

БОЧАРОВА ТАТЬЯНА ИГОРЕВНА

Исследование процесса получения алюминия с целью поиска
энергосберегающей технологии

6N0731 – Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Автореферат

диссертации на соискание академической степени магистра
технических наук

Республика Казахстан
Усть-Каменогорск,
2011 г.

Работа выполнена в РГКП «Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева»

Научный руководитель

к.т.н., доцент кафедры БЖД и
ООС ВКГТУ им.Д. Серикбаева
В.М. Соколов

Официальный оппонент

к.т.н., старший преподаватель
кафедры «Химии»
ВКГУ им.С. Аманжолова
Кабдрахманова С.К.

Защита состоится 22 июня 2011 года в 9-00 часов на заседании диссертационного совета Восточно-Казахстанского технического университете им. Д. Серикбаева по адресу: 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Серикбаева, 19, ауд. № 405, факс 8(7232)540911.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Восточно-Казахстанского государственного технического университете им. Д. Серикбаева.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Петрова Ольга Анатольевна

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы. Магистерская диссертация посвящена исследованию процесса получения алюминия с целью поиска энергосберегающей технологии.

В диссертационной работе был произведен анализ целесообразности строительства газогенераторной станции, реконструкции вращающихся печей кальцинации глинозема, переводе их на сжигание генераторного газа и обоснование метода огневого обезвреживания подсмольных вод установки газификации в топке паровых котлов.

Актуальность проблемы.

Одной из актуальных проблем при производстве алюминия является высокие расходы энергии, что в значительной степени обуславливают высокую стоимость производимой продукции и ухудшает качество окружающей среды.

Применяемый в настоящее время на АО «Алюминий Казахстана» для печей кальцинации топочный мазут обеспечивает нормальные условия проведения технологического процесса кальцинации глинозема, однако для снижения расходов дорогого топлива, а также уменьшения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух рассматривается возможность использования альтернативных видов энергии. Отсутствие природного газа, невозможность применения угля из-за загрязнения окружающей среды обусловили поиск энергосберегающей технологии.

В магистерской диссертации исследовалась возможность в качестве технологического топлива при кальцинации глинозема в производстве алюминия использовать генераторный газ, получаемый при газификации каменного угля и строительство газогенераторной станции на территории павлодарской промплощадки АО «Алюминий Казахстана».

Цель работы: поиск энергосберегающей технологии, повышение экологичности технологии при производстве алюминия.

Научная новизна работы:

- использование высоко экологичного топлива при кальцинации глинозема в производстве алюминия.
- использование высокоэффективного метода получения генераторного газа с использованием газогенератора Лурги;
- применение метода огневого обезвреживания подсмольных вод установки газификации в топке паровых котлов ТЭЦ.

Положения, выносимые на защиту:

- повышение экологичности производства путем замены топлива;
- использование наиболее эффективного метода получения генераторного газа;
- повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции

Практическая ценность работы.

Перевод печей кальцинации на сжигание генераторного газа приведет к улучшению экологической ситуации за счет снижения выбросов оксидов азота и серы.

Внедрение огневой утилизации на котлах ТЭЦ обеспечивает полное 100%-ное уничтожение в пределах топочной камеры котлов аммиака и фенола.

Поскольку аналогов проектируемой газогенераторной станции на территории Республики Казахстан нет, то было предложено осуществить переход на сжигание генераторного газа всех пяти печей кальцинации АО «Алюминий Казахстана» лишь после 1 года эксплуатации газогенераторной станции, отработки технологических режимов работы печи №1, переведенной на сжигание 50% генераторного газа и 50% мазута с розжигом мазутом, отработки системы огневой утилизации подсмольных вод в котлах ТЭЦ и получения положительных результатов производственного экологического контроля.

Влияние объектов газогенераторной станции на компоненты окружающей среды в случае соблюдения технологических режимов являются не значительными.

При сложившихся ценах на мазут применение для сжигания в печах кальцинации АО «Алюминий Казахстана» вместо него генераторного газа становится быстрокупаемым явлением.

Публикации.

- Соколов В.М., Бочарова Т.И. Об альтернативном источнике энергии для производства глинозема // Материалы XI Республиканской научно-технической конференции, молодых ученых и студентов, 21, 22 апреля 2011г. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2011. – Ч. IV. – 244 с.

