

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫҢДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА**

**С. ТОРАЙҒЫРОВТЫҢ 125-ЖЫЛДЫҒЫНА АРНАЛҒАН
«Х ТОРАЙҒЫРОВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК
КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«Х ТОРАЙГЫРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ», ПОСВЯЩЕННОЙ
125-ЛЕТИЮ С. ТОРАЙГЫРОВА**

ТОМ 5

**ПАВЛОДАР
2018**

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Раббимов Р. Т., Узаков Г. Н., Яхшибоев Ш. Я., Хужакулов С. М. Способ переработки биомассы с использованием солнечной энергии // Молодой ученый. – Чита, Россия: 2010. – № 8-с. 136–140.
- 2 Узаков Г. Н., Раббимов Р. Т., Алиярова Л. А., Рахимов С. А. Эффективность применения пиролизной технологии для получения альтернативного топлива из местных органических отходов // Молодой ученый. – 2014. – № 4. – С. 280–283. – URL

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ФУТЕРОВОК ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ

ТАЙЖАНОВА К. С.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

КАРМАНОВ А. Е.

доктор Phd, ассоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

ПРИХОДЬКО Е. В.

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

Анализируя условия работы высокотемпературных агрегатов можно выделить следующие причины вывода оборудования в ремонт вследствие неудовлетворительного состояния футеровки:

- разъедания огнеупоров за счёт химического воздействия шлаков;
- скалывание и образование трещин в футеровке при превышении термическими напряжениями допустимого предела;
- локальный (дырочный) износ футеровок;
- износ футеровки над продувочными пробками и в зоне ударного воздействия струи металла (при его наличии);
- наличие чрезмерной вибрации или локальных повышенных температурных полей.

Разъедание огнеупоров шлаками (при их наличии) имеет место практически во всех высокотемпературных агрегатах. Это проблема достаточно серьёзно изучена и для её решения обычно применяется комплекс мер – выбор материала, способного сопротивляться разъедающему химическому действию шлаков и увеличение толщины огнеупорного слоя в районе шлакового пояса, по сравнению со стеновыми нижерасположенными рядами.

Снижение термических напряжений до допустимого уровня – важная задача, решение которой может во многом предотвратить как скалывание и образование трещин, так и локальный

(дырочный) износ футеровки. Разъедание огнеупоров вследствие воздействия струй металла решается, как правило, также выбором соответствующего огнеупора и необходимой толщины слоя.

Проблема чрезмерной вибрации на высокотемпературных установках (например, котельных агрегатов), решается чётким соблюдением норм. Также, впрочем, как и наличие локальных температурных зон, возникающее, как правило, вследствие смещения максимума ядра факела, неравномерного распределения технологического материала в агрегате, проливов топлива на футеровку и др., может быть решено при правильной эксплуатации агрегатов.

Вращающиеся печи. Для футеровки вращающихся печей и их основного оборудования (горячая и холодная головки печи, горячий стояк печи, холодильники, шамотоотделители и т.д.) применяются огнеупорные шамотные изделия. Производительность вращающихся печей, качество и себестоимость выпускаемой ими продукции, расход топлива, продолжительность работы без остановки на плановые и неплановые ремонты во многом зависят от стойкости футеровки.

Футеровка печей обеспечивает предохранение металлического корпуса печи от воздействия высоких температур, служит для уменьшения тепловых потерь от на-ружной поверхности и способствует передаче тепла обжигаемому материалу. В связи с этим, к футеровке вращающихся печей предъявляются следующие основные требования [1]:

- высокая механическая прочность;
- необходимая огнеупорность;
- устойчивость против химического и истирающего воздействия обжигаемого ма-териала;
- термическая стойкость в условиях попеременного колебания температур и мно-гое другое.

