

УДК 662.6.8

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОПОСЕЛЕНИЯ

Алексеев С.В., Мальцев Л.И., Кравченко И.В.

Институт теплофизики СО РАН, ООО «ПРОТЭН-ВУТ», г. Новосибирск

Когда говорят об экологическом жилье, то чаще всего говорят об экодумах, а не об экопоселениях. При этом соответственно больше говорят и об энергетике отдельного дома: об экономном энергопользовании, о способах сохранения тепла в доме, о способах генерации тепла - солнечных коллекторах, тепловых насосах, аккумуляторах тепла и т.д.

Но не меньшую роль должны играть, на наш взгляд, вопросы обеспечения теплом и электроэнергией поселений в целом.

Даже небольшие поселения, как правило, имеют учреждения муниципального характера: медпункты, клубы, предприятия общепита и т.д. Поэтому наряду с отоплением отдельных малых строений необходимо думать и о теплоснабжении зданий общественного назначения.

Эти проблемы решаются легко, если поселение располагается вблизи городов, имеющих централизованное водо-теплообеспечение и канализацию и ими можно воспользоваться. Вопросы по теплу решаются достаточно просто и в тех случаях, когда поселок может быть газифицирован. При наличии газа нетрудно организовать индивидуальное теплообеспечение даже и в достаточно больших зданиях. Например, в Канаде в городах практически все частные дома (и в два, и в три этажа) имеют индивидуальные отопительные системы на газе.

Здесь мы рассмотрим такой вариант, когда в поселении нет ни центрального теплоснабжения, ни газа, и в поселке выстраиваются общественная теплогенерирующая станция и система распределения тепла по поселку.

Наиболее употребительным видом топлива в малой теплоэнергетике является уголь, а производство тепла осуществляется в котлах со слоевым сжиганием угля. В силу существенного недожега угля и других причин, КПД таких котлов, как правило, не превышает 60-70%. Не всегда удовлетворительными оказываются и экологические показатели котельных (дым, заметное содержание угарного газа, окислов азота и серы в отходящих газах и т.д.).

Альтернативой слоевому сжиганию является технология сжигания угля в виде водоугольной суспензии (ВУС) или, другими словами, водоугольного топлива (ВУТ).

Технология сжигания угля в виде ВУС по сравнению с традиционными способами сжигания угля имеет целый ряд преимуществ: это увеличение степени выгорания горючей массы до 95–97%; увеличение КПД котлов до 85–87%; снижение себестоимости единицы вырабатываемой тепловой энергии в 1,5–5 раз, в зависимости от соотношения цен на уголь и другие энергоносители; возможность частичной или полной замены дорогостоящего мазута и других углеводородных топлив; возможность использования угольных шламов и отходов углеобогащения; взрывопожаробезопасность; возможность транспортировать ВУТ по трубопроводам; частичное решение экологических проблем - снижение вредных выбросов: окислов азота, окиси углерода, частиц летучей золы), повышенные возможности механизации и автоматизации работ в котельных.

ВУТ - технология включает в себя решение нескольких проблем: приготовление ВУТ, его хранение и транспортировка, сжигание. На рис. 1 представлена технологическая схема приготовления и сжигания ВУТ.

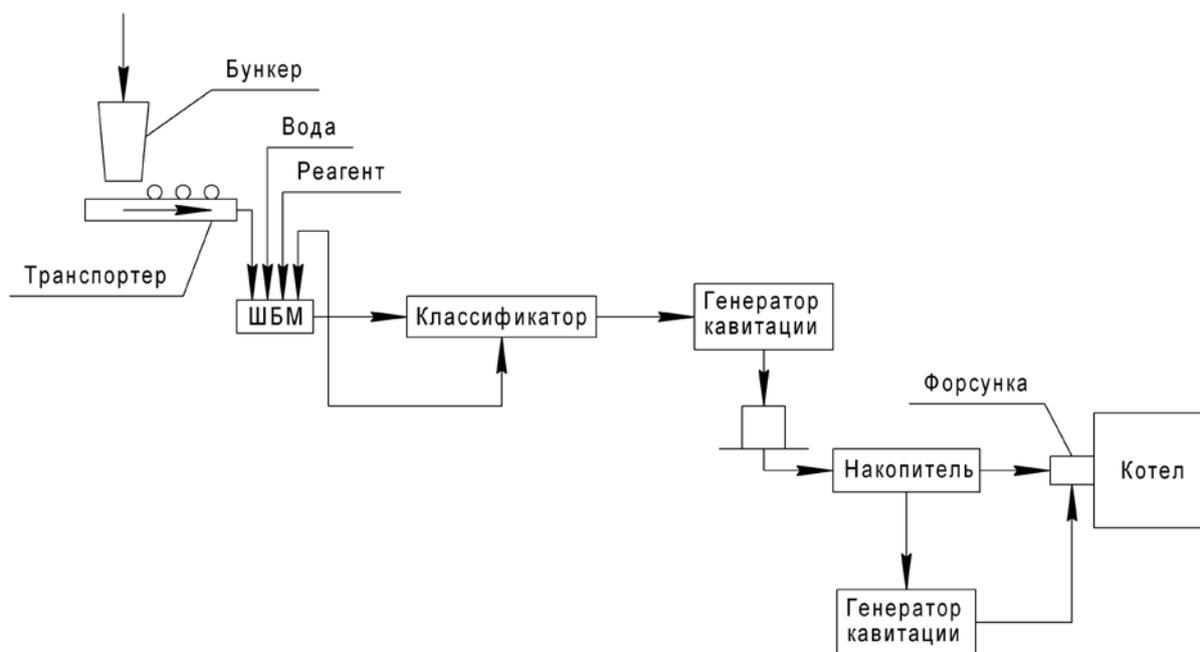


Рис. 1.

