ 10538-87. Химический состав руды, золы и технический состав угля приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Химические и технические составы шихтовых материалов

Материал	Содержание, %										
	A <sup>c</sup>	V <sup>c</sup>	W	Mn <sub>обн</sub>	Fe <sub>обн</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
Руда «Западный Камыс»	–	–	3	26,2	2,1	39,5	2,1	0,74	0,39	0,07	–
Высокозольный уголь	44,12	22,88	1,15	–	2,5	64,92	25,28	1,63	0,5	0,03	0,5
Кварцит	–	–	0,12	–	0,4	97,1	0,7	0,7	0,02	0,03	–

Кампанию проводили в два варианта плавки с различным содержанием в колошах шихтовых материалов. Состав колоши в первом варианте (в кг): уголь – 20; марганцевая руда 7-9. Процесс плавки начали со ступени № 4.

После начального периода разогрева и образования гарниссажа на стенках печи, образование тигля немного сместилось в сторону правого электрода т.к. под ним происходило основное горение дуги. Токовая нагрузка была стабильной 300-350 А. Наблюдалось равномерное газовыделение по всей поверхности колошника, которое в свою очередь предотвратило появление местных прорывов газов – «свищей». Шихта обваливалась самосходом, что

говорит о присутствии газовой полости под колошником, что также способствовало незатруднительной разделке леточного отверстия. Металл выходил порциями, скачков (замыканий) не было. При работе на данной навеске шихтовых материалов, каких либо серьезных отклонений от нормального хода не наблюдалось. При шуровке леточного отверстия конец прутка разъедался металлом и слегка был заостренный. Посадка электрода была достаточно глубокой и стабильной, спеканий колошника не наблюдалось. Металл выходил активно иногда перегретый, что подтвердило горячий ход процесса в целом (рисунок 1).



а – выпуск марганцевой лигатуры;  
б – рудно-термическая печь 300кВА.

Рисунок 1 – Общий вид рудно-термической электропечи  
с мощностью трансформатора 300 кВА

Во втором периоде состав колоши несколько изменили, (в кг): высокосольный уголь – 20; марганцевая руда – 10-12 без добавок кварцита. Технологический процесс во втором периоде в целом был удовлетворительным: скачков токовой нагрузки не наблюдалось 400-450А, разделка летки не вызывала затруднений, металл выходил активно (рисунок 2).



Рисунок 2 – Выпуск передельного ферросиликомарганца

По итогам испытаний выборочно отдельные пробы сдавались на полный химический анализ на основные элементы. Результаты химического анализа передельного ферросиликомарганца и шлака, марганцевой лигатуры приведены в таблицах 1-3. При этом степень извлечения основных элементов в сплав составила, %: Mn - 85-90; Si – 80-85; Al – 75-78; Fe – 98.

Таблица 1 – Химический анализ передельного ферросиликомарганца

№ пробы	Содержание, %						
	Mn	Si	Al	Fe	P	S	C
1	58,84	22,75	0,45	14,61	0,07	0,02	0,5
2	53,80	27,01	1,06	14,11	0,08	0,02	0,26
3	56,09	27,84	1,42	14,38	0,11	0,0057	0,235
4	50,40	33,97	1,56	14,49	0,12	0,0056	0,118
5	57,92	23,59	1,44	13,63	0,18	0,017	0,370
6	52,95	28,40	1,40	13,14	0,14	0,018	1,200
7	55,65	30,11	1,26	14,07	0,19	0,0086	0,607
8	50,0	30,01	0,59	16,25	0,13	0,0055	0,122

Таблица 2 – Химический анализ шлака передельного ферросиликомарганца

№ шлака	Содержание, %						
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>общ</sub>	S	C
1	31,65	36,9	15,55	4,38	0,47	0,45	2,08
2	30,5	39,62	15,18	3,70	0,58	0,39	2,85

Таблица 3 – Химический анализ проб марганцевой лигатуры

№ пробы	Содержание, %						
	Mn	Si	Al	Fe	P	S	C
1	39,72	26,18	7,07	26,65	0,06	0,024	0,067
2	50,94	27,03	3,0	16,14	0,07	0,018	0,35
3	41,74	30,99	7,74	13,90	0,07	0,03	0,57

Таким образом, испытания по выплавке марганцевых ферросплавов и лигатур с использованием труднообогатимой железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс на рудно-термической печи с мощностью трансформатора 300 кВА, показали что:

- возможна выплавка марганцевой лигатуры, химического состава: 26-43 % Mn; 34-51 % Si; 3,5-24 % Al и 7-25 % Fe с использованием в качестве восстановителя высокозольного угля Сарыадыр;

- возможна выплавка передельного ферросиликомарганца, химического состава: 49-63 % Mn; 25-34 % Si и 7-16 % Fe.

Данная работа выполнена в рамках исполнения темы 0060/ ПЦФ программы «Технологии обогащения и переработки труднообогатимого и низкокачественного сырья на 2014-2016 годы».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Kim H., Suh D.W., Kim N.J. Fe-Al-Mn-C lightweight structural alloys: a review on the microstructures and mechanical properties// Sci. Technol. Adv. Mater. 2013. Vol. 14. P.14-25.

2 Witkowska M., Zielinska-Lipiec A., Kowalska J., Ratuszek Microstructural changes in a high-manganese austenitic Fe-Mn-Al-C steel// Archives of Metallurgy and Materials. 2014. Vol. 59, Is. 3. P.971-975.

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ НА ПОЧВЫ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ**

**САНАТОВА Т. С.**

**к.т.н., доцент, НАО «Алматинский университет энергетики и связи»,**

**г. Алматы**

**САПАЕВ Т. М.**

**магистрант, НАО «Алматинский университет энергетики и связи»,**

**г. Алматы**

В Республике Казахстан, как и во всем мире, наблюдается ухудшение экологической обстановки, ввиду продолжающегося нарастания промышленной и хозяйственной деятельности человечества. Уровень загрязняющих веществ в атмосфере достиг максимальной отметки за 800 тысяч лет. Эти данные обнародованы в докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) ООН [1]. Вопросы экологии, охраны окружающей среды во всем мире отнесены к приоритетным, важнейшим, требующим безотлагательного решения.

Основными источниками антропогенного загрязнения окружающей среды являются такие отрасли, как: теплоэнергетическая, нефтехимическая, транспортная, отрасли черной и цветной металлургии. В нашей стране нефтегазовую отрасль следует считать по праву – ключевым и основным сектором топливно-энергетического комплекса. «Отрасль обеспечивает порядка четверти ВВП страны и около двух третей государственного бюджета» – сказал Карабалин, в ходе семинара, прошедшего в рамках VIII Евразийского форума KAZENERGY. По его словам, добыча нефти в Казахстане выросла более чем в три раза и достигла уровня 80 млн. тонн в год, более чем в пять раз выросла добыча газа – до 40 млрд. кубических метров в год. В настоящее время в РК действуют более 200 контрактов на недропользование углеводородного сырья, из года в год наблюдается рост валовой добычи нефти и газа [2]. С увеличением добычи нефти и газа закономерно ухудшается состояние окружающей среды. По уровню отрицательного воздействия, нефтегазодобывающее производство занимает одно из первых мест среди отраслей промышленности и это влияние обусловлено его особенностями, оно загрязняет практически все сферы окружающей среды (атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу и др.).

Настоящая статья посвящена исследованию воздействия строительства нефтегазодобывающей скважины на такой значимый компонент окружающей среды как почвы и земельные ресурсы.

Почва – важнейший компонент природной среды. Состояние почв во многом определяет экологическое равновесие в целом. Через почву проходят наиболее значительные потоки многих элементов – углерода, кислорода, азота, калия, магния, фосфора, серы и других. Важную роль играет почва и в аккумуляции органического вещества, химических элементов, а также энергии (Аммосова Я. М., Ладонин Д. В., 2000).

Недостаточная изученность процессов, протекающих внутри почвенного профиля в настоящее время становится главным источником загрязнения окружающей среды.

Почвы являются основной депонирующей средой, в которую металлы поступают с выпадениями из атмосферы, листовым опадом, отмершими частями растений и т.д. Состояние почв – интегральный индикатор многолетнего процесса загрязнения всей окружающей среды, дающий представление о качестве жизнеобеспечивающих сред - атмосферного воздуха и вод. Кроме того, загрязненные почвы сами являются источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха, поверхностных и грунтовых вод. Таким образом, почвы представляют тройной интерес, как начальное звено пищевой цепи, как источник вторичного загрязнения атмосферы и как интегральный показатель экологического состояния окружающей среды (Геннадиев Л. Н., Солнцева Н. П., Герасимова М. И., 1992).

