Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ I

Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 19 – 21 мая 2020 г.

выпуск 24

Под общей редакцией профессора М. В. Темлянцева

Новокузнецк
2020

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Темлянцев М.В.,
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,
д-р геол.- минерал. наук, профессор Гутак Я.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк : Издтельский центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. – Ч. I. Естественные и технические науки. – 480 с., ил. – 164 , таб. – 88.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2020

ЭКСПЕРИМЕНТПЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ОГНЕУПОРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ФУТЕРОВКИ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ И КОЛИЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ
Шавлов И.С. **322**

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ И ПРОМЫШЛЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ
Гефлинг В. С. **327**

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОВОЙ СТРУКТУРЫ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ
Кабанец А.Ю. **332**

МЕТОДЫ ОКУСКОВАНИЯ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
Калягина Е.А. **337**

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОКУСКОВАНИЯ ОКАЛИНЫ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Куликов Д.А. **343**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОТЛОАГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ «ТЕРМОРОБОТ» В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ
Табакова А.И. **348**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА В МЕТАЛЛУРГИИ
Домнин К.И. **353**

ПЕРЕВОД ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО
Бойко А.Р. **357**

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ
Красильников В.В. **361**

ОБЪЕКТЫ ГЕНЕРАЦИИ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ
Конышев Л.А. **366**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА ПВС АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОМЕННОГО ГАЗА
Леванов Д.В. **370**

ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ
Мицкевич И.И. **374**

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ЗА СЧЕТ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ
Турушпанова В.А. **378**

ОБЪЕКТЫ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ЗАПУЩЕННЫЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ
Фадеев В.В. **383**

ботка режима обжига. Оптимальное содержание шламов ОММ в составе шихты составляет 5–10 %. Упрочнение брикетов можно достичь и в процессе естественной выдержки, после которой масляно-асфальтовые соединения полимеризуются и упрочняют структуру брикетов. Полученная прочность брикетов недостаточна для стандартной величины прочности металлургического сырья (40-60 МПа). Для дальнейшего упрочнения брикетов потребуется введение некоторого количества более эффективного связующего, например жидкого стекла, часто используемого в металлургии.

Библиографический список

1. Евдокимов А.Ю. Комплексная схема переработки отработанных масел и смазок / А.Ю. Евдокимов А.Ю. [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия – 1990. 1. – С. 28–31.

2. Школьников В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / В. М. Школьников. – Москва : Химия, 1989. – С. 122-124.

3. Непогодьев А. В. Химический состав отработанного моторного масла / А. В. Непогодьев // ХТТМ. – 1974. – № 12. – С. 50-53.

4. Павловец В.М. Окатыши в технологии экстракции металлов из руд / В. М. Павловец. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – 345 с.

5. Павловец В.М. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы / В.М. Павловец. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – 334 с.

6. Павловец В. М. Развитие техники и технологии окомкования железорудного сырья в металлургии. – Новокузнецк: СибГИУ, 2019. – 386 с.

УДК: 662.99

ПЕРЕВОД ТВЕРДОТОПЛИВНЫХ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

Бойко А.Р.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: boyko.ar@bk.ru

В статье проводится обзор схемы перевода котла ДКВР 20/13 на газообразное топливо, преимущества и недостатки оборудования для сжигания топлива, а также дан анализ релевантности перехода с экологической и экономической точки зрения.

Ключевые слова: теплоэнергетика, экология, газ, котельное оборудование, топливо.

Основными проблемами котлов на твердом топливе были и продолжают оставаться: высокая стоимость топлива, количество вредных выбросов

в атмосферу, низкий КПД. Перевод котлов на газообразное топливо вызывает существенные изменения в работе котлов: резко увеличивается теоретическая температура горения, а, следовательно, и температура факела, которая прямо пропорциональна теоретической температуре горения. Увеличение температуры факела приводит к увеличению теплоотдачи в топке, так как она пропорциональна температуре в четвертой степени.

Для экранированных топок перевод на сжигание газообразного топлива позволяет уменьшить коэффициент избытка воздуха и приводит к увеличению теплоотдачи, уменьшению температуры продуктов сгорания на выходе из топки, снижению температуры уходящих газов и повышению коэффициента полезного действия (КПД).

При этом появляется ряд эксплуатационных преимуществ: возможность работы котлов в большом диапазоне изменения нагрузок, уменьшение расхода электроэнергии на собственные нужды, удлинение межремонтного периода, возможность широкого внедрения автоматизации процесса горения, улучшение условий труда и уменьшение числа обслуживающего персонала, снижение себестоимости выработки тепла, повышение культуры и санитарно-гигиенических условий эксплуатации котельных установок.

