

КЛЮЧЕВОЕ СОБЫТИЕ ОТРАСЛИ:

в центре внимания, в центре Москвы

Russian Oil&Gas Industry Week
НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

16-18 апреля 2018
Москва, ЦВК «Экспоцентр»
www.oilandgasforum.ru

18-я международная выставка
НЕФТЕГАЗ-2018

16-19 апреля 2018
Москва, ЦВК «Экспоцентр»
www.neftegaz-expo.ru

12+

реклама

Реклама



ЭВБР

3'18

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК РОССИИ
ENVIRONMENTAL BULLETIN OF RUSSIA

ТЕМЫ НОМЕРА

НЕФТЬ. ГАЗ. ХИМИЯ: ООС

Предупреждение разрывов трубопроводов, проложенных в вечной мерзлоте

Prevention of ruptures of the pipelines laid in permafrost

ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ

Об особенностях отчетности при расширенной ответственности производителя

About features of the reporting at expanded liability of the producer

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Современное использование наночастиц и экологическая нанобезопасность

Modern use of nanoparticles and ecological nanosafety

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛОНКА

Когда зарплату повышают со страху

When salary is raised from fear



ISSN 0868-7420 • Экологический вестник России • 3'2018 • 1-80

www.ecovestnik.ru

ВХОДИТ В СИСТЕМУ РОССИЙСКОГО НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ (РИНЦ)

О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ИРЛАНДИИ



А.Г. Морозов

Несмотря на то, что во многих странах ЕС работа большинства угольных шахт и разрезов остановлена, вопросы утилизации оставшихся угольных отходов так и не решены, прежде всего ввиду отсутствия экологически чистых и экономически эффективных технологий.

В минувшем году силами российской компании ООО «Амальтеа-Сервис» в Ирландии был реализован проект по утилизации угольных отходов в сушильной печи Заказчика. Проект представляет особый интерес с экологической точки зрения, поскольку в Ирландии действуют британские нормы по регулированию выбросов. Основным тренд в Великобритании и Ирландии – максимальный отказ от использования любого вида углеродосодержащего сырья. Кроме решения вопроса утилизации угольных отходов в проекте решалась задача снижения затрат на выработку тепла для сушки продукции, изготавливаемой Заказчиком.

Описание технического решения

До проведения реконструкции сушка осуществлялась за счёт сжигания сжиженного газа (LPG), цена которого на европейском рынке может достигать €500...600 за тыс.куб.м.

Объектом реконструкции является горизонтальная сушильная печь, в фронтальной части которой установлена газовая горелка мощностью около 1,5 МВт. В зависимости от нагрузки мощность горелки плавно регулируется.

Печь работает непрерывно, 7 дней в неделю, с периодическими технологическими остановками каждые 5...15 дней.

Общая идеология

Для решения задачи предложено выполнить мокрое измельчение сырья для получения жидкой и текучей водоугольной суспензии (ВУС, ВУТ) [1,2,3], которая затем будет сжигаться в вихревой горелке, установленной в торце сушильной печи.

Сырьём являются отходы угольных производств, накопленные на складах Заказчика в течение многих лет. Отходы представляют собой глинистую смесь фильтр-кека (filter cake) углей различных марок, а также нефтяного кокса. Из-за высокой вязкости фильтр-кека его невозможно равномерно подать в печь для сжигания – влажность этой угольной глины около 30...35%. Сушка сырья экономически нецелесообразна, а также сопряжена с риском взрывоопасности [1,2]. В сухом виде такое сырьё превращается в пыль, которая загрязняет всё пространство вокруг себя.

Сырьё

Усреднённое количество летучих в сырье составляет около 18%, усреднённая зольность – 12...15%, хотя возможны включения с зольностью до 30%.

Полученная ВУС представляет собой текучую жидкость и содержит частицы угля с размером не более 100мкм и влажностью 40...43%.

Технология подготовки ВУТ

Измельчение осуществляется в гидроударном узле мокрого помола (ГУУМП) [4], дополнительно выполняющего роль гомогенизатора. У Заказчика установлен ГУУМП второго поколения, включающий в себя помольную камеру с помольными элементами, двойную раму с виброизоляторами, металлоотделитель, насос на выдачу готового продукта, дозирующий конвейер сырья. Для соответствия нормам ЕС по оборудованию данного типа, автоматика и шкаф управления изготовлены австрийской Effective Energy Technologies GmbH.

Полученная ВУС представляет собой текучую жидкость и содержит частицы угля с размером не более 100мкм и влажностью 40...43%.

Хранение ВУТ

Заказчик последовал рекомендациям ООО «Амальтеа-Сервис» и гото-

вит ВУТ в объёме, необходимом для суточного сжигания. Соответственно, у Заказчика отсутствует необходимость применения особых мер по увеличению стабильности ВУТ.