Исследование «Оценка воздействия строительства нефтегазодобывающей скважины на почвы и земельные ресурсы» было выполнено с целью:

- анализа нормативно-правовой базы исследуемой области;
- определения значимости и особенностей загрязнения исследуемого компонента окружающей среды;
- оценки современного состояния почвы и земельных ресурсов рассматриваемого региона;
- определения источников и видов техногенного воздействия реализации работ, связанных со строительством скважины, на почву и земельные ресурсы;
- обзора и выбора наиболее лучших методов утилизации образующихся отходов, связанных с нефтеразливами.

В качестве примера рассматривалось бурение поисково-разведочной скважины (МТ-4) на площади Мортук подсолевой, проектной глубиной 4400м.

Одной из наиболее выявленных проблем нормативно-правовой базы в рассматриваемой области является слабый контроль химических показателей (ПДК) загрязнения почв. Так, согласно действующему Приказу Министра национальной экономики Республики Казахстан от 25 июня 2015 года № 452 «Об утверждении Гигиенических нормативов к безопасности окружающей среды (почве)» установлены значения ПДК только для 15-ти химических веществ [3], в то время как в Гигиенических нормативах Российской Федерации (ГН 2.1.7.2041-06) ПДК приняты для 39-ти химических веществ.

Мониторинг воздействия на границе СЗЗ месторождения Мортук подсолевой для почвенного покрова выполнен специалистами аккредитованной лабораторией.

Пробы почвы были отобраны в третьем квартале согласно программе производственного мониторинга. Копии протоколов испытаний проб почвы представлены в квартальных отчетах.

Результаты, полученные в ходе мониторинга воздействия на почвенные покровы, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты анализа проб почвы, отобранных на границе санитарно-защитной зоны месторождения Мортук

Показатели	Норма по НД	Фактически полученные данные			
		Север	Юг	Восток	Запад
Концентрация ионов водорода, ед.рН	--	7,52	7,63	7,50	7,68
Концентрация азота аммонийного	--	1,05	2,4	1,45	1,5
Концентрация гидрокарбонатов,	--	0,55/0,034	0,55/0,034	0,55/0,034	0,58/0,035
Концентрация карбонатов	--	н/о	н/о	н/о	н/о
Концентрация хлоридов	--	2,6/0,09	3,0/0,11	3,0/0,11	2,8/0,10
Концентрация сульфатов	--	1,49/0,072	1,74/0,084	2,09/0,10	1,28/0,061
Концентрация сероводорода,	0,4	<0,34	<0,34	<0,34	<0,34
Концентрация нефтепродуктов	--	0,03	0,05	0,05	0,05
Концентрация кадмия	--	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Концентрация меди	3,0*	7,65	6,22	7,14	10,18
Концентрация цинка	23,0*	21,59	15,48	17,84	33,41
Концентрация никеля	4,0*	5,83	5,13	3,9	31,18
Концентрация свинца	32,0	18,0	7,95	19,25	17,56
Концентрация кобальта	5,0	3,28	2,3	4,01	4,51
Концентрация общего железа		4904,6	4047,1	3292,1	8214,9
Концентрация нитратов	130*	2,50	3,38	4,38	2,65
Массовая доля органического вещества, %	--	0,60	1,06	0,62	0,78

\* значения ПДК использованы согласно ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве Российской Федерации

По результатам проведенного анализа проб почвы наблюдается превышение ПДК по трем показателям - концентрации меди, цинка и никеля. Данные показатели содержания химических веществ в исследуемой почве достаточно высоки. Но как было отмечено ранее слабый уровень законодательной базы в области регулирования земельных отношений в РК, а именно контроль гигиенических показателей загрязнения почв, не позволяет на данный момент повлиять на осуществляемую работу недропользователя на контрактной территории.

По сути, любое загрязнение окружающей среды сводится в конечном счете к загрязнению почвы. Загрязнение атмосферы и почвы взаимосвязаны между собой также тесно, как и загрязнение воды и почвы (рис. 1).

Попадая в атмосферу, загрязняющие элементы выпадают вместе с атмосферными осадками и проникают в грунт. Таким образом происходит перемещение вредных химических соединений из атмосферы в геосферу [4].

Загрязненные водоемы контактируют с почвой и вносят в нее содержащиеся в воде вредные элементы. Когда гибнут животные и растения, в клетках которых содержатся загрязняющие элементы, они тоже попадают в почву.

Именно поэтому при загрязнении окружающей среды почва страдает больше всего.

Таким образом, почва является накопительной средой для множества вредных отходов. По этой причине борьба с загрязнением почвы имеет важнейшее значение среди всех экологических мер.

Виды загрязнения почвы во многом совпадают с засорением других природных ресурсов. Стоит отметить, что биологическое загрязнение почв не так пагубно воздействует на грунт и человека, как химическое загрязнение. Биологические элементы загрязнения находятся в почве не очень длительное время, и часть из них постепенно обеззараживается.



Рисунок 1 – Взаимосвязь компонентов ОС с почвой и земельными ресурсами

Определение источников и видов техногенного воздействия реализации работ, связанных со строительством скважины, на почву и земельные ресурсы показало, что основными направлениями воздействия являются выбросы загрязняющих веществ от технологического оборудования (оседание крупнодисперсных частиц, проникновение ЗВ вместе с атмосферными осадками), физическое воздействие (движение автотранспорта, строительство котлованов, обустройство площадки скважины и др.), а также воздействие от образования и размещения отходов производства и потребления, в частности образование замасоченного грунта.

Наиболее негативное воздействие на почвы и земельные ресурсы в период строительства скважины оказывают нефтепродукты, и как следствие образование замасоченного грунта.

На текущий момент в мире существует огромное количество методов очистки и (или) утилизации замасоченного грунта. В ходе исследования выявлены два наиболее доступных и рентабельных метода очистки и(или) утилизации грунта это: термическое обезвреживание отходов и метод отмывка грунта с самоочищающимся моющим средством и биопрепаратом [5]. Сравнение технических данных установок (технологии) очистки грунта от нефтепродуктов (нефтеотходов) данными методами представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика

1. Наименование технологических установок или технологий	1. Мобильный комплекс по очистке замасоченных грунтов, KASC – 30 – М, производство Финляндия. 2. Установка для утилизации замасоченных грунтов, УЗГ – 1М, производство Россия.	1. Установка очистки грунта от нефтепродуктов (замасоченный грунт, отработанные масла, нефтяной и буровой шлам и исторические загрязнения), УОГН – 7, производство Республики Казахстан (ожидается).
--	---	--

2. Назначение	Утилизация (уничтожение нефтепродуктов) замасоченных грунтов	Утилизация нефтепродуктов в почве.
3. Методы очистки	Термическое обезвреживание отходов	Отмывка грунта с самоочищающимся моющим средством и биопрепаратом.
4. Температура рабочего агента	900 °С и выше	80 °С (55 °С)
5. Производительности	30 т/час * (Финляндия), 4 т/час * * (Россия).	7 т/час
6. Особые условия при проведении технологических операции	1. Среднее содержание нефтепродуктов в очищаемом замасоченном грунте – до 5%. 2. Требуется предварительная подготовка грунта. 3. Не допускается отходы с большим содержанием легкофракционных нефтепродуктов (бензины, растворители...)	1. Ограничение не имеет. 2. Не требуется. 3. Допускается.
7. Концентрации углеводорода в почве после очистки	100 – 2000 мг/кг	Менее 100 мг/кг
8. Срок службы	Не более 1 год	Не менее 5 лет
9. Количество потребляемой воды, при 11 часовой рабочей смене	33 т	До 5 т
10. Количество потребляемого газа или дизельного топлива (11 часовой рабочей смене)	При непрерывной подаче дизельного топлива – 8 250 кг, а с учетом дополнительного окисления горючих отходов находящихся в замасоченном грунте, возможно уменьшится раза на 2 - 4, где-то по минимуму 2 500 кг.	Газа – 800 м3, или нефти и нефтяной эмульсии - 700 кг.
11. Ожидаемые экологические, экономические и технологические результаты:	1. Создается парниковый эффект, при термическом уничтожении нефтепродуктов (нефтеотходов) 2. Отрицательно действует на здоровья окружающих. 3. Принцип ресурсосбережение не соблюдается. 4. В очищенном грунте погибает микрофлора. 5. Трудоемкость искусственно увеличивается (до 10 раза и более, необходимости автотранспорта увеличивается на 2-3 раза). 6. Большие эксплуатационные расходы (выбранная технология заставляет искусственного увеличение расхода). 7. Нет возможности использование нефтепродуктов после сжигание замасоченных грунтов	Не создается.  Не действует.  Соблюдается.  Микрофлора остается живым. Не увеличивается.  Ограниченные эксплуатационные расходы.  7. Нефтепродукты возвращается в оборот.
12. Стоимости оборудования.	450 млн. тенге (KASC-30-M). 25 млн. тенге (V3Г-1М)	50 млн. тенге (Себестоимость ориентировочное).
13. Стоимость очистки одной тонны замасоченного грунта, с учетом эксплуатационного расхода.	Более 30 000 тенге, при 5 % углеводородов в замасоченном грунте	3 451 тенге. А если учесть стоимости полученного нефтепродукта после очистки замасоченного грунта (с 10 % загрязнением) и всего расхода Установки... за месяц получается одинаковые – 5,5 млн. тенге, эти суммы взаимопогашается и приравнивается к нулю.