Мощные вращающиеся печи диаметром до 5 м и длиной более 100 м покоятся на жестких опорах. Сварной цилиндрический корпус, изготовленный из листовой стали толщиной 30–60 мм, состоит из обечаек – звеньев, установленных бандажными на роликовых опорах с уклоном 2 % в сторону выхода материала. Изнутри корпус защищен от высоких температур футеровкой, выполненной из магнезитохромитового, шамотного кирпича и жароупорного бетона различной конфигурации (рисунок 1).

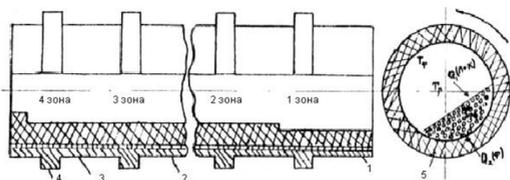


Рисунок 1 – Разрез вращающейся печи

Печи спекания и кальцинации по технологии производства глинозема можно условно разделить на 4 зоны. В печах кальцинации: первая зона – зона сушки, где удаляется влага, гидрат нагревается до $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то время как газы охлаждаются от $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $300\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$; вторая зона – зона обезвоживания, в которой гидрат превращается при $900\text{ }^{\circ}\text{C}$ в гамма-модификацию ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$), а газы соответственно охлаждаются от 1050 до $600\text{ }^{\circ}\text{C}$; третья зона – зона прокаливания, где температура среды составляет $1250\text{ }^{\circ}\text{C}$, а гамма-модификация частично переходит в альфа-модификацию ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$). Объем исходного продукта уменьшается примерно на 13% , а твердость повышается, что усиливает абразивное воздействие глинозема на футеровку; четвертая зона – зона охлаждения, в которой материал охлаждается до $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и затем ссыпается в холодильник. В печах спекания перерабатывается шихта из смеси красного шлама, известняка и соды. Здесь первая зона – зона сушки и подогрева сырья с температурой порядка $500\text{ }^{\circ}\text{C}$; вторая зона – зона кальцинирования, где температура среды достигает $900\text{ }^{\circ}\text{C}$; третья зона – зона спекания, где температура возрастает до своего максимального значения $1100\text{--}1250\text{ }^{\circ}\text{C}$; в четвертой зоне полученный спек начинает охлаждаться. Отходящие из печи газы имеют температуру порядка $250\text{--}350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Рассмотрим более подробно причины и характер разрушения футеровки вращающихся печей.

Основными причинами, приводящими к разрушению огнеупорной защиты печей, являются:

- сколы элементов огнеупорного кирпича;
- вспучивание футеровки;
- химическое взаимодействие между обрабатываемым материалом и поверхностью футеровки;
- абразивное истирание огнеупорной поверхности.

Степень влияния указанных причин на стойкость футеровки проявляется по-разному в зависимости от места нахождения рассматриваемой зоны печи.

Например, химическое взаимодействие перерабатываемого продукта с огнеупором имеет место только в тонком поверхностном слое кирпича. Толщина образующейся при этом реакционной зоны не превышает 4 мм . Даже в зоне прокалики, где футеровка находится под воздействием наиболее высоких температур, износ огнеупоров оплавлением их рабочей поверхности составляет в среднем всего лишь $3\text{--}5\text{ мм}$.

Наибольший износ футеровки истиранием ее рабочей поверхности имеет место в зоне подогрева, где вследствие низкой температуры гарнисаж не образуется, и в зоне охлаждения, где исходный материал приобретает высокую твердость. Однако износ футеровки в этих зонах вследствие абразивного воздействия, не превышает 8 мм за эксплуатационный период.

Вспучивание кладки возникает при неправильном расчете и выполнении температурных швов, так как расширение огнеупоров при локальном перегреве не успевает компенсироваться.