Коротко рассмотрим элементы ВУТ – технологии.

Приготовление ВУТ

Одним из основных звеньев в технологии приготовления ВУС является измельчение угля, которое позволяет регулировать распределение размеров частиц конечного продукта, что в свою очередь, влияет на реологические свойства ВУС, определяет характер течения структурированной системы и его горение. Показано, что заметное улучшение характеристик ВУС достигается при получении достаточно большого количества тонкой фракции твердого материала.

Нами применяется двух-стадийная «мокрая» технология производства ВУТ. На первом этапе используются наиболее экономичные при крупномасштабном производстве измельчающие устройства - шаровые барабанные мельницы. На втором этапе полученную водоугольную суспензию подвергают кавитационной обработке. Для этих целей авторами разработан гидродинамический роторный генератор кавитации, использующий эффекты кластерной кавитации [1].

Описанная технология приготовления ВУТ позволяет получить топливо с приемлемыми для сжигания характеристиками: состав - измельченный уголь (60 – 70%) + вода (30 – 40%) + пластификатор (до 1%); средний размер частиц - 50 – 70 мкм (до 120 мкм); динамическая вязкость – до 800 - 1000 сП; седиментационная устойчивость - не менее 30 дней хранения без расслоения.

Хранение и транспортировка

Участок для приготовления ВУТ может располагаться непосредственно при котельной. Однако в определенных условиях, например, в том случае, если на расстоянии до 50-70 км от котельной располагается крупное производство ВУТ, топливо может доставляться с завода специальными цистернами-термосами. Опыт показывает полную состоятельность такого варианта.

При непрерывной работе котла 30-дневный запас топлива вполне достаточен для нормальной работы котельной. В случае необходимости срок хранения ВУТ может

быть увеличен и до нескольких месяцев с помощью применения специальных стабилизирующих добавок или путем увеличения дисперсности помола угля.

Сжигание ВУТ

Водоугольное топливо содержит более 30% воды и вопрос выбора топочного устройства для сжигания такого топлива исключительно важен. Топливо, в виде капель попавшее в топку, должно пройти стадии испарения воды и сушки частиц угля, воспламенения угля и, наконец, его горения. Реактор, предназначенный для сжигания ВУТ, должен обеспечивать достаточно большое время пребывания частиц топлива в камере горения, интенсивное перемешивание топлива и окислителя и поддерживать необходимо высокую температуру во всем объеме камеры горения. Очевидно, что такие условия надежно могут быть получены только в теплоизолированных топочных камерах – муфельных печах.

Авторами предложены и опробованы вихревые топочные устройства, ориентированные на сжигание ВУТ в котлах малой и средней мощности [3, 4]. Устройства содержат футерованные камеры горения и утилизаторы тепла, сообщающиеся между собой посредством газоперепускных окон или каналов. На стенках камеры горения смонтированы форсунки, осуществляющие как раздельную, так и совместную подачу ВУТ и других видов топлива и первичного окислителя и дутьевые сопла с тангенциальной подачей воздуха.

При сжигании жидких топлив важное место занимают устройства для распыливания топлива – форсунки. На основе применения результатов исследования взаимодействия газовых, жидких и газожидкостных струй, с использованием эффекта Коанда и свойств кумулятивных струй, разработана высокоэффективная абразивоустойчивая пневматическая форсунка [5].

Опыт авторов по внедрению ВУТ-технологии

На Заводе «Корпорации ПРОТЭН» (г. Новосибирск) построены три пилотные котельные установки мощностью 1,5, 3 и 7 МВт на водоугольном топливе. Последняя установка создана на базе Бийского котла КЕ 10-14, изначально ориентированного на слоевое сжигание углей. В перечисленных котлах было организовано сжигание ВУТ, приготовленного из кузнецких углей марки Г и Д, антрацита, угольных шламов и шламов антрацита, отходов углеобогащения кузнецких углей. Испытания показали, что каждый из перечисленных продуктов может быть принят в качестве исходного материала для приготовления ВУТ. Коэффициент выгорания углерода достигает 95%. КПД котлов принимает значения порядка 85 – 87 %. Характеристики уходящих газов приближаются к характеристикам мазутных котельных. На рис. 2 представлена фотография Бийского котла КЕ 10/14, переведенного на ВУТ. На рис.3 показан, как горит водоугольное топливо.

В заключение можно отметить, что предлагаемая технология сжигания угля допускает когенерацию - помимо генерации тепла дополнительное производство электроэнергии.



Рис. 2.

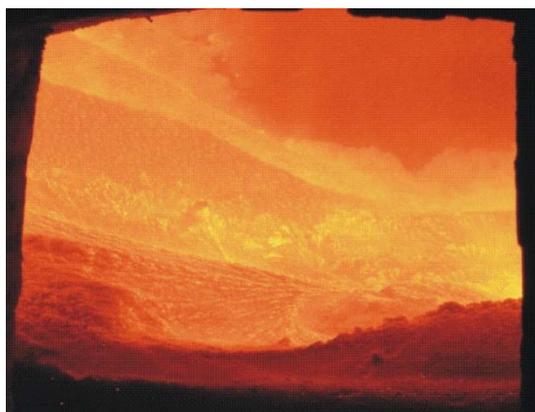


Рис. 3.

Литература

1. Патент РФ № 2346733. Генератор кавитации. 2009г.
2. Патент РФ №87700. Технологическая линия для производства ВУТ и его сжигания. 2009.
3. Патент РФ № 2389945. Топочное устройство для сжигания жидкого топлива. 2010.
4. Патент РФ № 2389948. Устройство для сжигания водоугольного топлива. 2010.
5. Патент РФ № 2346756. Пневматическая форсунка.2009г.