Анализ проведенных исследований показал:

- наиболее негативное воздействие оказывают нефтеразливы, как следствием из этого, остро стоит проблема с замазученным грунтом и дальнейшей её утилизацией;
- выполнен обзор более 20 методов очистки замазученных грунтов и их сравнительных характеристик, как результат наиболее рентабельными являются термический и физико-химический способы переработки грунта в установках УЗГ-1МГ и УОГН-7;
- невозможность определения количественных и качественных показателей загрязнения почвы и земельных ресурсов выбросами вредных веществ в атмосферный воздух
- слабая нормативно-правовая база, связанная с загрязнениями почв и земельных ресурсов;
- частое нарушение требований сбора, временного хранения, транспортировки и прочих процессов связанных с обращением с отходами производства и потребления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 R.K. Pachauri, L.A. Meyer. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the intergovernmental Panel on Climate Change. - IPCC, Geneva, 2014. – 151 pp.;

2 Газ Казахстана: разведка и добыча. - Нефтегазовая вертикаль №18, аналит. журн, Москва, 2012г.-70-73стр.;

3 Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 25 июня 2015 года №452 «Об утверждении Гигиенических нормативов к безопасности окружающей среды (почве)»;

4 Ступин Д.Ю., Издательство “Лань”: - Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления, г. Санкт-Петербург, 2009г., 432стр.;

5 Демеуова А.А., Сапаев Т.М., ТОО «СМАРТ Инжиниринг», Предварительная оценка воздействия на окружающую среду к Дополнение к Проекту оценочных работ на площади Мортук подсолевоу, г. Алматы, 2016г, 258 стр.

## ҚҰС ШАРУАШЫЛЫҒЫНАН ШЫҚҚАН КӨҢ ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ҮШІН ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫНЫҢ КӨРСЕТКІШТЕРІН АНЫҚТАУ

СЕРИКБАЕВА Г. К.

магистр, Жәңгір хан атындағы

Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал қ.

Агроөнеркәсіп саласында қоршаған табиғи ортаға экологиялық қауіп төндіретін кәсіпорындар жетерлік, солардың бірі құс өсіру шаруашылығы болып табылады. Бүгінгі күнде құс фабрикаларының көптеп салынуы жер бетінде экологиялық мәселелер туындатып отыр. Атап айтатын болсақ, құс шаруашылықтарынан шыққан қалдықтар (саңғырық) көптеп шығарылып қала маңындағы немесе елді мекендерге жақын ашық алаңдарға тасталуда. Құс фабрикаларында саңғырық қоймаларда жинақталып, бірнеше жылдар бойы өндеусіз жатады. Ал оларды қайта өндеп кәдеге жарату біздің міндетіміз.

Құс шаруашылығынан ет пен жұмыртқа өнімдерін алып қана қоймай, сонымен қатар, көп мөлшерде құс қалдықтарын шығарады. Барлық құс қалдықтарын келесі топтарға бөліп қарастыруымызға болады. Олар:

Бірінші топқа - құс саңғырығын жатқызамыз:

Екіншіге құстарды сою мен қайта өндеу нәтижесінде пайда болатын қалдықтарды жатқызамыз:

Құс қалдықтарын қоршаған ортаға қаншалықты зиянды әсер ететіндігін айту қиын. Сондықтан саңғырығының химиялық құрамын зерттейтін болсақ пайдалы элементтер мен зиянды заттардың бар екендігіне көз жеткізе аламыз.

Құс қалдығын не үшін қайта өндеу қажет дейтін болсақ?

- Біріншіден, саңғырықтан улы газдар бөлінеді – аммиак, күкіртқышқылы сонымен қатар ауыр металдардың тұздары, нитраттар, сульфидтер, радионуклидтер және пестицидтер болады;
- Екіншіден, гельмит жұмыртқалары және өсімдіктерге зиян келтіретін споралар бар;
- Үшіншіден, саңғырық жағымсыз иіс көзі және шыбын-шіркейлер жинайды;

Осыған байланысты, қалдықтарды қайта өндеу мәселесі белең алып отыр. Құс саңғырығының тек зияны ғана емес оның жануар және өсімдік шаруашылығында алатын маңызы зор.

Қазіргі таңда құс қалдықтарын зерттей келе олардың баға жетпес органикалық тыңайтқыш екендігі бәрімізге белгілі [1].

Құс өсіретін шаруашылықта жыл сайынғы саңғырық қоры елу миллион тоннадан асып, ылғалдылығы 70-75%-ға жетеді. Мұның өзі тек қордан шығару проблемасын ғана емес, сонымен бірге ауа бассейні, су қоймаларын, жарамды жерлерді, ормандарды ластаудан қорғау проблемасын тудырады.

Құс саңғырығы химиялық құрамы бойынша жақсы тығайтқыш болып табылады. Оның құрамында күл, калий, кальций, фосфор, азот сонымен қатар марганец, бор, цинк, молибден, магний және т.б. бар.

Жұмыртқалайтын бір тауық орта есеппен тәулігіне 175-189 г саңғырық, етті тауықтар 276-300, күрке тауықтар 450, үйректер 423, қаздар 594, 1-4 апталық мерзімдегі жұмыртқалайтын тауық балапандары 24, 5-9 апталық мерзімдегілер 97, 10-22 апталық мерзімдегілер 176 г саңғырық бөліп шығарады [2].

Атмосфералық ауаны газдармен лаस्ताудың негізгі көзі – көң мен құс саңғырығы болып саналады. Газдар жерге түсу, тасымалдану, сақтау, өндеу және жою үрдістерінде шығады.



1 сурет – Қала маңындағы құс фабрикасынан шыққан саңғырық қоймасы

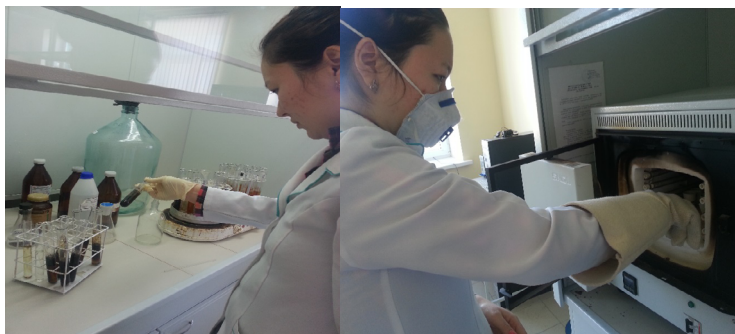
Жерге жаңа түскен тезекте анаэробтық үрдістер дами бастайды. Жасушадан тыс ферменттер көміртектік кешенді қарапайым қанттарға, протейнге және аминокышқылдарға, майға және майлы қышқылдарға (сірке суы, май, пропиондық қыжылдары) дейін гидролиздейді, соның нәтижесінде қышқылданып дамиды; қышқылдануы ашудың регрессиясы: органикалық қышқылдар ерітілетін азоттық қосылыстар аммиакқа, көмір қышқыл газына, азотқа, метанға, сутегіге ыдырайды,

pH арта түседі және күкіртті сутегі, индол, скатол, миркоптан пайда болады; сілтілік ашу: органикалық қышқылдар көмір қышқыл газы мен метанға ыдырайды.

Құс шаруашылығы кешендерінің ауданында атмосфералық ауа аммиакпен ластанады оның концентрациялары өнеркәсіп алаңшасында 0,22-1,22 мг/м<sup>3</sup> аралығында, 500 м қашықтықта - 0,38 ден 0,47 мг/м<sup>3</sup>, 1000 м – 0,37-0,39 мг/м<sup>3</sup>, 1500 м – 0,15-0,50 мг/м<sup>3</sup>, 2000 м – 0,20-0,27 мг/м<sup>3</sup>, 2500 м – 0,11-0,16 мг/м<sup>3</sup> анықталды. 2500 м және одан алыс қашықтықта аммиак шоғыры ШРК-тен аспайды.

