

**QAZAQSTAN RESPÝBLIKASYNYŇ BİLİM JÁNE ĞYLYM MINISTRLİĞI
S. TORAIĞYROV ATYŇDAĞY PAVLODAR MEMLEKETTİK ҮNIVERSITETI**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА**

**F. K. BOIKONYŇ 100 JYLDYĞYNA ARNALĞAN
«F. K. BOIKO I MEREITOILYQ OQÝLARY» ATTY
HALYQARALYQ ĞYLYMI-TEHNİKALYQ
KONFERENSIASYNYŇ
MATERIALDARY**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«I ЮБИЛЕЙНЫЕ ЧТЕНИЯ БОЙКО Ф. К.»,
ПОСВЯЩЕННОЙ 100-ЛЕТИЮ БОЙКО Ф.К.**

ТОМ 1

**PAVLODAR
2020**

ӘОЖ 621.31 (574.25) (07)
КБЖ 31.2 (5 Каз)
М34

Редакция алқасының бас редакторы:

Бегентаев М. М., э.ғ.д., профессор, 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:

Абишев К. К., Ахметов К. К., Бексеитов Т. К., Испулов Н. А., Кислов А. П., Кудерин М. К., Марковский В. П., Талипов О. М., Эрназаров Т. Я.

Жауапты хатшылар:

Альмишева Т. У., Бойко Г. Ф., Дробинский А. В., Жумадилова А. К., Исабекова Б. Б., Камашев С. А., Карманов А. Е., Маздубай А. В., Мусаханова С. Т., Несмеянова Р. М., Хацевский В. Ф., Чидунчи И. Ю.

М34 Ф. К. Бойконың 100 жылдығына арналған «Ф. К. Бойко І мерейтойлық оқулары» атты халықаралық ғылыми-техникалық конференциясының материалдары. – Павлодар : Toraighyrov University, 2020. – 441 б.

Т. 1. – 2020. – 441 б.

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 621.31 (574.25) (07)
КБЖ 31.2 (5 Каз)

ПРЕДИСЛОВИЕ

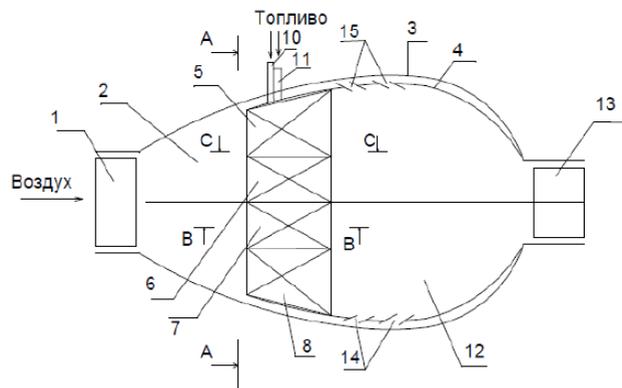
Дорогие коллеги, докторанты, магистранты и студенты поздравляю вас с началом первой международной научно-технической конференции «І юбилейные чтения Бойко Ф. К.», посвященной 100-летию Федора Константиновича Бойко, одного из известных ученых в области энергетики Казахстана, внесшего большой вклад в развитие Павлодарского региона, в совершенствование и развитие энергетики, подготовку высококвалифицированных инженерных кадров и молодых ученых республики.

Федор Константинович был известен как человек всесторонней и разнообразной творческой деятельности, ученый, педагог, организатор высшей школы, обладающий такими ценными человеческими качествами, как скромность, честность, трудолюбие и чуткость, высокоценимые в коллективе. Они способствовали созданию в институте деловой и творческой атмосферы.

Родился Федор Константинович в селе Рождественка Павлодарской области Республики Казахстан. В 1939 году окончил Ленинградский техникум соляной промышленности по специальности техник-электрик и направлен на работу в заводоуправление «Баскунчакский солепромысел» Астраханской области. В августе 1941 года был призван в армию, участвовал в Великой отечественной войне, демобилизован в июне 1946 года. В июле этого же года закрепился во Всесоюзном заочном индустриальном институте. Диплом защитил 31 января 1947 года по специальности инженер-электрик по электростанциям, сетям и системам. Ф. К. Бойко было предложено работать в системе Академии наук в научно-исследовательском институте по использованию атомной энергии в мирных целях. Но он остановился на варианте внедрения полученных знаний в родных краях, чтобы способствовать развитию Павлодарского Прииртышья. Начал он с завода «Октябрь» в г. Павлодаре.

