

ВОДОУГОЛЬНОЕ ТОПЛИВО В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**Лысак Д.В., Ростовщикова Д.В., Перминова Л.Г.****Научный руководитель – доцент Перминова Л.Г.*****Сибирский Федеральный университет******Межинститутская базовая кафедра******«Электрохимический учебно-научно-производственный комплекс»******г. Зеленогорск***

Известно, что разведанных мировых запасов угля как минимум 1 триллион 500 млрд. тонн. Этого количества при современных темпах добычи хватит на 300 лет. Однако, сжигать уголь по старым технологиям экологически не безопасно, так как слишком много вредных и опасных составляющих присутствует в «угольном» дыме.

В связи с этим встает необходимость защитить атмосферу и население от дымовых выбросов угольных ТЭС. Это достигается переходом на новые технологии сжигания угля. Весьма перспективной в экологическом отношении является технология сжигания водоугольной суспензии или водоугольного топлива – нового вида органического топлива на основе угля.

Сжигание угля в форме водоугольного топлива (ВУТ) обладает рядом экономических, экологических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с пылевидным и, особенно, слоевым сжиганием.

Применение ВУТ позволяет увеличить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, уменьшить взрывоопасность тонкодисперсной угольной пыли на энергетических котлах, снизить количество выбросов в атмосферу оксидов азота и оксидов серы.

Технология сжигания ВУТ практически безотходно. Мелкие частицы в составе суспензии ВУТ размером от 50 микрон и меньше либо целиком сгорают в топке, либо принципиально не горят (оксиды металлов). В вихревом потоке они сталкиваются с препятствиями (стенками), теряют энергию и попадают в устройства золоотделения. Все летучие и горючие частицы полностью сгорают в топке, в отходах остаются лишь зола в виде мелкодисперсных частиц оксидов металлов, поскольку при температуре горения, ниже 1100° С они не спекаются между собой. Зола может быть утилизирована на 100%, например, в производстве строительных материалов или на цементном заводе, что позволяет полностью решить проблемы с отходами от сгорания ВУТ. Задача состоит в её дальнейшей переработке в новый дорогостоящий промышленный продукт, который дороже самого потребленного угля.

Типовой состав золы, полученной из ВУТ: $\text{SiO}_2 \approx 58.0\%$; $\text{Al}_2\text{O}_3 \approx 20.3\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 \approx 6.1\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 \approx 0.27\%$; $\text{CaO} \approx 2.5\%$; $\text{MgO} \approx 1.6\%$; $\text{Na}_2\text{O} \approx 0.63\%$; $\text{K}_2\text{O} \approx 2.3\%$; $\text{BaO} \approx 0.21\%$; $\text{MnO} \approx 0.11\%$; $\text{TiO}_2 \approx 0.81\%$; $\text{WO}_3 \approx 0.02\%$, а также редкоземельные металлы ($\text{ZrO}_3 \approx 730$ г/т ; $\text{La}_2\text{O}_3 \approx 92$ г/т ; $\text{Ce}_2\text{O}_3 \approx 117$ г/т ; $\text{Y}_2\text{O}_3 \approx 76$ г/т ; $\text{Sc}_2\text{O}_3 \approx 77$ г/т). Количественный и качественный состав полученной золы указывает на возможность получения из неё дорогостоящих металлов.

Оценим главный элемент обоснования внедрения ВУТ – экономическую эффективность затрат. Стоимость топливной составляющей для производства 1 Гкал тепла, с учетом цен на топливо в европейской части России по состоянию на декабрь 2005 г., представлена на гистограмме (см. рис. 1). Из гистограммы следует, что самое дешевое топливо-это ВУТ из шлама и угля

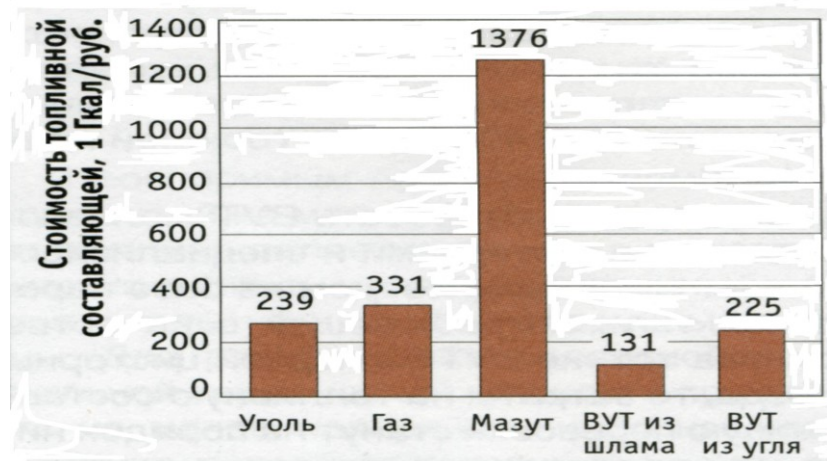


Рис. 1.