Құс шаруашылығы кешендерінен органолептикалық анықталатын арнайы иіс 2500 м дейін таралады: 1000 м дейін – үнемі және күшті, 1500-2000 м – үнемі және әлсіз, 2500-3000 м – үнемі емес және әлсіз. Соңда 2500 м құс шаруашылығы кешенінен ұнамсыз иістердің таралатын шекарасы деп санауға болады [3,4].

Біздің облысымызда да шағын және үлкен құс фабрикаларында құс қалдығы еш кәдеге жаратылмай бірнеше алқапта бос жатыр. Ал оларды пайдаға асыру толғандырарлық мәселеге айналды. Осыған байланысты, қаламызда орын алған бірнеше құс шаруашылығымен айналысатын орындардан құс көндері алынып химиялық талдау жасалынған болатын.



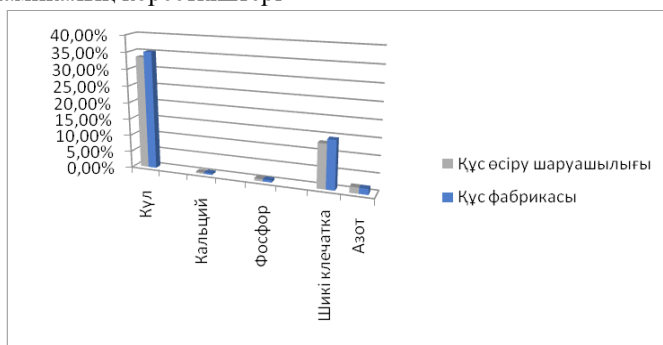
2 сурет – Құс саңғырығын химиялық талдау жүргізу барысы

Зертхана жұмысы барысында, құс саңғырығының құрамындағы азот, күл, кальций, фосфор, шикі клетчатка анықталды, және олар нормаға сай нәтиже көрсетті.

Кесте 1 – Құс саңғырығының химиялық талдау нәтижелері

№/ %	Күл	Кальций	Фосфор	Шикі клетчатка	Азот
Құс өсіру шаруашылығы	33,52 %	0,4 %	0,7 %	13,2 %	1,78 %
Құс фабрикасы	35,14 %	0,5 %	0,67 %	14,5 %	1,75 %

1 диаграмма, – Құс саңғырығының химиялық құрамының динамикалық көрсеткіштері



Осы кестеде көрсетілген мәліметтерге сүйене отырып, кальций, азот, фосфор, күл, шикі клетчатканың кездесуі қарастырылды. Көрсеткіштер зерттелген мәліметтерге сәйкес келеді, айырмашылық белгілі мөлшерден аспайды. Үй құсымен салыстырғанда қырғауылдың саңғырық құрамының көрсеткіштерінің өзгешелігіне дала құсы қырғауылдың жабайы тіршілік формасының әсері септігін тигізуде.

Құс шаруашылығы әрекетінің өзіндік ерекшелігі табиғатты қорғау қызметін атқаратын ұйымдар негізінде анықталады, олар қоршаған табиғи ортаға зиянды кері әсерді азайтуға және мүмкін болатын экологиялық шығынға жол бермеуге, адамдардың денсаулығы мен табиғатқа зиян келтірмеуге бағытталған. Ол үшін, ең алдымен қоршаған ортаға құс шаруашылығынан бөлінетін ластауыштардың түрін және олардың табиғи ортаға түсу көздерін анықтау қажет және маңыздылығына қарай жіктелу керек.

## ӘДЕБИЕТТЕР

1 Саков С. Г. Оранжерейные и комнатные растения и уход за ними. Наука, 1985.

2 А. Б. Таңатаров, Ш. Ә. Әлпейісов, С. Т. Дабжанова. Т 19. Құс шаруашылығы. Екінші басылым. – Алматы : «Нур-Принт», 2011. – 312 бет.

3 Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. Человек - экономика - Биота — среда: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.

4 Экологические и экономические перспективы развития промышленного птицеводства. – М. : ООО «НИПКЦ Восход-А», 2009. – 208 с.

## **ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С СОДЕРЖАНИЕМ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ БОЛЕЕ 60 %**

**СПАНОВ С. С.**

**магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**ЖУНУСОВ А. К.**

**к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**ТОЛЫМБЕКОВА Л. Б.**

**к.т.н., доцент, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

**КУЛЕТОВ З. О., ЖУНУСОВА А. К.**

**магистранты, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар**

ТОО «KSP Steel» в Казахстане является крупнейшим электросталеплавильным предприятием, производящим различные виды стальной продукции. На данном предприятии, как и на всех заводах металлургической промышленности, образуются отходы в больших объемах. К таким отходам можно отнести и бой огнеупорных материалов, образующихся в процессе ремонта футеровки электросталеплавильных печей и сталеразливочных ковшей и т.д. Отходы огнеупорных материалов не применяются ни в одной технологии и не поддаются переработке. Скапливание таких отходов занимают определенные площади и естественно загрязняют окружающую среду.

В данной работе нами были проведены опытные испытания по применению отходов огнеупорных материалов в технологическом процессе внепечной обработки стали с целью утилизации отходов

и снижения себестоимости продукции.

Опытные испытания проводились на ТОО «KSP Steel» со следующими изменениями технологии внепечной обработке стали, во время восстановительного периода была произведена замена материала плавикового шпата на отход огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % [1-3].

Разжижение и раскисление сталеразливочного шлака производили присадкой извести, отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 %, ФСА фракции 0-10 мм (карбида кремния – SiC). Разжижение и раскисление шлака производили раскисляющей смесью порциями от 15 до 30 кг общей массой до 168 кг. Раскисляющая смесь, состоит из ФСА фракции 0-10 мм, отхода огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % и углеродосодержащего материала фракции 0-2 мм в соотношении 7,5:12,5:1.

Опытные испытания отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % показали, что применение этого материала при внепечной обработке может быть выгодным как с технологической точки зрения, экологической (утилизация отходов огнеупорных материалов) и экономической точки зрения (снижение расходов материалов). Материал позволяет исключить использование плавикового шпата. Содержащиеся в материале триоксид алюминия приводит к вспениванию сталеразливочного шлака, это выгодно с точки зрения теплового КПД электрической дуги и должно способствовать снижению электроэнергии, а так же должно привести к повышению стойкости футеровки сталковша.

При использовании отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % получили:

– снижение расхода плавикового шпата с 1,96 до 0 кг/т.г на трубных марках стали (усредненный расход составил 0,60 кг/т.г )

Усредненный расход материалов: плавикового шпата ( $CaF_2$ ), ФСА фракции 0-10 мм и отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % приведены на рисунке 1.

Для сравнения были взяты плавки за период 2014 года без применения отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % и опытные плавки с применением отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % за апрель, май, июнь, июль, август, октябрь 2015 года.

Усредненный химический состав сталеразливочных шлаков на опытных и сравнительных плавках приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Усредненный химический состав сталеразливочных шлак

Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	осн.	Испытания
0,394	28,1	7,95	54,57	6,88	0,264	0,997	1,94	без отходов
0,33	20,04	14,8	54,91	7,96	1,7	0,7	2,29	с отходами

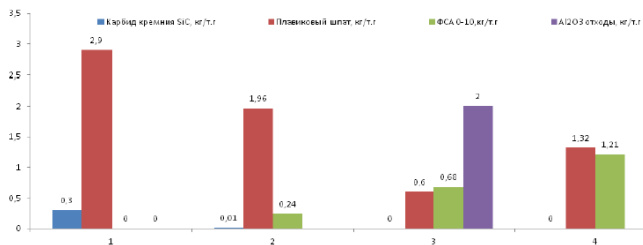


Рисунок 1 – Усредненный расход материалов (кг/т)

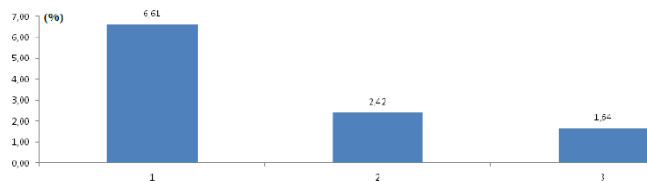


Рисунок 2 – Брак на трубопрокатном производстве (%)

В ходе исследования также был проведен анализ влияния использования отходов огнеупорных материалов с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 60 % на качество бесшовных труб (брак сталеплавильного происхождения), ухудшение качества трубной продукции не выявлено.