Ф. К. Бойко работал на заводе «Октябрь» главным энергетиком и главным инженером, а с июня 1946 г. в строймонтажном предприятии «Казэлектро» – главным инженером. С января 1951 г. по апрель 1962 г. работал в горкоме, обкоме партии заведующим отделом. Он способствовал электрификации города и области. Бурно строились электростанции в Павлодаре: ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, в Экибастузе, в Ермаке (Аксу), прокладывались электролинии по всей области и за её пределами. Появилась Павлодар-Экибастузская энергосистема, которая начала снабжать электроэнергией промышленные предприятия, сельхозобъекты, города и села.

Работая проректором Павлодарского индустриального института с 24 апреля 1962 г. по 19 августа 1964 г., ректором с 1976 г. по 1984 г., уделял большое внимание строительству общежитий (5 корпусов), учебно-лабораторных корпусов факультетов: машиностроительного, энергетического, инженерностроительного, военной кафедры, главного корпуса, библиотеки, актового зала, столовой, санатория-профилактория, жилых корпусов (4 здания), дома отдыха на берегу реки Иртыш. При нём все комплексы института были оснащены учебно-лабораторным оборудованием, приборами, мебелью.



- 1 – спрямляющий аппарат компрессора; 2 – полость диффузора;
 3 – корпус камеры сгорания; 4 – кольцевая жаровая труба чешуйчатая; 4в – наружная обечайка жаровой трубы;
 4н – внутренняя обечайка жаровой трубы; 5 – передняя симметричная часть лопатки; 6,8 – верхние четные ярусы профилей лопаток; 7,9- нижние нечетные ярусы профилей лопаток;
 10,11-топливные трубки; 12 – зона горения; 13-сопловой аппарат газовой турбины; 14,15-щели в жаровой трубе; 16-полость передней части лопатки; 17- полость задней части лопатки; 18- щель передней кромки лопатки; 19- щели задней кромки профилей;
 θ – шаг между лопатками.

Рисунок 4 – Продольный вид камеры сгорания с ВЗ



Рисунок 5 – Фото камеры сгорания с ВЗ

ЛИТЕРАТУРА

1 Сударев А. В. Разработка, исследование оптимальных способов интенсификации рабочего процесса и их внедрение в конструкции

камер сгорания стационарных газовых турбин. Дисс. докт. тех. наук – Ленинград, 1980.

2 Сжигание жидкого топлива во встречно-закрученных струях кольцевой камеры сгорания ГТУ / Тумановский А.Г., Сударев А.В., Маев В.А. и др. // Теплоэнергетика. – №3. – 1986. С.37-42.

3 Достияров А.М., Наурыз Б.К., Кибарин А.А. Микрофакельное сжигание топлива и микрофакельное устройство со встречно-закрученными течениями // Вестник АУЭС. – №4(8) (43). – Алматы 2018 г. С. 16-23.

4 Достияров А.М., Умышев Д.Р., Наурыз Б.К., Туманов М.Е. Численное моделирование процесса горения за горелкой со встречно-закрученным способом стабилизации / Вестник КазНИТУ. – №2(132). С. 103-109.

5 Достияров А.М. Разработка топливосжигающих устройств с микрофакельным горением и методики их расчета. Дисс. докт. техн. наук – Алматы, 2000.

6 Ткачук Ю.Ф., Любчик Г.Н., Христин В.А. Сжигание жидкого и газообразного топлива в струйных топливосжигающих устройствах – В кн.: Теория и практика сжигания газа. – Вып.6. – 1975. С.5-9.

7 Достияров А.М., Наурыз Б.К., Кибарин А.А., Туманов М.Е., Умышев Д.Р., Ожикенова Ж.Ф. Положительное решение патента на изобретение №2019/0561.1 от 07.08.2019 «Камера сгорания газотурбинного двигателя».