Для исследования был выбран котел ДКВР 20/13, так как данная модель является довольно распространенной, а различные вариации котлов ДКВР позволяют использовать их для любых задач. Также преимуществом использования данных котлоагрегатов является их цена и неприхотливость.

ДКВР 20/13 - это паровой котел вертикально-водотрубного типа, у которого имеется экранированная топочная камера. В его конструкцию входит также кипятильный пучок. Эти элементы конструкции выполняются по схеме "D". Отличительная черта данной схемы заключается в боковом расположении конвективной части устройства по отношению к его топочной камере.

Существует три схемы перевода котлов на газообразное топливо, а именно:

— полная замена на новую ПГУ (парогазовая установка);

— демонтаж угольного котла и установка вместо него газовой турбины с котлом-утилизатором, паровая турбина с некоторыми изменениями остается та же;

— перевод угольного котла на сжигание природного газа.

Последняя схема является самой выгодной, так как имеет минимальное воздействие на существующий цикл и, соответственно, наименьшие затраты на капитальный ремонт.

Перевод угольного котла на природный газ влияет на весь газовый тракт котла, будь то котел, работающий под давлением, или работающий под разрежением. Влияет на стехиометрию сгорания и количество воздуха для горения. С точки зрения состояния рабочего тела (вода и пар) тоже произойдут изменения: сместятся зоны насыщения и перегрева, скорости течения воды и пара в тракте. Современные газовые горелки способны сжигать при-

родный газ эффективно и полностью. Из-за отсутствия в нем серы, азота и золы, при сжигании природного газа образуется значительно меньшее количество выбросов NO_x, CO, соединений серы и твердых частиц, чем при сжигании угля или нефти.

Для варианта сохранения слоевых топочных устройств широкое применение получили схемы с подовыми и с вертикально-щелевыми горелками. Преимуществом подовых горелок являются простота устройства, дешевизна, надежность и бесшумность работы, возможность перевода слоевых топок на сжигание газообразного топлива без значительных переделок.

В последнее время при переводе котлов на газ широкое применение получили подовые двухтрубные горелки. Достоинством их по сравнению с однотрубными горелками является более активное участие воздуха в начальной стадии горения.

Недостатком подовых горелок является невозможность быстрого перехода со сжигания газообразного на твердое топливо без демонтажа горелочных устройств.

Ленгипроинжпроект разработал вертикально-щелевую горелку, применяемую для экранированных водотрубных котлов, горелка, которая по своей конструкции близка к подовой, но устанавливается на боковых стенах топки, что обеспечивает быстрый переход на сжигание резервного твердого топлива.

Однако, несмотря на все преимущества, при переводе котлов на газообразное топливо, придется столкнуться с необходимостью уменьшения предельно допустимых выбросов NO_x. Одними из самых эффективных методов являются:

- рециркуляция дымовых газов: 25-75%;
- селективное каталитическое восстановление: 90%;

Рассматривая перевод котла на газообразное топливо с точки зрения экономической выгоды, можно обратиться к данным по стоимости закупки разных видов топлива в Кузбассе. Средняя стоимость одной тонны каменного угля составляет 3700 рублей, расход угля 2,23 т/час. При КПД котла на угольном топливе, составляющем примерно 60%, эти цифры можно наглядно привести к некой величине, составляющей 8251 руб./час. Для газа средняя стоимость одной тысячи кубометров составляет 3426 рублей, а расход 2060 $м^3$/час., это соответствует величине в 7057 руб./час. КПД котла на газе составляет примерно 90%.

Из этого можно сделать вывод, что, несмотря на довольно крупные начальные затраты на переоборудование котла, данное действие является экономически выгодным.

При рассмотрении перевода котла на природный газ с точки зрения экологии, можно обратиться к таблице с удельными показателями выделения вредных веществ с дымовыми газами котлоагрегатов.