Тем не менее, для оценки рабочих параметров была исследована стабильность полученного водоугольного топлива. Без применения каких-либо добавок суспензия сохраняла свою стабильность не менее 5-7 дней и могла быть использована для сжигания.

Таким образом, накопительная ёмкость ВУТ одновременно является расходной. Ёмкость находится в непосредственной близости с системой сжигания и на удалении от комплекса приготовления. Длина трубопровода от комплекса приготовления до расходной ёмкости составляет примерно 30 м.

Сжигание ВУТ

Как уже указывалось, для сжигания ВУТ применена вихревая горелка (вихревой предтопок), установленный перед фронтом сушильной печи. В передней части предтопка установлена газовая горелка, осуществляющая его предварительный нагрев.

ВУТ, накопленное в расходной ёмкости подаётся винтовым насосом в вихревую горелку. Полученное тепло вместе с продуктами горения поступают в печь, где происходит сушка продукции Заказчика.

В стенках горелки (предтопка) предусмотрены отверстия для подачи вторичного воздуха, формирующего вихрь внутри предтопка. Вихрь увеличивает время нахождения частиц топлива в горячей зоне, что особенно важно для сырья с низким объёмом летучих.

Достигнутые результаты

Температурная стабильность

Спецификой задачи для Заказчика важно является обеспечение высокой стабильности температуры в печи – отклонение должно составлять не более 5 градусов. Учитывая, что ВУТ является низкорекреационным топливом, динамика изменения температуры только за счёт изменения объёма подачи ВУТ может оказаться недостаточной. В связи с этим, ещё на фазе предпроектной проработки совместно с Заказчиком было принято решение сохранить газ (LPG) в объёме 20%. Результатом такого решения достиг-



Рис. 1. Исходное сырьё – смесь фильтр-кека различных марок, иногда с добавками нефтяного кокса



Рис. 2. ГУУМП - гидроударный узел мокрого помола

Таблица 1. Топливный баланс сушильной печи до и после реконструкции

Параметр	До реконструкции	После реконструкции (один из возможных режимов)
Расход сниженного газа, л/ч	214	80
Тепловой эквивалент, кВт	1423	532
Расход ВУТ, л/ч	0	0,22
Тепловой эквивалент, кВт	0	966

Андрей Геннадиевич Морозов, к.т.н., генеральный директор, ООО «Амальтеа-Сервис».



Рис. 3. Вихревая камера сгорания ВУТ установлена непосредственно перед печью Заказчика



Рис. 4. Выбросы от сжигания ВУС визуально не заметны!

нута стабильность в печи заказчика не хуже одного градуса!

Стоит отметить, что при использовании ВУТ в котельных установках требования быстрого изменения температуры обычно не возникают. Поэтому ВУТ может использоваться в качестве единственного источника тепла – применяемые вихревые горелки позволяют это сделать без постоянной подсветки иными видами топлива.

Интересно отметить, что первые три месяца эксплуатации перекачка

ВУТ от точки приготовления до расходной ёмкости осуществлялась насосами, имевшимися в наличии у Заказчика, но не подходящими для ВУТ – при повышении концентрации ВУТ насосы были не в состоянии перекачивать суспензию. В результате, для перекачки ВУТ первое время приходилось увеличивать влажность ВУТ до 53...55%. Даже при столь высокой влажности топлива вихревая горелка обеспечивала стабильное горение топлива с

долей газа в топливном балансе не более 35...40%.

Выбросы

При сжигании ВУС визуально не наблюдаются выбросы, а также отсутствует характерный запах от сжигания угля. Инструментальный анализ показывает полное сжигание угля.

Типовые значения выбросов при сжигании ВУТ из смеси углей:

- CO – 20...80 мг/м³
- NO_x – 30...130 мг/м³
- SO_x – не более 120 мг/м³ для большинства углей.

Все указанные величины не превышают значений выбросов, допустимых в странах ЕС.

Экономические параметры

Проект функционирует уже более 6 месяцев, произведено и сожжено несколько сотен ВУТ. Как показала практика использования ГУУМП фактические удельные затраты на приготовление ВУТ составляют примерно €7,5...8,0 за 1 тонну, включая затраты на расходные элементы и электричество. Энергозатраты на приготовление составляют 9...10 кВт*ч на 1 тонну ВУТ, примерная стоимость электричества в Ирландии €0,15/кВт*ч.

Данный проект является экономически окупаемым для Заказчика при доле ВУТ в топливном балансе не менее 50%. Фактическая доля ВУТ составляет 70...80%, при этом достигаются необходимая стабильность температуры и отдаваемая тепловая мощность. По предварительным оценкам срок окупаемости проекта с такими параметрами работы составляет около 9 месяцев.