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОХЛАЖДЕНИЯ ФУТЕРОВОК ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ АГРЕГАТОВ

ПРИХОДЬКО Е. В.

к.т.н., профессор, кафедра «Теплоэнергетика»,
 ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
 КАРМАНОВ А. Е.

PhD, асоп. профессор, кафедра «Теплоэнергетика»,
 ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар
 ШАБАЛИН И. В.

магистрант, кафедра «Теплоэнергетика»,
 ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

В процессе эксплуатации высокотемпературных агрегатов их футеровка разрушается и подлежит ремонту. С учётом того, что затраты на огнеупорные материалы значительно сказываются на стоимости конечного продукта возникает необходимость применения

инновационных технологий для снижения удельного расхода огнеупоров на единицу выпускаемой продукции посредством разработки технологических режимов сушки, разогрева и охлаждения агрегатов.

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

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

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

Исследования показывают, что стойкость футеровки высокотемпературных агрегатов в большей степени зависит от перепадов температур, нежели от химического воздействия технологического материала [1].

Перепады температур по сечению футеровки характерны, прежде всего, для нестационарных режимов работы агрегатов: сушки и разогрева, переходных процессов и охлаждения. При этом, процессы сушки и разогрева исследованы достаточно широко, переходные процессы, как правило не влекут за собой значительных температурных перепадов, а процессы охлаждения футеровок недостаточно описаны. Актуальность вопроса правильного ведения процесса охлаждения футеровок, имеет место либо у агрегатов периодического действия – сталеразливочные печи, ковши; либо у агрегатов, футеровка которых, при очередном ремонте, меняется частично (вращающиеся печи).

Процесс разогрева высокотемпературных агрегатов проводится по специально разработанным графикам разогрева, указывающим, на сколько градусов в час следует производить подъём температуры. Задаваемая скорость разогрева зависит от многих факторов: объёма и толщины печной кладки; вида материала; от того, когда построена печь; подвергалась ли она предварительно (естественной) воздушной просушке и т.д.

Процессы же охлаждения, даже если регламентируются нормативно, далеко не всегда ведутся в соответствии с этими графиками. Часто причиной этого выступают факторы, связанные не с этими агрегатами, а с оборудованием, установленным в технологической линии. Так, внезапная поломка машины непрерывного литья

заготовок (МНЛЗ) может привести к тому, что уже разогретый ковш, отправленный на слив металла, может некоторое время (несколько десятков минут) охлаждаться при температуре воздуха в цехе.

Анализ работы разливочных ковшей позволяет выделить основные временные моменты, при которых происходит охлаждение разогретой футеровки:

- перед промежуточным ремонтом (перед сменой части футеровки). Этот момент времени наиболее важен, так как охлаждение футеровки проводится от температуры расплава (выше 1500 °С) до температуры 40 °С (согласно требованиям промышленной безопасности);

- период между сливом в ковш двух плавок (без подогрева на стенде). На ряде предприятий технологически не предусмотрено осуществлять подогрев ковшей между сливом плавок, так как этот период времени считается незначительным и ковш не успеваает остыть. Стоит отметить, что данный период времени может доходить до нескольких часов. Охлаждение, при этом, происходит от температуры расплава (выше 1500 °С);

- перед сливом расплава после разогрева кошей на стенде. Как правило, это незначительный промежуток времени, вызванный аварийными ситуациями в работе оборудования. Охлаждение, при этом, происходит от температуры разогрева футеровки ковша (около 1000 °С).

В процессе разогрева, при нагреве в высокотемпературном участке от средней температуры – внутри агрегата, со стороны греющей среды, возникают напряжения сжатия (σ_c), а в низкотемпературном участке (непрогретая часть футеровки) - напряжения растяжения (σ_p). Процесс охлаждения характеризуется следующими моментами: охлаждение агрегата идёт как с внутренней, так и с внешней стороны агрегата, причём перепад температур охлаждающей среды и футеровки будет значительным с внутренней стороны, вследствие высоких начальных температур поверхности футеровки.