- Соколов В.М., Бочарова Т.И. Поиск энергосберегающей технологии получения глинозема // «Научное творчество и интеллектуальный потенциал: опыт и перспективы развития»: Сборник докладов международной научно-практической конференции специалистов послевузовской подготовки, 24-25 марта 2011г. – Усть-Каменогорск: Казахстанско – Американский свободный университет, 2011. – Ч. 1. Отдельный оттиск., – 216 с.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлены обоснование актуальности и необходимости проведения работы, цель, объект и предмет исследований, а также положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведено описание месторасположения Павлодарского алюминиевого завода, дана краткая характеристика объектов АО «Алюминий Казахстана», приведено описание технологии получения глинозема, рассмотрены основные источники снабжения ПАЗ топливно-энергетическими ресурсами. Рассмотрен последовательный вариант комбинированной схемы «Байер-спекание» используемый для низкокачественного сырья, который был предложен институтом ВАМИ (г. Санкт-Петербург) и впервые в мировой практике реализован на ПАЗ.

Вторая глава посвящена анализу существующих технологий получения газо – генераторного газа. В которой, в качестве альтернативного

технологического топлива рассматривается применение генераторного газа, получаемого при газификации каменного угля.

Анализ работ по созданию промышленных технологий газификации угля позволил сделать вывод, что наиболее перспективен газогенератор Лурги, в котором реализованы следующие технологические принципы:

- использование одноступенчатого автотермического реактора;
- использование мелкодисперсного топлива;
- использование повышенного давления – в большинстве случаев 3

Мпа.

В третьей главе представлена характеристика основных технологических блоков газогенераторной станции и дана оценка экологичности новой технологии.

Следует учесть, что подобных газогенераторных станций АО «Алюминий Казахстана» на территории Республики Казахстан и стран бывшего СНГ не существует.

По материалам работы газового завода во Вресово (Чехословакия), использующем подобные газогенераторные станции, подтверждается ее экологичность:

- в газогенераторном отделении газообразные выбросы в атмосферу технологией не предусматриваются;
- аварийных ситуаций за время их эксплуатации не было;
- предохранительная труба за время эксплуатации газогенераторов никогда не срабатывала.

Кроме того, на обширной базе данных по эксплуатации аналогичных установок основывается 100% степень очистки воздуха после пневмотранспорта золы.

Например, проектом удаления золы от газификаторов АО «Алюминий Казахстана» предусмотрена аэрогравитационно - вакуумная пневмотранспортная система эвакуации золы от газификаторов с установкой водокольцевых вакуум насосов ВВН-25. Для осаждения золы из потока аэропульпы запроектирована осадительная камера с диаметром 2600 мм и циклоном СЦН-40-000 с эффективностью очистки 95% для пыли с d_{50} мкм. Доочистка отработанного воздуха пневмотранспортной линии происходит в предусмотренном проектом барботажном мокром фильтре, устанавливаемом перед вакуум-насосами, и в водяном кольцевом затворе вакуум-насоса.

Аналогичные пневмотранспортные установки длительное время эксплуатировались на пневмогидротранспортном полигоне СибВНИИГа в г.Красноярске и работают более 15 лет на Верхнетагильской ГРЭС и Кумертаусской ТЭЦ. При испытаниях установок существующие средства измерения запыленности отработанного воздуха после вакуум-насоса показали отсутствие пыли в сбрасываемом в атмосферу воздухе.

Отделение газификации топлива оборудовано газогенераторами типа Лурги предназначенными для газификации мелкозернистого топлива в стационарном слое под давлением. Газификация в стационарном слое является классическим и старейшим методом газификации твердого топлива. В качестве

сырья используется уголь класса 5-КЗО мм. Газогенераторы рассчитаны на давление до 1,4 МПа (14 кгс/см²) и газификация угля может производиться под давлением 1,2- 1,3 МПа (12-13 кгс/см²), а в качестве дутья используется парокислородная смесь. Расчётная температура в реакционной зоне составляет 1000÷1100°С, а интенсивность процесса газификации - порядка 2000 кг/м²·ч. Процесс газификации - противоточный.