Данные по браку трубопрокатного производства (ТПП) сталеплавильного происхождения за период июнь, июль, октябрь 2013, 2014 и 2015 год, приведены на рисунке 2.

Анализ опытных плавок показал:

– при внепечной обработке стали на УВОС, отходов огнеупорных материалов с содержанием Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> более 60 % обеспечила повышения триоксида алюминия (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в сталеразливочном шлаке в среднем составило 7,95 %, что достаточно для разжижения и вспенивания сталеразливочного шлака;

– при внепечной обработке стали на УВОС без использования ФСА фракции 0-10 мм среднее содержание  $Al_2O_3$  в сталеразливочном шлаке составило 7,95 %.

Повышение триоксида алюминия ( $Al_2O_3$ ) в сталеразливочном шлаке за счет увеличения нормы расхода отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 %, позволит исключить применения плавикового шпата на трубных марках сталей.

Таким образом, при внепечной обработке стали с применением отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % установить нормы расходов материалов:

- исключить плавиковый шпат
- отходов огнеупорных материалов с содержанием  $Al_2O_3$  более 60 % от 1,66 до 2 кг/т в зависимости от марки стали.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Жунусов А. К., Кулумбаев Н. К., Толымбекова Л. Б., Спанов С. С. Исследования переработки отходов металлургических производств г. Павлодара // Вестник ПГУ. – Павлодар, 2015. – №. 1. – С. 54-58.

2 Спанов С. С., Кулетов З., Жунусов А. К., Жунусова А. К. Применение шлакообразующих материалов при внепечной обработке стали // VII Торайгыровские чтения. Качество жизни в Павлодарской области. Состояние и перспективы: Материалы Межд. науч. практ. конф. – Павлодар : ПГУ имени С. Торайгырова, 2015. – Т. 5. – С. 208-211.

3 Спанов С. С., Кулетов З. О., Жунусов А. К., Жунусова А. К. Применение кальций и титаносодержащей проволоки при производстве трубных марок стали // XVI Сатпаевские чтения: Сб. докл. межд. науч. конф. молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2016. – Т. 26. – С. 103-105.

4 Кулетов З. О., Спанов С. С., Жунусов А. К., Жунусова А. К. Использование алюминиевой катанки при производстве стали // XVI Сатпаевские чтения: Сб. докл. межд. науч. конф. молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников. – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2016. – Т. 26. – С. 64-67.

## **МҰНАЙ ҚАЛДЫҚТАРЫ НЕГІЗІНДЕ ӨНДІРІСТІК МАТЕРИАЛ АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ӘДІСТЕМЕСІ**

**ТАҢЖАРЫҚОВ П. Ә.**

**т.ғ.к., профессор, Қорқыт ата атындағы  
Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.**

**ӘБІЛБЕК Ж. Ә.**

**докторант, Қорқыт ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті,  
Қызылорда қ.**

Қазақстанда жылына мыңдаған тонна өндірістік және ауыл шаруашылығының қалдықтары пайда болады. Бұл қалдықтар топырақты, су көздерін ластап, әртүрлі аурулардың таралуына ықпал жасап, қоршаған ортаға қауіп төндіруде.

Сондықтан осы қалдықтарды пайдаға жарату халық шаруашылығының аса маңызды проблемаларының бірі болып табылады. Бұл проблеманы шешу экологияны ғана жақсартып қоймайды. Ол көптеген өндірістік және ауылшаруашылық мәселелерінің дамуына үлесін қосады. Сол себепті шынайы экологиялық таза және экономикалық тиімді технологияны пайдалану, экологиялық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Мұнай қалдықтарының қоршаған ортаға тигізетін әсерін азайту мақсатында оларды екінші минералды шикізат ресурстары ретінде қарастырып, өндірістік қажеттілікке пайдалану қажет.

Мұнай және газ өндіру кезіндегі негізгі технологиялық операциялар жүргізілу нәтижесінде мұнай қалдықтарының бөлініп шығу көздеріне және келешекте қолданылу жағдайына сәйкес жүйеленеді. Мұнай қалдықтары физика-химиялық сипаттамасына байланысты үш түрге бөлінеді: парафинді қалдық, мұнаймен ластанған қалдық және сұйық қалдық. Олардың бөлініп шығатын жерлері әртүрлі: құбырды қалпына келтіру кезінде, мұнай сақтайтын ыдыстарды (резервуарларды) тазалау кезінде, апатты жағдай болғанда және т.б.

Көбінесе апатты жағдайда мұнай төгілгенде (мұнай айдайтын құбыр жарылғанда, ұңғыманы бұрғылау кезінде, мұнайды тасымалдайтын көліктер апатқа ұшырауы себепті және т.б.) негізгі ластанатын объект жер қыртысы. Мұндай уақытта пайда болатын қалдық – мазуттанған топырақ. Мазуттанған топырақты қалдық сақтайтын арнайы алаңдарда жинайды. Кейін мазуттанған жерді биорекультивациялау нәтижесінде қалпына келтіру қарастырылады. Дегенмен мұнаймен ластанған топырақты тиімді пайдаланатын әртүрлі әдістері де бар.

Мұнай қалдықтарын шикізат ресурстары ретінде пайдалану негізінен үш өндіріс саласында кеңінен қолданылады. Олар – жол құрылысы, құрылыс материалдары және энергия салалары (1-кесте). Көп жағдайда мұнай қалдықтары құрылыс материалдары ретінде өте кең қолданылады. Егер қалдықтың құрамы негізінен таза парафинді шөгіндіден тұрса, оны битум орнына қолдану өте тиімді. Оның сапасы төмен емес, сонымен қатар бағасы жағынан 10-15 есе арзан. Мұнай қалдықтарын өте құнды гидроизоляциялық мастика ретінде де көбірек қолдануға болады. Асфальт – шайырлы парафин шөгінділерін (АШПШ) және жергілікті арзан компоненттерді қолдану арқылы жоғары физика-механикалық көрсеткіштерге ие болатын органикалық-минералды сұйық өткізбейтін қоспалар жасау жұмыстарын жүргізуге болады. Органикалық - минералды сұйық өткізбейтін материалдың құрылымы, оның құрамындағы компоненттердің қасиетіне, сандық және сапалық көрсеткіштеріне, технологиялық әдістеріне, қату шарттарына және т.б. негізделеді.

Жүргізілген зерттеулер қалдықтар сақталатын алаңдардың сүзілуден қорғануға арналған органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалды жасауға бағытталған. Мұндай материалдарды қолдану облыс және республиканың көптеген аймағында сұйық өткізбейтін қорғаныс талаптарын қанағаттандыратын қатты тұрмыстық пен өндірістік қалдықтарды залалсыздандыру мен көміп тастауға арналған алаңдардың өте аз қамтылғандығына және жергілікті шикізаттан дайындалатын арзан әрі оңай табылатын сұйық өткізбейтін материалдарды тұтынуға негізделген.

Сүзгіге қарсы қорғаныстарға қойылатын бекітілген техникалық және экологиялық талаптар бойынша органикалық-минералды сұйық өткізбейтін қоспаның тиімді құрамының зерттеудің келесі параметрі қабылданды: сығылу кезінде беріктік, су сіңіргіштігі, сүзілу коэффициенті. Зерттелетін материалды қолдану арқылы сүзгіге қарсы материал құрылысын негіздеу үшін сумен жанасу кезіндегі мұнай өнімдерінің экстракциясы анықталды.

Қойылатын талаптарға сай, тәжірибе нәтижесінде алынатын материалдың сүзілу коэффициенті 10-7 м/с төмен, сығылу кезіндегі беріктігі 80-120 кг/см<sup>2</sup> төмен емес, су сіңіруі 1,5 % болуы тиіс.

Материалдың берілген қасиетіне жетуді анықтайтын айнымалы факторға біз компоненттердің мөлшерлік көлемін жатқыздық. Компоненттердің мөлшерлік құрамын өзгерту жолымен қоспаның қасиетін жақсартуға болады.

Ұсынылған органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалдың тиімді құрамын анықтау үшін, қоспа құрамының әртүрлі комбинациядағы үлгілерінің физика – механикалық қасиеттерін анықтау мақсатында зертханалық зерттеулер жүргізілді. Сонымен қатар экологиялық қауіпсіздікті негіздеу және дайындалаған сұйық өткізбейтін материал құрылысының техникалық тиімділігін дәлелдеу үшін эксперименталды алаңда зерттеулер жүргізілді.