Результаты обследования печей показывают, что основным видом разрушения футеровки является скалывание ее поверхностных слоев. Прослеживаются два типа сколов: в зонах с высокой температурой наблюдаются частые сколы с малой протяженностью по длине печи $\approx 50\text{ см}$ и глубиной $4\text{--}6\text{ см}$ в то время как в относительно холодных зонах встречаются сколы длиной до 3 м и глубиной в половину кирпича. Это свидетельствует о разных механизмах разрушения футеровки и позволяет с этих позиций разделить печь на две области. Область относительно низких температур (1 и 2 зоны) и область высоких температур (третья и четвертая зоны).

В высокотемпературной области на поверхности футеровки имеют место реакции взаимодействия продуктов переработки с огнеупорным материалом, вследствие этого происходит смачивание и обогащение поверхности. В результате этих физико-химических взаимодействий образуются фазы с различными температурами плавления, термического расширения и плотности. Например, коэффициент термического расширения α_r альфа-модификации глинозема равен $5,7 \cdot 10^{-6}$ 1/град, кремнезема – $1,07 \cdot 10^{-5}$ 1/град, муллита – $6,2 \cdot 10^{-6}$ 1/град, а шамот имеет $5,5 \cdot 10^{-6}$ 1/град. Алумосиликаты натрия, в зависимости от содержания в них окиси натрия, меняют плотность в полтора раза [2].

3 Никифоров А. С. Анализ теплового состояния вращающихся печей // Вестник Карагандинского технического университета. – 2002. – № 1. – С. 11–12.

4 Никифоров А. С., Приходько Е. В. Исследование термических напряжений в футеровке сталеразливочного ковша. Новые огнеупоры. – 2005. – № 10. – С. 84–87.

ПЕРЕВОД КОТЕЛЬНОЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЧИСТЫЙ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЬ

ТОРАЙҒЫР М. Д.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

БЕРГУЗИНОВ А. Н.

доктор Phd, асоц. профессор, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

На фоне роста цен на нефть и газ уголь в обозримом будущем останется привлекательным энергоносителем. Угледобывающая отрасль, пережив нелегкие времена, сегодня занимает ключевые позиции в экономике страны. В настоящее время этот сегмент промышленности обеспечивает выработку в республике 78 % электроэнергии, практически 100 % - ную загрузку коксохимического производства, полностью удовлетворяет потребности в топливе коммунально-бытового сектора и населения. Учитывая растущие цены на нефть и газ на мировых рынках, скорее всего, уголь еще долгое время будет оставаться привлекательным энергоносителем.

Согласно «Статистическому обзору мировой энергетики» (Statistical Review of World Energy), представленной британской компанией «BP», на начало 2013 года по запасам углей Казахстан входит в десятку стран-лидеров [1, с. 16].

В настоящее время примерно половина потребляемых топливно-энергетических ресурсов расходуется на выработку электрической и тепловой энергии. Значительная часть этой выработки приходится на долю пылеугольных котельных, построенных в 50...70 годах. Установленное на них оборудование уступает современному не только из-за низких параметров пара, но и по причине значительного физического износа и морального старения. Оно преимущественно отработало свой ресурс. Большинство таких котельных переведены на новое топливо, отличающееся по своим характеристикам от проектного. Все это привело к тому, что большая доля электрической и тепловой

энергии вырабатывается с низкими технико-экономическими показателями [2, с. 5].

Проблема надежного энергоснабжения промышленных предприятий или жилых районов в крупных и небольших городах может быть решена путем переоборудования котельных, отработавших свой ресурс или требующих реконструкции, в небольшие электростанции с газовыми турбинами. Модернизация котельной может проводиться путем установки отдельных систем ГТУ или надстройкой действующих котлов. Основной проблемой при сжигании угля является образование гораздо большего количества вредных газообразных и твердых отходов по сравнению с использованием мазута и природного газа, а также необходимость тонкого измельчения угля и загрязнение поверхностей нагрева котла при сжигании. Современные угольные технологии должны обеспечивать более полное преобразование химической энергии твердого топлива в тепловую и электрическую энергию, компактность основного оборудования и иметь высокую эффективность. Широкие перспективы имеют способы газификации под давлением, поскольку повышение давления газификации способствует увеличению теплотворной способности генераторного газа и интенсификации процесса в целом [3, с. 1].