При газификации факторами лимитирующими температуру процесса являются плавкостные характеристики топлива 1200-1411°С (от температуры начала деформации до температуры начала размягчения Шубаркульского угля). При этом процесс газификации организован таким образом, чтобы зола не размягчалась и не сплавлялась а оставалась в твердом состоянии, как в активной зоне, так и на колосниковых решетках.

Охлаждение шлака на решетке осуществляется пропусканием относительно «холодного» парокислородного дутья через решетку. Исследованиями была определена оптимальная величина коэффициента газификации (отношение массовых количеств пара и 95% кислорода), которая составила 6,9-7,0. Показатель впучиваемости FSI=0,5 позволил спроектировать газогенератор без специальных механизмов шуровки слоя.

Основной продукт газогенератора угля под давлением - неочищенный газ, который направляется на последующую переработку.

Отходы и вторичные продукты включают золу, отходящий газ, газовые конденсаты и пар.

Основные объекты газогенераторной станции:

- газогенераторный корпус с пристроенным административно-бытовым зданием;
- кислородно-компрессорная станция;
- насосная оборотного водоснабжения с градирней;
- насосная пожаротушения с пожарными резервуарами;
- система золоудаления и склад сухой золы;
- тракт топливоподачи с узлами пересыпки, сортировочным узлом, складом угля объёмом V=3200 м³;
- эстакада технологических трубопроводов от ТЭЦ и к печам кальцинации;
- ГРУ-10 кВ с установкой трансформаторов и токопроводами.

В четвертой главе представлены экономическая обоснованность применения газогенераторного газа, приведена характеристика используемого топлива: мазута и генераторного газа. Рассмотрена характеристика источников выбросов АО «Алюминий Казахстана», на основании которой расчетным путем установлено снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду при использовании генераторного газа для кальцинации глинозема.

Вместо закупаемого у ЗАО «Павлодарский нефтехимический завод» по всевозрастающей цене топочного мазута (23,7 тыс. тенге за тонну) в качестве сырья для производства генераторного газа будет использоваться Шубаркульский уголь (1,69 тыс. тенге за тонну) собственного месторождения

АО «Алюминий Казахстана». В связи с чем будут существенно снижены затраты на производство.

В пятой главе рассмотрен анализ риска при возникновении аварийной ситуации. Теоретически любые аварийные ситуации могут возникнуть в случае не соблюдения технологии производства при грубом нарушении инструкций по эксплуатации оборудования. Однако возможные примеры возникновения аварийных ситуаций не связаны с выбросами вредных веществ. Так, например, при несоблюдении эксплуатационных инструкций и ошибки эксплуатационного персонала и при неисправности КИП возможно повышение температуры процесса газификации в активной зоне газогенератора (при повышенных расходах кислорода и пониженном расходе пара в дутье), что может привести к повреждению колосниковой решётки и вынужденной остановке агрегата. Наиболее опасны, с точки зрения возникновения аварийных ситуаций, пусковые режимы.

Согласно технической документации на газо – генераторной станции при соблюдении проектных параметров и режимов аварийный выброс исключен поскольку:

- для проектируемой же на ПАЗ газогенераторной станции давление газификации 13 кгс/см^2 , а газопроводы и оборудование рассчитано на давление 32 кгс/см^2 ;

- ГГС оборудуется лишь 4 газогенераторами на 1 аварийную трубу;
- система обладает значительным демпфирующим объемом порядка 850 м^3 - внутренним объемом газопровода до печей кальцинации, дополнительно к объему газгольдера.

Кроме того, для повышения надежности работы и предотвращения возможности аварийных ситуаций на газогенераторной станции согласно ТЭО предусмотрены следующие мероприятия:

- основное и вспомогательное оборудование отличается надежностью, высокими экономическими показателями и экологичностью;
- предусмотрена высокая степень автоматизации управления и контроля технологических процессов;
- все противоаварийные системы направлены в первую очередь на исключение (предупреждение) создания аварийных ситуаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Краткие выводы по результатам диссертационных исследований:

В результате проведенных исследований определена возможность использования газогенераторного газа для кальцинации глинозема при производстве алюминия. Выявлены преимущества строительства газогенераторной станции и использования генераторного газа в качестве топлива для печей кальцинации гидromеталлургического цеха АО «Алюминий Казахстана».