Выводы

Технические, экономические и организационные аспекты данного проекта показывают, что при реальном желании Заказчика снизить свои затраты и выбросы, сроки реализации проектов минимальные. Например, с момента обращения Заказчика и демонстрации технологии на стенде Effective Energy Technologies GmbH в Австрии до подписания контракта прошло не более 5 недель. Срок реализации проекта составил 5 месяцев, из которых примерно 3 недели ушло на таможенное оформление оборудования в России и его доставку до Ирландии. Стоит отметить, что экс-

Таблица 2. Затраты на топливо для сушильной печи до и после реконструкции

Параметр	До	После	Комментарий
Потребление LPG, л/мес	81600	28560	Изменяется в зависимости от нагрузки
Цена LPG, за тыс.м3	€600	€600	Примерная цена
Затраты на LPG, в месяц	€48,960	€17,136	
Потребление ВУТ, т/мес	0	142.8	
Цена сырья для ВУТ, за 1т	€50	€50	Условная цена, т.к. сырьё является отходом
Себестоимость приготовления ВУТ, за 1т	€8	€8	
Затраты на ВУТ, всего, за месяц	€ -	€6,140.4	
ИТОГО затраты	€48,960.0	€23,276.4	
Экономия, в месяц		€25,683.6	
Экономия, в год		€256,836.0	Средняя загрузка - 10 месяцев в год

портёрам в РФ до сих пор приходится решать много организационных вопросов, которые замедляют и удорожают реализацию подобных проектов, поскольку основное количество участников внешнеэкономической деятельности в РФ сориентированы на импорт. Заметное содействие в оформлении экспортных документов оказала ТФК Инновационного Центра Сколково, резидентом которого является ООО «Амальтеа-Сервис».

Стадия проектирования для данного проекта была заменена обменом и обоюдным согласованием эскизных чертежей, где указаны схемы подключения оборудования и его габариты. Узел мокрого помола и вихревая горелка являются модульными элементами с высокой степенью стандартизации, что позволило избежать фазы подготовки рабочего проекта, принятого в РФ. С целью адаптации к сырью изменения, необходимые для стабильного горения топлива, что относится к внутренним работам Поставщика (ООО «Амальтеа-Сервис») и не требовало дополнительных согласований.

С учётом цены энергоносителей в ЕС данный проект оказался чрезвычайно эффективным с экономической точки зрения.

Эксплуатация системы подтвердила заложенные в паспорте оборудования характеристики: интервалы замены помольных элементов состав-

ляют примерно 5 недель, замена форсунок ещё не производилась.

Фактические затраты на подготовку ВУТ в точности соответствуют ранее достигнутому результату [1,2] и на сегодня являются самими низкими среди известных технологий топливоподготовки.

С сожалением стоит отметить скорость реализации подобных проектов в России, где использование ВУС актуально в районах с преобладанием мазута (Мурманская область, Дальний Восток, и др.), а также в регионах с низкоэффективным сжиганием угля в небольших котельных. Внедрение механизма ГЧП (концессий), безусловно, позитивный шаг для эффективного управления муниципальными котельными. Однако, рынок концессий всё ещё находится в стадии роста и внедрение технологий, отличающихся от стандартных, затрудняется. Производственные компании также предпочитают утилизировать (закапывать) различные отходы: кек, угольные отсеивы и другое. Например, в Красноярском крае, где стоимость угля не превышает 500 руб за тонну, экономически сложно обосновать внедрение любых сберегающих технологий, а ответственность за объёмы вредных выбросов в виде штрафов никак не стимулирует решать экологические проблемы. В результате, г. Красноярск признан одним из самых грязных городов мира.

Как показывает наш опыт, мировые тренды в тепло- и электрогенерации состоят в максимальном движении в сторону ВИЭ и применении нестандартных видов сырья в качестве топлива: отходы, биомасса и пр. Данные виды сырья, как правило, высокоинерционные и низкокалорийные, что подразумевает использование нестандартных технологий их сжигания. Считаем, что наши инженеринговые компании и интеграторы должны учитывать эти факторы для своего успешного развития.

Литература

1. Практические результаты сжигания водоугольного топлива. А.Г. Морозов. *Новости теплосбережения. 2015. № 6.*
2. Практические результаты измерения выбросов от сжигания ВУТ. Морозов А.Г. *Экологический вестник России. 2014. № 6*
3. Современные подходы к использованию водоугольного топлива. Архипкин О.О., Морозов А.Г. *Экологический вестник России. 2011. № 9.*
4. Гидродарные технологии для получения водоугольного топлива. Морозов А.Г., Коренюгина Н.В. *Новости теплоснабжения. 2010. № 7. С. 18.*
5. Российский опыт внедрения промышленной технологии производства водоугольного топлива. Морозов А.Г., Мосин С.И., Деягин Г.Н. *Новости теплоснабжения. 2008. № 9.*