Самый успешный в России опыт состоял в транспортировке ВУТ из г. Белово и его сжигании на новосибирской ТЭЦ-5. Был выполнен значительный объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по тематике ВУТ в период 1980-1995 гг. В 1989 г. Был запущен транспортный топливно-энергетический комплекс опытно-промышленный углепровод (ГТТЭКОПУ) Белово – Новосибирск (ТЭЦ-5), схема которого приведена на рис. 2.

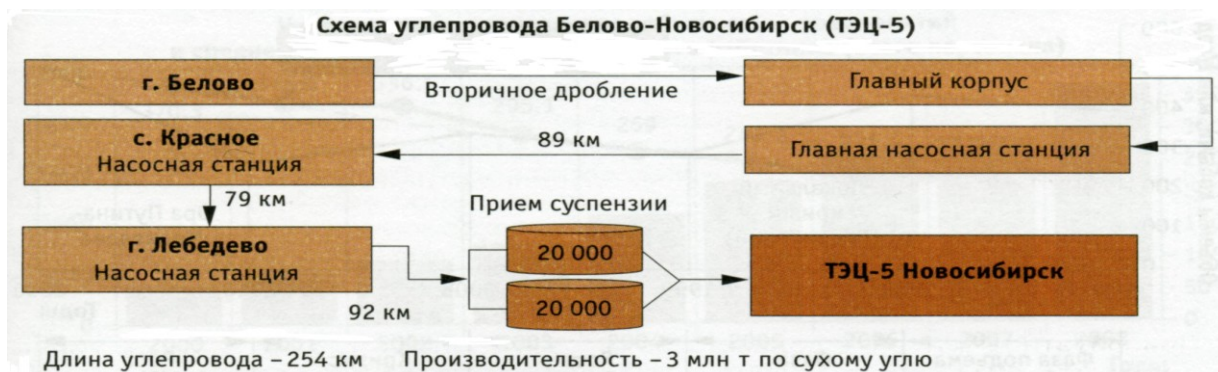


Рис. 2.

В результате эксплуатации ГТТЭК ОПУ был обнаружен ряд технических ошибок, которые были последовательно устранены. Можно утверждать, что технология приготовления, гидротранспортирования и прямого сжигания ВУТ успешно прошла промышленные испытания.

Высокие энергозатраты на приготовление ВУТ по традиционной схеме производства объясняются, прежде всего, тем, что основным способом механического диспергирования угля как в России, так и во всем мире является мокрый помол во вращающихся шаровых, стержневых или вибрационных мельницах. В силу особенностей механических процессов помола в мельницах раздавливающе- истирающего действия, непосредственно на измельчение тратится от 2 до 20 % всей подведенной энергии. По имеющимся практическим данным, энергозатраты на мокрый помол в вибромельницах составляют не менее 55 кВтч на тонну продукта.

Серьезным недостатком вибрационных мельниц также является крайне неоднородный зерновой состав продукта помола, который содержит и переизмельченные час-

тицы и напротив слишком крупные зерна. Поэтому в традиционных технологических схемах производства ВУТ в основном используется замкнутый цикл помола, когда полученная суспензия подвергается сепарированию с последующим домолом выделенных крупных зерен. Всё это в совокупности с необходимостью добавки пластификаторов усложняет технологический процесс и увеличивает себестоимость ВУТ.

ООО «Амальтеа-Сервис» совместно с машиностроительным предприятием «ТЕХПРИБОР» разработана оригинальная технология приготовления водоугольного топлива на основе гидроударной установки мокрого помола (ГУУМП), представленной на рис.3. Для измельчения минерального сырья в дезинтеграторе мокрого помола (ДМП) используется свободный удар.

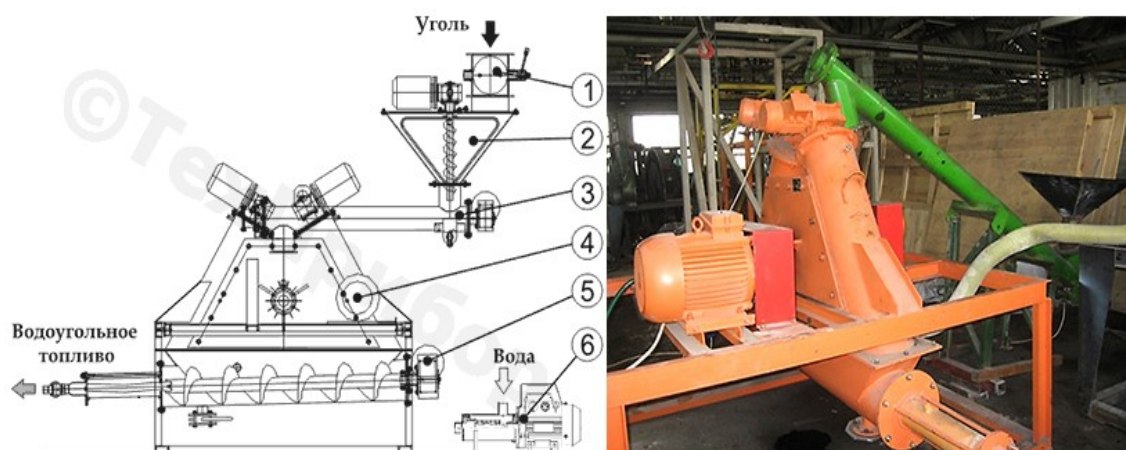


Рис. 3.