Перевод печей кальцинации на сжигание генераторного газа приведет к улучшению экологической ситуации за счет снижения выбросов оксидов азота и серы.

Поскольку аналог ГГС в Республике Казахстан отсутствует, в перспективе предполагается переход на сжигание генераторного газа всех пяти печей кальцинации АО «Алюминий Казахстана» лишь после одного года эксплуатации ГГС, отработки технологических режимов работы печи №1, переведенной на сжигание 50% генераторного газа и 50% мазута с розжигом мазутом, отработки системы огневой утилизации подсмольных вол в котлах ТЭЦ и получения положительных результатов производственного экологического контроля.

Бочарова Татьяна Игоревна

**Исследование процесса получения алюминия с целью поиска
энергосберегающей технологии**

Специальность 6N0731 – Безопасность жизнедеятельности и защита
окружающей среды

АННОТАЦИЯ

Одной из актуальных проблем при производстве алюминия является высокие расходы энергии, что в значительной степени обуславливают высокую стоимость производимой продукции и ухудшает качество окружающей среды.

Применяемый в настоящее время на АО «Алюминий Казахстана» для печей кальцинации топочный мазут не обеспечивает должной экологичности и экономичности при производстве промпродукта в производстве алюминия.

Для повышения экологичности процесса рассматривается возможность использования альтернативных видов энергии. Отсутствие природного газа, невозможность применения угля из-за загрязнения окружающей среды обусловили поиск энергосберегающей технологии.

Цель работы: поиск энергосберегающей технологии, обуславливающей повышение экологичности.

Научная новизна работы:

- использование высоко экологичного топлива при кальцинации глинозема в производстве алюминия.
- использование высокоэффективного метода получения генераторного газа с использованием газогенератора Лурги;
- применение метода огневого обезвреживания подсмольных вод установки газификации в топке паровых котлов ТЭЦ.

Практическая ценность работы.

Перевод печей кальцинации на сжигание генераторного газа приведет к улучшению экологической ситуации за счет снижения выбросов оксидов азота и серы.

Внедрение огневой утилизации на котлах ТЭЦ обеспечивает полное 100%-ное уничтожение в пределах топочной камеры котлов аммиака и фенола.

Поскольку аналогов проектируемой газогенераторной станции на территории Республики Казахстан нет, то было предложено осуществить переход на сжигание генераторного газа всех пяти печей кальцинации АО «Алюминий Казахстана» лишь после 1 года эксплуатации газогенераторной станции, отработки технологических режимов работы печи №1, переведенной на сжигание 50% генераторного газа и 50% мазута с розжигом мазутом, отработки системы огневой утилизации подсмольных вод в котлах ТЭЦ и получения положительных результатов производственного экологического контроля.

Влияние объектов газогенераторной станции на компоненты окружающей среды в случае соблюдения технологических режимов являются не значительными.

При сложившихся ценах на мазут применение для сжигания в печах кальцинации АО «Алюминий Казахстана» вместо него генераторного газа становится быстрокупаемым явлением.

Bocharova Tatiana

The research of the process for getting aluminum with the aim of searching power-saving technology

Specialization 6N073 – Safety of living and environment protection

Annotation

One of the most burning problems when producing aluminum is high expenditure of electric power, that's why the produced product is high in price and also it makes the quality of the environment worse.

Mazut which is used at present at JSC «Aluminum of Kazakhstan» furnaces stoves, necessary it doesn't give the ecology and economy by producing industrial product when aluminum is produced.

For raising ecology of the process it is necessary to study the possibility of using alternative types of energy. The absence of natural gas, impossibility of using coal because of pollution of the environment male we search for power-saving technology.

Aim of work: search for power-saving technology, which will raise ecology.

The scientific newness:

- the use high ecological fuel when calcinations alumina in the production of aluminum.

- the use high qualitative method of getting producer gas with the use of Lurgi's gas generator.

- the use the fire method for rendering harmless of generation water to set supplying with gas in fire-chamber of steam-boilers at TES.

The practical value of the work.