В последние годы бурное развитие получило энергетическое направление использования газификации угля – внутрицикловая газификация (IGCC - Integrated Gasification-Combined Cycle). Многие газогенераторы, разработанные для производства синтез-газа, успешно применяются в энергетике. Суть процесса заключается в использовании бинарного цикла производства электроэнергии. Горючий газ утилизируется в газовой турбине, а продукты сгорания газа используются при генерации пара для паровой турбины. ТЭС с внутри-цикловой газификацией позволяет существенно снизить удельные выбросы вредных веществ и повысить электрический КПД энергоблока с 32–35 до 46 %, а в перспективе – до 50 %. В теплоэнергетике данное направление считается одним из самых перспективных [4, с. 27–34].

Основное преимущество процесса газификации угля состоит в том, что она может удалить загрязнители из угля прежде, чем уголь будет сожжен, таким образом, препятствуя выбросу вредоносных веществ в атмосферный воздух. Газификация угля – это физико-химический процесс превращения угля в горючие газы с помощью свободного или связанного кислорода или других газов, имеет перспективу применения в промышленности [5, с. 175].

Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б.	
Кайдар М. Б., Алимбергенов А. С.	
Разработка комплекса мероприятий по управлению рисками в электрохозяйстве предприятия	293
Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Кайдар А. Б., Кайдар М. Б., Оразалина Ж. А.	
Анализ методов нормирования электрических параметров предприятий и их подразделений	298
Марковский В. П., Шапкенов Б. К., Ахметов Т. М.	
Основные мероприятия по снижению потерь в распределительных сетях	304
Мухамедеева Л. Г., Кабдуалиев Н. М.	
К вопросу о развитии технологических принципов подготовки к сжиганию бурых углей	307
Нефтисов А. В., Базарбек А. И.	
Внедрение автоматизированных систем на городском общественном транспорте и перспективы их развития	312
Нурмаганбетова Г. С., Брейдо И. В.	
Имитационная модель наблюдателя температуры статорной обмотки асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	316
Рамазанова А. Е., Приходько Е. В.	
Анализ способов контроля полноты горения по величине электрического потенциала пламени	320
Самаров Е. А., Канагатова М. С.	
Қазіргі талаптарға сай қыздыру шамдарын жоғары қуатты жарықдиодты LED шамдарыңа ауыстырудың тиімділігі	323
Сыйхымбаева Т., Кабдуалиев Н. М.	
Получение экологически безопасного топлива и энергии из биомассы с помощью солнечной энергии для систем автономного энергоснабжения	327
Тайжанова К. С., Карманов А. Е., Приходько Е. В.	
Анализ условий работы футеровок высокотемпературных агрегатов ...	330
Торайғыр М. Д., Бергузинов А. Н.	
Перевод котельной на экологический чистый энергоноситель	336
Турлыбеков А. Т., Кинжибекова А. К.	
Энергосбережение как важнейший фактор повышения эффективности производства электрической и тепловой энергии	343
29 Секция. Автоматтандыру мен телекоммуникациялардың дамуы	
29 Секция. Развитие автоматизации и телекоммуникации	
Васильев В. О.	
Автоматизированная система управления прогнозирования планово-предупредительных ремонтов	350

Кириченко Л. Н.	
Оптимизация настроек регуляторов в пакете SISO Design Tool системы MATLAB	357
Макашев Д. Б., Андреева О. А.	
Проблемы очистки сточных вод промышленных предприятий	363
Сатыбалды С. Д., Байкенова Н. Б.	
Жалған желілер немесе телефонды тындау	372
Чуприна М. А., Андреева О. А.	
Современное состояние и перспективы развития автоматизации и управления технологическими процессами в образовательном учреждении	376