Таблица 1 - Удельные показатели выделения вредных веществ с дымовыми газами котлоагрегатов

Вид топлива	Удельные показатели выделения вредных веществ, кг/т, кг/тыс м^3			
	твердые частицы	оксид серы	оксид углерода	оксиды азота
Угли донецкие	67,6	50,4	49,0	2,21
кузнецкий	53,6	7,2	51,3	2,23
карагандинский	75,2	14,4	43,9	1,97
воркутинский	67,2	14,4	45,5	2,17
подмосковный	70,4	48,6	25,8	0,95
Торф	32,6	1,8	24,0	1,25
Дрова	21,2	–	30,1	0,78
Мазут высокосернистый	6,0	54,9	37,7	2,46
Мазут малосернистый	5,6	5,9	37,7	2,57
Печное бытовое топливо	6,0	56,8	37,7	2,61
Газ (на 100 м^3)	–	–	12,9	2,16

Из данных таблицы видно, что суммарный выброс вредных веществ в атмосферу от сжигания твердого топлива значительно превышает выброс от сжигания природного газа.

Перевод котла ДКВР 20-13 с твердого топлива на газообразное возможен несколькими способами и является одним из лучших решений сразу ряда проблем. Природный газ является более дешевым топливом, а также отличается от угля меньшими затратами на его транспортировку. Продукты горения угля могут быть опасны в больших концентрациях. Добыча угля дешевле добычи газа, однако, она сильнее загрязняет окружающую среду. КПД котлоагрегата при переводе на газ увеличивается более, чем в 1,5 раза, что позволяет использовать топливо более эффективно с меньшими затратами. Котел ДКВР 20-13, использующий природный газ в качестве топлива, является более экологически безопасным и экономически выгодным.

Библиографический список

1 Котлы серии ДКВР [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: https://dkwr.ru/, свободный (дата обращения 23.11.2019).

2 Бакулин В.Н. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология : Справочник / В.Н. Бакулин. – Москва : Московский энергетический институт (МЭИ), 2014. – 945 с.

3 Петров Д.В. Экономические вопросы энергосбережения и энергоаудита : Учебное пособие. – Раменское : ИПК ТЭК, 2012. – 72 с.

4 Семененко, Н. А. Котельные установки промышленных предприятий / Н.А. Семененко, Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев. – Москва : Государственное энергетическое издательство, 2018. – 392 с.

5 Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания

: Справочник. В 5 томах. Том 1 / Под рук. акад. В.П. Глушко . – Москва : Всесоюзный институт научной и технической информации, 2014**.** – 266 с.

УДК: 621.1.016

КОГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ НА ОСНОВЕ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Красильников В.В.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vitalik.krasilnikov@mail.ru

Рассмотрена работа когенерационной установки, в частности работающей при использовании двигателей внутреннего сгорания. Выявлены преимущества данного метода, а также предложены условия, при которых на предприятиях целесообразно использовать этот вид когенерации.

Ключевые слова: когенерация, электростанция, двигатели внутреннего сгорания, тепловая и электрическая энергия.

Когенерация — это комбинированное производство тепла и электроэнергии. На электростанции с применением технологии когенерации топливо используется для получения двух форм энергии — тепловой и электрической. Приставка «ко» в слове когенерация и означает комби. Проще говоря, когенерационная установка, показанная на рисунке 1, это тепловая электростанция.

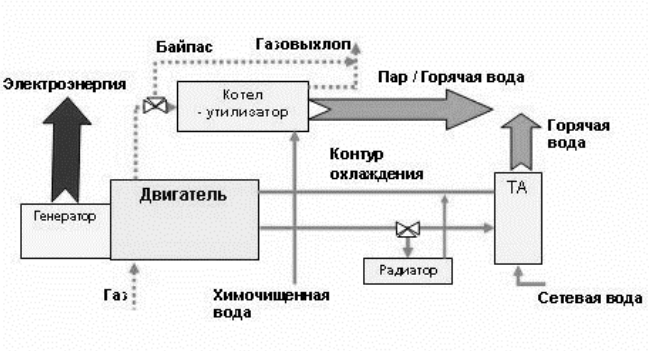

Рисунок 1 – Схема когенерационной установки

Когенераторные электростанции более эффективны в сравнении с электростанциями, производящими только электрическую энергию.

С технологией когенерации появляется реальная возможность использовать тепловую энергию, которая обычно улетучивается в атмосферу через градирни и вместе с дымовыми газами [1].

При использовании двигателей внутреннего сгорания (поршневых двигателей) возможна утилизация тепла смазочного масла, охлаждающей

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть I

Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых

Выпуск 24

Под общей редакцией	М.В. Темлянцева
Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина В.Е Хомичева

Подписано в печать 11.06.2020 г.
Формат бумаги 60х84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,2 Уч.-изд. л. 30,6 Тираж 300 экз. Заказ № 99

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