Кесте 2 – Сұйық өткізбейтін органикалық-минералды материалдардың дайындалатын және ұқсас құрамдарының салыстырмалы сипаттамалары

Компонент	Сұйық өткізбейтін қоспа, мас. %			
	Үлгі 1	Үлгі 2	Үлгі 3	Дайындалатын қоспа
Мұнай өнімі	5-18 (битум, мұнай)	4-8 (битум, мұнай)	17,5-22,5 (битум)	(АШПШ)
Саз	-	83-91	-	+
Құм	2-11	-	-	+
Әктас	3-8	2-4	15-20	+
Басқа	72-81	3-5	62,5	+

Материал үлгісінің компоненттерінің салмақтық құрамы келесі түрде өзгерді %: АШПШ - 10...25, саз – 40...60, құм – 10...25, әктас – 5...20, резина – 0,5...1, қоспадағы әрбір ингредиенттің салмағының өзгеру қадамы 5 % тен төмен болды. Ұсынылған материал үлгісінің құрамы және олардың қасиетін зертханалық зерттеу нәтижелері 3- кестеде келтірілген.

Материалдың тиімді құрамын анықтауға арналған зертханалық эксперименттер нәтижесін бойынша үлгінің көрсеткіштерді салыстыру әдісін қолданумен тиімді құрамы алынған.

$$R_j = \sum_{i=1}^3 \lambda_i \cdot R_{ij}$$

Мұнда  $R_j$  - үлгілердің қасиеттерінің көрсеткіштерді салыстыру қосындысы;  $\lambda_i$  - эксперименттік әдіспен анықталған  $i$ -ші көрсеткіштің салмақтық коэффициенті;  $R_{ij}$  - нақты үлгінің анықталған қасиетінің көрсеткіштері.

Көрсеткіштерді салыстыру зертханалық эксперименттерді жүргізу барысында анықталған үш өзіндік көрсеткіштермен жүргізілді:

1) сығу кезіндегі беріктік ( $\sigma$ , кг/см):  $\sigma \rightarrow \max, \lambda_1 = 0,25$ ;

2) су сіңіру ( $\phi$ , % үлесінде):  $\phi \rightarrow \min, \lambda_2 = 0,25$ ;

3) сүзілу коэффициенті ( $k_\phi$ , м/с):  $k_\phi \rightarrow \min, \lambda_3 = 0,5$ .

Үлгілердің салыстырмалы көрсеткіштерінің нәтижелері, сонымен қатар үлгілердің есептелінген қосынды мәндері 3- кестеде берілген. Кестеге сәйкес материалдың тиімді құрамының аралық шамасы қабылданды.

Мұнай кен орындарында түзілетін қалдықтардан қоршаған ортаға бөлінетін зиянды әсерлерін азайту негізінде, олардың бөлініп шығу тегіне байланысты сараптап, сонымен қатар қалдықтарды екінші ресурсты шикізат ретінде қарастырып, әртүрлі өндіріс саласында пайдалану жобасы анықталды.

Органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материал құрамына АШПШ және резина ұнтағын қолдану мүмкіндігі теориялық түрде негізделді және практика жүзінде дәлелденді.

АШПШ негізінде дайындалған органикалық- минералды сұйық өткізбейтін материалдың қасиетін зертханалық және табиғи зерттеулер нәтижелері бойынша сүзілуге қарсы қасиеті бойынша материалдың компоненттері құрамының ыңғайлы (оптимальды) қатынасы анықталды мас. %: саз – 45...50, құм 15... 20, әктас - 10... 15, мұнай қалдығы (АШПШ) – 19,5...24,25, автокөлік шиналарының қалдығы (резина) – 0,5...1.

Кесте 3 – Ұсынылған әртүрлі құрамдағы органикалық - минералды сұйық өткізбейтін материалдың үлгілерін зертханалық зерттеу нәтижелері

№	Көрсеткіштер	Құрамы, мас. %		
		Сығу кезінде беріктік, кг/см <sup>2</sup>	Су сіңіруі, %	Сүзілу коэффициенті, 1·10 <sup>-10</sup> м/с
1	Саз-59 Құм-10 Әктас-20 АШПШ-10 Резина-1	37	1,35	5,50
2	Саз-43 Құм-25 Әктас-5 АШПШ-25 Резина-2	40	1,1	4,40

3	Саз-45 Құм-15 Әктас-15 АШПШ-24,25 Резина-0,75	85	0,96	0,90
4	Саз-49 Құм-20 Әктас-10 АШПШ-20 Резина-1	120	0,65	1,44
5	Саз-50 Құм-15 Әктас-15 АШПШ-19,5 Резина-0,5	100	0,70	1,55
6	Саз-46 Құм-17 Әктас-12 АШПШ-22 Резина-3	95	0,90	2,00
7	Саз-43 Құм-15 Әктас-12 АШПШ-25 Резина-5	88	0,95	1,60

Зерттеулер нәтижесі көрсеткендей, АШПШ және резина ұнтағы негізінде дайындалған органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалдан өткен фильтраттардың мұнай өнімі құрамының қауіптілік мөлшері 0,27-0,33 мүмкін шектік концентрация мәндерін (ПДК) құрайды. Бұл қатты техногенді қалдықтар алаңының сүзілуге қарсы қорғанысын салуда дайындалған материалды қолданудың экологиялық қауіпсіздігін дәлелдейді. Зертханалық және табиғи зерттеулерден алынған нәтижелер, қалдықтар полигонында сүзілуге қарсы қорғаныс құрылғысына ұсынылып отырған материалды қолдануға болатындығын дәлелдеді. Қорғаныс экранының құрылғысын жобалау техника-экономикалық талдаумен негізделуі қажет.

Осыған байланысты келесі жобалау шешімдері қабылданды:

1. АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалдың сүзілу коэффициенті ҚТҚ полигонының сүзілуге қарсы қорғанысына қойылатын нормативті құжаттардың талаптарына сай келеді (сүзілу коэффициенті 1-10-7 м/с жоғары емес).

2. АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалды қолдану экологиялық тұрғыдан тиімді: полигонның минералданған фильтраттарының әсеріне қарсы экранның тұрақтылығының жоғарылауы, мұнай қалдықтары қайта пайдаланады, материалдың сүзілуге қарсы қасиеті жоғарылайды.

3. АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалды қолданумен экранның құрылысы арзан және оңай табылатын материалдарды (мұнай қалдықтары – АШПШ, пайдаланылғын авто көлік дөңгелектері, құм, әктас, саз) қолдану арқасында экономикалық тиімді.

АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалды қолданумен сұйық өткізбейтін экранның құрылысы ҚТҚ заласыздандыратын полигонның тиімді сүзілуге қарсы қорғанысын қамтамасыздандырады, мысалы сазды бір қабатты экранға қарағанда, және мұнай қалдықтарын қайта пайдалану, оңай табылатын және арзан материалдарды қолдану есебінде экологиялық және экономикалық тиімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді.

АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материалды дайындау үшін Ақшабұлақ кен орының мұнай шөгінділерін, пайдаланылған автокөлік дөңгелектері, жергілікті саз және құм, құрылыс материалы – әктас пайдалануды ұсынамыз.

АШПШ негізінде органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материал сүзілуге қарсы экранды жаятын жерде дайындалады. Компонентті материал: саз, құм, әктас бекітілген құрамында қабылдау құрылғысы арқылы араластырғаш салынады. Онда 80 °С температурада тұрақты түрде араласу жүзеге асады. АШПШ арнайы ыдысқа салынады, онда 60-65 °С температураға дейін қыздырады. Қыздырылған АШПШ және алдын ала дайындалған резина ұнтағын араластырғышқа береді, онда барлық компоненттердің араластыруы қажетті температура (60-65 °С) беру арқылы біртектес қоспа алынғанша жүре береді. Дайын болған органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материал араластырғыштан түсіріледі, 0,3 м қалыңдықта жайылады және катокпен нығыздалады. Дайын органикалық-минералды сұйық өткізбейтін материал бір-екі сағатта толығымен төселіп болуы керек, себебі уақыт өткен сайын салқындайды және аққыштығын жоғалтады. Сұйық өткізбейтін материал қоршаған ортаның +5 °С жоғары температурада дайындалады және құрғақ топыраққа жайылады (3.7 сурет).

Бұл жұмыста АШПШ негізінде органикалық - минералды сұйық өткізбейтін материалды дайындаудың жаңа технологиялық

схемасы ұсынылып отыр. Ұсынылған технологияның артықшылығы дайындау үрдісінің қарапайымдылығы және сүзілуге қарсы қорғанысын жоғарылату үшін резина ұнтақтары қосылған.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Танжарыков П. А., Абжаев М. М., Жумагулов Т. Ж., Жапахова А. У., Танжарыков П. А. Исследование тенденции накопления нефтеотходов на территории Кызылординской области // Наука и образование Южного Казахстана. – Шымкент. 2006. – №1 (50) – С. 37-41.