Таким образом актуальность разработки графиков ведения процесса охлаждения подтверждается тем, что при охлаждении основная роль отводится напряжениям растяжения, предел которых значительно (в несколько раз) ниже предела на сжатие.

Анализ службы футеровок показал, что при быстром нагреве футеровки поверхностные слои кладки, обращённые в рабочее пространство конвертера, испытывают напряжения сжатия. В случае же быстрого охлаждения поверхностные слои находятся под воздействием растягивающих напряжений. При прочих равных условиях для огнеупорной футеровки более опасно быстрое охлаждение, чем

быстрый нагрев, вследствие плохой сопротивляемости огнеупоров на растяжение и хорошей – на сжатие [2].

При изменении температуры с постоянной скоростью распределение ее внутри тела будет параболическим. Для огнеупоров предел прочности при сжатии больше, чем при растяжении, поэтому при нагревании огнеупорных изделий деформация в виде трещин возможна в центре, а при охлаждении – на поверхности [3].

Типичное разрушение огнеупоров при охлаждении можно наблюдать на футеровке вращающихся печей. Разрушение в данном случае происходит скалыванием кирпича плитками толщиной 1–2 см, полями в несколько квадратных метров.

На рисунке 1 представлена поверхность зоны охлаждения вращающейся печи с износом футеровки в виде чешуйчатого скалывания (рисунок 1).



Рисунок 1 – Износ футеровки в виде чешуйчатого скалывания

Для устранения разрушения футеровки подобного рода принят следующий принцип охлаждения футеровки. Градиент температур по высоте кирпича ориентировочно составляет 50 °C/см и поэтому, если предварительно перед интенсивным охлаждением охладить рабочую поверхность кирпича до температуры 600–700 °C (цвет кладки темно – вишневый), то это гарантирует выравнивание температуры до безопасного градиента по высоте на 3–4 см и разрушения кирпича практически не будет. Поэтому вначале охлаждения тягу дать минимальную, вплоть до остановки одного дымососа и наблюдать за температурой кладки за гарнисажем – при её падении до 600 °C и ниже (цвет темно – вишневый), когда опасность растрескивания кирпича снимается, темп охлаждения можно увеличить до рабочих нагрузок на дымососы [4]. При среднем состоянии печи время подстуживания

кладки 3 – 4 часа, однако это время значительно может изменяться на зарощенной печи, остановке аварийной без разгрузки и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1 Никифоров А.С., Приходько Е.В., Кинжибекова А.К., Карманов А.Е., Шупеева Ш.М. Анализ условий работы и механизмов разрушения футеровок высокотемпературных агрегатов. Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева. 2019. №3. С. 140-147.

2 Словиковский В.В., Гуляева А.В. Влияние режимов разогрева футеровок тепловых агрегатов и продолжительности хранения огнеупоров на стойкость огнеупорной кладки. Новые огнеупоры. 2015; (6): 9-13. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2015-6-9-13>.

3 Земляной К. Г. Служба огнеупоров. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 172 с.

4 Топливо и печи. Курс для агломератчиков. АО «Алюминий Казахстана», г.Павлодар. 2002, 125 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ АСПИРАЦИИ ЦЕХА ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ АО «АЛЮМИНИЙ КАЗАХСТАНА»

РАМАЗАНОВ И. Ж.

магистрант, ПГУ имени С. Торайгырова, г. Павлодар

НИКИФОРОВ А. С.

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

Загрязнение природной среды газообразными, жидкими и твердыми веществами, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, является одной из наиболее острых проблем на производственных объектах в Республике Казахстан [1, с. 62].

На протяжении последних лет сохраняется тенденция ежегодного увеличения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. К сожалению, превышение разрешенных норм выбросов в атмосферу допускается многими предприятиями в том числе и Павлодарским алюминиевым заводом, входящим в состав АО «Алюминий Казахстана», в свою очередь принадлежащего холдингу Eurasian Resources Group.

1. Проектируется циклон-разгрузитель для использования на первой ступени очистки для улавливания сухих неслипающихся (или