1 – дисковый затвор ДЗ- 260, 270 Р; 2 – шнековый дозатор угля в контейнер подачи ДМП (1,1 кВт); 3 – винтовой контейнер загрузки ДМП (ВК-147 Б, 1000 С-ТП- МИ 75, 7,5/187 (3 кВт); 4 – узел мелкого помола (39,2 кВт); 5 – героторный насос на выдачу готового продукта (5 кВт). 6 – героторный насос на подачу воды в ДМП (0,37 кВт); суммарная мощность участка 45,67 кВт.

Для экспериментов использовался бурый уголь марки Б2 Канско-Ачинского бассейна (месторождение Назаровское, зольность $A_d=8\%$). Полученная суспензия сохраняла стабильность на протяжении 5 суток без применения дополнительных добавок-стабилизаторов, перемешивания и коррекции грансостава. Очевидно, что только коррекция грансостава позволит повысить стабильность не менее чем до 30 суток без применения стабилизаторов, а при регулярной рециркуляции ВУТ в ёмкости (раз в неделю) – до нескольких месяцев.

При обогащении углей на углеобогащательных фабриках образуется значительное количество угольных шламов. Хотя шламоотстойники и гидроотвалы постоянно разгружаются, количество шламов не уменьшается и проблема их переработки по-прежнему остается актуальной и привлекает внимание многих исследователей. Из угольных шламов можно получать водоугольное топливо. Особый интерес представляют процессы, основанные на эффекте Ребиндера при диспергировании твердой фазы в среде растворителя, когда проявляются самые значительные адсорбционные эффекты. Загружая в мельницу угольный шлам с исходной фракцией 0-3 мм и получая при мокром измельчении на выходе угольную суспензию со средним размером дисперсной фазы 20 мкм, можно добиться значительного адсорбционного эффекта воды на поверхности дисперсной фазы. Было установлено, что в статических условиях такая дисперсная

система быстро расслаивалась, но агрегации твердой фазы не наступало даже в процессе хранения в течении месяца (рис. 4). Наличие адсорбционной пленки воды на поверхности тонкодисперсной фазы препятствует агрегации частиц.

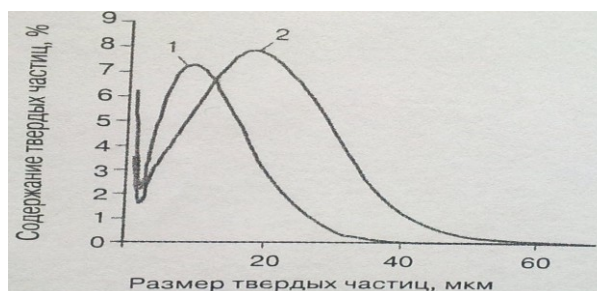


Рис. 4. Дисперсный состав водоугольной суспензии: 1-свежеприготовленной состав, 2- после хранения в течении месяца

Добавляя пластификатор, можно получить стабильное ВУТ из угольных шламов, которое не расслаивается при хранении в емкостях в течение месяца (регламентный срок хранения). Технология его приготовления взрыво- и пожаробезопасна, а главное – позволяет значительно снизить вредные выбросы в окружающую среду.

Ученые научно-производственной компании ЗАО «Компомаш-ТЭК» разработали технологию и оборудование для производства водоугольных смесей нового поколения, при использовании которых энергозатраты не превышают 20 кВтч. Водоугольные смеси содержат примерно 60% угля и 40% воды. Размеры частиц в смеси очень малы и не превышают 3 микрометра. Смесь остается стабильной и не расслаивается в течение года. В процессе приготовления уголь подвергают так называемой механохимической обработке, повышающей его реакционную способность при сжигании. В итоге уголь в смеси сгорает полностью, что исключает образование угарного газа, а содержание частиц сажи и окислов азота в продуктах сгорания на порядок ниже предельно допустимых норм. В смеси можно добавлять специальные дешевые присадки для увеличения текучести, стабильности, увеличения степени связывания серы при сжигании топлива, а также уменьшения температуры его замерзания. Необходимо также отметить, что для приготовления топлива применяется СВЧ- излучение. При этом происходит измельчение только органической части угля, но не его минеральной части.

Неправильно считать, что ВУТ горит после того, как из его состава испарится вода. Горение ВУТ начинается с гетерогенных реакций на первом этапе ещё до испарения воды. При температурах около 900 °С вода разлагается на ионы H^+ и OH^- , создавая, таким образом, условия для гетерогенных реакций. Именно данные реакции приводят к снижению температуры воспламенения ВУТ по сравнению с исходным углём. На сегодня можно выделить три основных способа горения ВУТ: факельное (камерное), в кипящем слое и в вихревых топках.

В заключение следует отметить: Применение ВУТ позволяет увеличить эффективность сжигания угля, утилизировать угольные шламы, уменьшить взрывоопасность тонкодисперсной угольной пыли на энергетических котлах, снизить количество выбросов в атмосферу оксидов азота и оксидов серы.