2 Ручникова О. И., Вайсман Я. И. Использование твердых отходов нефтедобычи для снижения техногенной нагрузки на природные геосистемы / О. И. Ручникова, Я. И. Вайсман; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2004. – 286 с.

3 Танжарықов П. А., Жұмағұлов Т. Ж., Абжаев М. М. Мұнай қалдықтарының пайда болуын зерттеу // 5-ая Международная научно-техническая конференция «Энергетика, телекоммуникации и высшее образование в современных условиях». – Алматы. 2006. – С. 463-465.

4 Ручкинова О. И. Изучение свойств гидроизолирующего экрана на основе нефтеотходов и его воздействия на гидросферу / О. И. Ручкинова, М. А. Тагилов, О. А. Тагилова // Изв. вузов. Нефть и газ. – 2003. – №3. – с. 106-111.

### **КӨМЕРТЕКТІ ЖАҢА ТОТЫҚСЫЗДАНДЫРҒЫШТАР ТҮРЛЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЕЦТІ БАЛҚЫТУ ҮРДІСІН ЗЕРТТЕУ**

ЧЕКИМБАЕВ А. Ф.

т.ғ.к., Ж. Әбішев атындағы Химика-металлургия институты, Қарағанды қ.  
САҒИДОЛЛА М. Қ., ТӨРЕҒАЛИ Ж. М.

магистранттар, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті,  
Қарағанды қ.

Ферросиликомарганецті балқытуда әр түрлі көміртекті тотықсыздандырғыштар қолданылады. Әсіресе кокс, жартылай кокстың әр түрлі түрлерін және төмен күлді маркалы көмірлер. Тотықсыздандырғыштарға қойылатын негізгі талаптар: төмен күлділік, жоғарғы кеуектілік және реакциялық қабілеттілігі, сонымен

қатар жоғары структуралық беріктілігі. Тотықсыздандырғыш күлінің құрамында зиянды қоспалардың аз болуы (күкірт, фосфор) және күлдің негізгі құраушы компонентері оңтайлы құрамда болуы керек [1].

Қазіргі таңда ферросиликомарганец өндіру Ақсу феррокорытпа зауыты («Казхром» ТҰК, Ақсу қаласы), ТОО «ТЭМК» (Теміртау қаласы) және «SAT Energy» (Тараз қаласы) жағдайында балқытуда, 10-25мм өлшемдіндегі металлургиялық коксты қолдана отырып және қарағанды көмір бассейнінің көмірлерімен қатар екібастұз тас көмірін қолдану [2]. Көмірді кокспен ішінара ауыстыру бұл, өз нәтижесінде қорытпаның айтарлықтай шығындарын азайтуға ықпал етеді. Коксты алмастыруға жұмсалатын көмір мөлшері көміртегі бойынша 50%-дан аспайды. Егерде осы мөлшерден артса онда ферросиликомарганец балқыту үрдісінің технологиясы нашарлайды. Бұл көмірдің төменгі кеуектілігімен және адсорбциялық қасиетіне байланысты.

Қосымша ретінде қолданылатын тас көмірдің құрғақ массасында 45 %-ға дейін күл және 20 %-ға дейін ұшқыш компоненттер бар. Бұл көмірлердің күлі негізінен кремний және алюминий тотықты қоспаларынан, олар қиын балқитын қоспалар санатына жатады. Күлдің құрамындағы алюминий тотығының жоғары болуы балқыту үрдісіне жақсы әсер етеді, себебі аққыштық-тұтқырлығы оңтайлы әрі қождың балку температурасын жоғарлатады.

Көмір қолданылудағы негізгі мәселелер оның құрамындағы ұшқыш компоненттер болып табылады. Өйткені жану кезінде шығатын газ температурасы күрт артады, бұл өз кезегінде кентермиялық қысқа желінің электроөткізгіш элементіне кері әсер етеді. Екібастұз және қарағанды көмір бассейнінен алынған көмірлерден жартылай кокс алу оң әсерін берген жоқ (жылу көзі ретінде табиғи газ, электроэнергия). Жоғарыда айтылған көмірлерге қарағанда «Сарыадыр» Теңіз-Құржұмкөл көмір бассейнінің көмірі жоғарғы ұшқыш компоненттерімен ерекшеленеді. Бұл бізге сыртқы жылу көздерін қолданбай-ақ жартылай кокс өндіріп алуға мүмкіндік береді. Айта кету керек, сарыадырлық көмірлердің құрамында кремний мен алюминий тотығы, сәйкесінше 60-63 % және 30-35 %. Іс жүзінде Қарағанды мен Екібастұз көмірлерімен бірдей.

Зертханалық құрылғыда, модельденген өнеркәсіптік шахталы пеш көмегімен, сарыадыр көмірінен жартылай кокс алынды. Алынған жартылай кокс пен алынған көмір күлінің техникалық талдауы мен химиялық құрамы 1-ші және 2-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1 – Техникалық құрамы

Атауы	Құрамы, %			
	А <sup>c</sup>	V <sup>c</sup>	W	C
Көмір	38.1	25.0	1.7	36.9
Жартылай кокс	51.0	1.25	0.4	47.8

Кесте 2 – Күлдің химиялық құрамы

Құрамы, %						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>
63,3	31,36	3,1	0,8	0,1	0,089	0,9

Көрсеткіштерден көріп отырғанымыздай жартылай кокстеу үрдісі кезінде алынған жартылай кокстың құрамындағы ұшқыш компоненттері 2-5 %-дан аспайды, сонымен қатар электрофизикалық қасиеттері феррокорытпа балқытудағы талаптарға сәйкес келеді [3].

Жартылай коксты дәстүрлі тотықсыздандырғыштармен салыстыру: зертхана жүзінде көмірмен қыздырылатын электрпештерінде ФСМн17 маркалы ферросиликомарганец балқыту кокс және көмірмен орындалды. Графитті тигельде балқытып өндірілді, температура ВР-5/20 термпаросымен бақыланды. Балқыманы балқыту әр түрлі жолдармен 1550 °С температурада 1,5 сағат бойы температураны аздап жоғарлату арқылы жүргізілді.

Балқыту үшін 48,49 % марганец құрамды марганец концентраты қолданылды, ал кокс құрамдағы көміртегі мөлшері 83,2 % және кождама ретінде кварцит пен доломит қолданылады.

Өткізілген тәжірбиенің нәтижесінде ФСМн17 маркалы ферросиликомарганец балқытуда қолданылған тотықсыздандырғыштардың түрлері 3-ші кестеде көрсетілген.

Өткізілген зерттеу нәтижесінде ферросиликомарганец балқытуда марганец пен кремний алынуы сәйкесінше 3,3 % және 3,6 % артқан.

Бұл тәжірбиелі жартылай кокс кеуектілік структурасына нәтижесіне қатысты болып табылады.

Кесте 3 – Жүргізілген тәжірибенің нәтижелері

	Нұсқа 1	Нұсқа 2
Шикікүрам материалының құрамы, г		
Марганец кені	100	100
Кокс	18,8	-
көмір	29,4	-
Жартылай кокс	-	55,1
Доломит	16,8	14,8
Кварцит	36,4	26,7
Қорытпа салмағы, г	47,8	50,3
Қож салмағы, г	47,0	45,4
Қож еселігі, г	0,98	0,90
Қож негізділігі (CaO+MgO/SiO <sub>2</sub> )	0,5	0,5

Кесте 4 – жалғасы

Қорытпа құрамы, %		
Mn	70,3	69,6
Si	19,0	19,9
Fe	9,1	8,9
P	0,19	0,18
Элементтердің металлға өтімі, %		
Mn	69,8	73,1
Si	38,2	41,8

Айта кету керек, зертханалық электрпештерде, жанама қыздыру арқылы жүзеге асатын тигельді пештерде, балқыманың құрамындағы басты элементтердің алынуын жоғарлатқан жоқ. Шынайы өндіріс жағдайында кентермиялық пеште балқыманы балқыту, бұнда салқын шикікүрамды фильтрлеуші қабат болғандықтан кремний мен марганецтің алынуы зертханалық көрсеткіштен жоғары болады. Сонымен бірге жағымды көрсеткішке жартылай кокс үлгісінің электрлік кедергісі жоғары, 800-1000 °C температура кезінде көмір көрсеткішінен жоғары.