The substitution of stoves with calcinations with the burning off gas generation will lead to improving ecological situation with the help of reducing waste products of nitrogen and sulfur.

The inculcation of fire utilization in steam-boilers of TES provides 100 percent destruction within furnace camera of boilers with ammonia and phenol.

Taking into accounts such a fact, that there is no analogue of projecting producer-gas generation in Kazakhstan, it was suggested to carry out transition to burning gas generator of all five fire-chambers of calcinations JSC «Aluminum of Kazakhstan» only a year of exploitation producer-gas generation the working off technological conditions is for fire-chamber №1, transferred to burning out 50

percent gas generation and 50 percent mazut with kindling mazut, the working off of fire system for utilization generation water in the boilers at TES and for getting positive results of industrial ecological control.

The influence of the gas generator station upon the components of the environment is not considerable on condition of following technological conditions.

At the present the price of mazut is set, it becomes quick repaid if gas generator is used for burning out in furnaces of calcinations at JSC «Aluminum of Kazakhstan».

Бочарова Татьяна Игорьқызы

6N0731 мамандығы – Тіршілік әрекет қауіпсіздігі мен қоршаған ортаны қорғау

АНДАТПА

Көкейкесті мәселелерді бір шығарылған өнімнің биік құндарын едәуір дәрежеде ескертетін және қоршаған ортаның сапасын нашарлататын энергияның биік шығындары алюминиды өндірісте болып табылады.

Оттық мазуттың кальцилеудің пештері үшін «Қазақстан алюминии» АҚ қолданылатын дәл қазір тиісті экологиялау және үнемділік алюминиды өндірісте өндіріс өнімінің өндірісінде қамтамасыз етпейді.

Процесстің экологиялауының жоғарылатулары үшін энергияның талғаулы түрлерінің қолдануының мүмкіндігін қаралады. Қоршаған ортаның ластануы артынан табиғи газдың жоқтығы, көмірдің қолдануын мүмкін еместік энергия сақта технологияның іздестірулеріне себепші болды.

Жұмыстың мақсаты: экологиялаудың жоғарылату шарттайтын энергия сақта технологияға іздестіру.

Жұмыстың ғылыми жаңалығы:

- алюминиды өндірістегі глиноземнің кальцилеулерінің жанында қолдану жоғары экологиялау отындары;

- Лурги генераторлық газдың алулары қолдану аса тиімді әдіс газогенераторды қолданып;

- ЖЭОның бу қазандарының оттығындағы газификацияның қоюының суларын подсмольныхтың оқ ату зиянсыз етуін әдісінің қолдануы.

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы.

Генераторлық газдың өртеуіне кальцилеудің пештерінің аудармасы азот және күкірттің оксидтерінің лақтырулары экологиялық ахуалдың жақсартуына төмендету есебінен келтіреді.

ЖЭО Қазандағы оқ ату тазартуын енгізуін толық 100% қамтамасыз етеді - мұсатырдың оттық Қазан камерасы және фенол шектеріндегі жою.

Жобаланатын газ генератор станцияның аналогтерінің Қазақстан республикасының аумақтарына болғандықтан жоқ, онда ЖЭО Қазанда және өндірістік экологиялық бақылаудың оң нәтижелерінің алуы тек қана Қазақстан алюминии АҚтың кальцилеудің барлық бес пештерінің генераторлық газының

өртеуіне өткел мазутты 50% генераторлық газ және жандыруы бар 50% мазуттың өртеу аустырып кеткен газ генератор станцияға пайдалануды 1 жыл, суларды подсмольныхтың №1 оқ ату тазартуын жүйенің жан-жақты зерттеуінің технологиялық Печи жұмыс тәртіптерінің жан-жақты зерттеуінен кейін іске асыруға ұсыныс жасаған.

Газ генератор станцияның объекттерінің технологиялық тәртіптердің орындалуын жағдайдағы қоршаған ортаның компоненттеріне ықпал түбегейлі емес болып табылады.

Генераторлық газдың оны орынына «Қазақстан алюминийін» АҚ кальцилеу пештеріндегі өртеуі үшін қолдану мазутқа бағалардың пайда болатын күйінделер жылдам ақысы қайтатын құбылыс болып қалыптасады.