Зерттеу нәтижелері сарыадыр көмірінен термиялық өңдеу арқылы дәстүрлі әдіспен шахталы пештерде жартылай коксты алу мүмкіндігін көрсетті. Алынған жартылай кокс ферросиликомарганец балқыту кезінде толығымен кокс пен көмірліалмастыра алады және марганец пен кремний шығарылымы ұлғаяды. Қорытпаны балқыту кезінде қолданылатын жартылай кокс өндірістік пештердегі қысқа

желідегі электрөткізгіштік элементтеріне және құрғақ газ тазартқыш құрылғысына температуралық әсерді айтарлықтай төмендетеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Гасик М. И., Лякишев Н. П., Емлин Б. И. Теория и технология производства ферро- сплавов. – М.: Металлургия, 1998. – 784 с.

2 Святлов Б. А., Толымбеков М. Ж., Байсанов С. О. Становление и развитие марганцевой отрасли Казахстана. – Алматы: Искандер, 2002.

3 Жучков В. И., Розенберг В. Л., Ёлкин К. С., Зельберг Б. И. Энергетические параметры и конструкции рудовосстановительных электропечей. – Челябинск: Металл, 1994. – 192 с.

## МАЗМҰНЫ

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің ректоры, с.ғ.д., А. Әрсариевтің алғы сөзі .....	3
<b>Абдрахманов Е. С., Быков П. О., Богомолов А. В.</b> Обоснование состава брикетной массы при переработке отходов Экибастузского угля .....	5
<b>Акбердин А. А., Ким А. С.</b> Решение экологической проблемы распада металлургических шлаков .....	12
<b>Акжарова Н. М., Кошумбаева А. М., Каримов Д. Д.</b> Зарубежный опыт стимулирования «зеленых» технологий .....	19
<b>Алимгазин А. Ш., Постников В. А., Омаров К. С., Тлеубаев А. С.</b> Перспективы внедрения энергосберегающих теплонасосных технологий с утилизацией сбросной теплоты системы оборотного водоснабжения на ПФ ТОО «KSP STEEL» .....	27
<b>Алимгазин А. Ш., Жақұпов Р. А.</b> Предварительная оценка возможностей использования сбросной теплоты циркуляционной воды ТОО «AES Усть-Каменогорская ТЭЦ» с применением теплонасосных технологий .....	33
<b>Алимгазин А. Ш., Бахтияров А. Е., Бектурганов С. О.</b> Применение теплонасосных технологий при использовании низкопотенциального тепла циркуляционной воды конденсаторов турбин АО «Станция ЭГРЭС-2» для теплоснабжения здания береговой насосной станции .....	39
<b>Альмишев У. Х., Нығыман Г. Д., Фаткулина Н.</b> Қысқы жылыжай жағдайында көңнен алынатын биологиялық жылуды пайдалану мүмкіндігі .....	46
<b>Амерханова Ш. К., Уали А. С., Иманкулова А. Е.</b> Физико-химическое описание процессов адсорбционного концентрирования трихлорметана из водных растворов .....	51
<b>Аубакиров Ж. К., Жунусов А. К., Жунусова А. К.</b> Переработка электросталеплавильных конечных шлаков .....	56
<b>Ахмадиева Н. К., Абдулвалиев Р. А., Гладышев С. В., Бейсембекова К. О.</b> Электрохимическое извлечение галлия из промпродуктов глиноземного производства .....	59
<b>Базаров Б. А., Конакбаева А. Н., Унайбаев Б. Б., Ищанова А. Ш., Ким Е. Е.</b> Утилизация различных техногенных продуктов металлургии при производстве многокомпонентных цементов .....	66
<b>Байсанов С. О., Байсанов А. С., Шабанов Е. Ж.</b> Технологические и экологические аспекты переработки высокосольных углей Карагандинского бассейна .....	72

<b>Богомоллов А. В., Арынгазин К. Ш., Арынгазин А. Ш., Айтбаев А. Е., Таранченко К. А., Макеев В. О., Маркс Е. М., Дрючин М. Ю.</b>	
Варианты утилизации отходов производства сварных труб .....	77
<b>Жунусов Т. Т., Квасов П. А., Ержан А. А., Кошумбаев А. М.</b>	
Использование возобновляемой энергии для переработки отходов .....	84
<b>Жұмашев М. С., Чекимбаев А. Ф., Букаев Н. Н.</b>	
Ферросиликоалюминий өндірісіндегі газ тазартқыштарында түзілетін шанның электрофизикалық қасиеттерін зерттеу .....	90
<b>Кошумбаев М. Б., Акжарова Н. М.</b>	
Снижение отходов энергетики – мировой тренд .....	94
<b>Кошумбаев М. Б., Кошумбаева А. М., Сеитхамзина Г. Ж.</b>	
Стимулирование «зеленых» технологий .....	97
<b>Кошумбаев М. Б., Сулейменов К. Б., Нурсентова М.</b>	
Расчет производительности ветровых установок .....	107
<b>Кошумбаев М. Б., Квасов А. А., Ержан А. А., Кошумбаев А. М.</b>	
Казахстанские разработки на ЕХРО-2017 .....	110
<b>Кошумбаев М. Б., Квасов П. А., Ержан А. А.</b>	
Повышение безопасности гидротехнических сооружений (ГТС) для эффективной очистки промышленных отходов .....	118
<b>Кошумбаева А. М.</b>	
Обзор зарубежного законодательства по возобновляемой энергетике ..	132
<b>Кошумбаева А. М., Кошумбаев А. М.</b>	
Энергетическая безопасность: современное западное законодательство	136
<b>Кулумбаева Г. Н., Аубакиров Ж., Жунусова А. К., Жунусов А. К.</b>	
Переработка электросталеплавильных конечных шлаков .....	144
<b>Махамбетов Е. Н., Байсанов А. С., Оспанов Н. И., Мусин А. М., Омаров М. Ш.</b>	
Оценка возможности переработки пентаоксида ванадия с получением ванадиевой лигатуры .....	147
<b>Мухамбетгалиев Е. К., Байсанов С. О., Роцин В. Е., Кусаинова Г. Д.</b>	
Получение комплексного сплава из труднообогатимого сырья Казахстана и его применение .....	153
<b>Омарова С. А., Абдулвалиев Р. А., Гладышев С. В., Имангалиева Л. М.</b>	
Безотходная переработка зол ТЭС от сжигания Экибастузских углей с получением соединений кремния, алюминия и строительных материалов .....	160
<b>Ордабаева А. Т., Мейрамов М. Г., Ахметкаримова Ж. С., Мулдахметов Ж. Х., Мейрамова С. М., Ордабаев А.</b>	
Использование отходов каменноугольной смолы с целью применения в химической промышленности .....	166
<b>Оспанов Н. И., Байсанов А. С., Махамбетов Е. Н., Мусин А. М., Омаров М. Ш.</b>	
Оценка возможности переработки железомарганцевой руды месторождения Западный Камыс .....	172

<b>Санатова Т. С., Сапаев Т. М.</b> Оценка воздействия строительства нефтегазодобывающей скважины на почвы и земельные ресурсы .....	177
<b>Серикбаева Г. К.</b> Құс шаруашылығынан шыққан көң қалдықтарын қайта өңдеу үшін химиялық құрамының көрсеткіштерін анықтау .....	184
<b>Спанов С. С., Жунусов А. К., Толымбекова Л. Б., Кулетов З. О., Жунусова А. К.</b> Вторичное использование отходов огнеупорных материалов с содержанием оксида алюминия более 60 % .....	188
<b>Таңжарықов П. Ә., Әбілбек Ж. Ә.</b> Мұнай қалдықтары негізінде өндірістік материал алу технологиясының әдістемесі .....	192
<b>Чекимбаев А. Ф., Сағидолла М. Қ., Төреғали Ж. М.</b> Көмертекті жаңа тотықсыздандырғыштар түрлерін қолдана отырып ферросиликомарганецті балқыту үрдісін зерттеу .....	198

**«ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ҚАУІПСІЗДІК КЕПІЛІ РЕТІНДЕ  
ӨНЕРКӘСІПТІК ҚАЛДЫҚТАРДЫ ҚАЙТА ӨНДЕУ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК  
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

Техникалық редактор Б. В. Нургожина  
Корректорлар: Б. Б. Ракишева, А. Р. Омарова  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Басуға 26.10.2016 ж.  
Әріп түрі Times.  
Пішім 29,7 × 42 ¼. Офсеттік қағаз.  
Шартты баспа табағы 11,8. Таралымы 500 дана.  
Тапсырыс № 2882

«КЕРЕКУ» баспасы  
С. Торайғыров атындағы  
Павлодар мемлекеттік университеті  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.