

УДК 541.183:622.33+622.693

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ

Борук С.Д.

*Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича, Черновцы, Украина
E-mail: fedoram37@gmail.com*

Исследовано влияние природы модификатора на реологические свойства, седиментационную и агрегативную устойчивость концентрированных дисперсных систем на основе бурого угля. Предложен технологический режим получения суспензионного топлива на основе бурого угля путем проведения его предварительной модификации органическими веществами. Показана возможность применения таких систем в качестве энергоносителя.

Ключевые слова: бурый уголь, высококонцентрированные водо-угольные суспензии, реологические свойства.

ВВЕДЕНИЕ

Бурый уголь долгое время не имел большого товарного спроса, и использовался, как правило, только в районах, где расположены его основные месторождения. Это было обусловлено нерентабельностью транспортировки малокалорийного энергоносителя на большие расстояния. В конце XX столетия в Украине были сделаны попытки создания высококонцентрированных суспензий на основе бурого угля с целью его транспортировки с помощью трубопроводного транспорта [1–3]. Вопрос о непосредственном применении полученных суспензий как топлива, в связи с низкой теплотворной способностью бурого угля и низким содержанием в нем летучих веществ, не рассматривался. Для получения водо-угольных суспензий на основе бурого угля пригодных для непосредственного сжигания в топках котлоагрегатов необходимо повысить энергетическую ценность получаемых систем. Были проведены успешные попытки создания высококонцентрированных угольных суспензий с применением в качестве дисперсионной среды отходов нефтепереработки и производства ряда органических растворителей.

Наличие большого количества связанной воды снижает теплоту сгорания бурых углей, поэтому для получения ВУС с необходимыми теплофизическими характеристиками необходимо учитывать содержание воды в исходном сырье. В присутствии воды температура максимумов экзо-эффектов смещается в сторону более низких температур, возрастает скорость тепловыделения [4, 5]. Для снижения естественной влажности бурых углей с целью дальнейшего их использования для приготовления ВУС целесообразно проводить предварительную сушку исходного угля с дальнейшей его модификацией легковоспламеняющимися веществами.

Проведение такой модификации позволяет увеличить содержание в системе топливной составляющей, не увеличивая содержание дисперсной фазы.

Исходя из физико-химических характеристик бурого угля возможно два пути применения энергетических добавок:

- непосредственное применение в качестве дисперсионной среды, или смешивание с водой, на которой проводится помол;
- модифицирование частиц бурого угля после предварительной просушки, путем заполнения внутренних пор частиц дисперсной фазы.

В работе рассмотрен вопрос создания водо-угольного топлива на основе бурого угля путем проведения его модификации легковоспламеняющимися веществами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Как объект исследования использовался бурый уголь марки «Б», Александрийского месторождения. Бурый порошок, зольностью 22,5 %, влажностью 14,3 %. Размеры частиц 0,1–5 мм

Как показали проведенные исследования, поглощение модификатора происходит как внутренними порами частиц угля, так и их и поверхностью. Количество поглощенного вещества показало, что бурый уголь характеризуется большим объемом внутренних пор. Причем природа вещества модификатора незначительно влияет на поглощающую способность частиц бурого угля, что свидетельствует о неупорядоченном строении поверхности его частиц и наличии пор разного диаметра и объема. В среднем поглощающая способность составляет 0,8 мл на 1 г угля. Увеличение размеров молекул модификатора в ряду вода – этанол – бутанол – сивушные масла приводит к незначительному уменьшению количества поглощенного вещества. При увеличении размеров молекул модификатора увеличивается их часть, адсорбированная поверхностью частиц, о чем свидетельствует появление характерного блеска поверхности частиц и результаты экспериментов по отмыванию адсорбированного вещества другими растворителями. При проведении модификации нефтью ее большая часть адсорбируется именно поверхностью частиц, и при достижении насыщения образовывается конгломерат частиц, связанных между собой адсорбционными слоями молекул нефтяных углеводородов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Получены системы с концентрацией дисперсной фазы 30 %, на основе не модифицированного и модифицированного бурого угля, общая характеристика которых приведена (табл. 1). Как видно из данных, приведенных в Таблице, модификация дисперсной фазы этанолом, бутанолом и сивушными маслами мало влияет на вязкость получаемых систем по сравнению с холостым экспериментом. Данные системы характеризуются пониженной седиментационной устойчивостью, в первую очередь при применении модификаторов ограниченно растворимых в воде. Изменение вязкости полученных систем вызвано как модификацией поверхности частиц дисперсной фазы за счет образования адсорбционных слоев, так за счет изменения характеристик дисперсионной среды за счет попадания в нее молекул модификатора как с поверхности частиц, так и из внутренних пор, при разрушении

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ БУРОГО УГЛЯ

частиц во время помола. В случае применения ограниченно растворимых в воде модификаторов (бутанол, сивушные масла) происходит образование эмульсии. Изменение характеристик поверхностного слоя частиц и свойств дисперсионной среды влияет на интенсивность взаимодействия между частицами, степень структурирования системы, и, в конечном счете, на вязкость получаемых систем. При модифицировании исходного угля чистыми веществами (этанол, бутанол) вязкость получаемых систем несколько возрастает, в то время как при модификации сивушными маслами, которые представляют собой смесь спиртов и их производных разной молекулярной массы и строения, происходит незначительное снижение вязкости. Полученные результаты подтвердили, что вещества, предлагаемые в качестве пластификаторов при получении высококонцентрированных водоугольных суспензий, должны содержать низко- и высокомолекулярные компоненты.

Установлено, что применение ограничено растворимых модификаторов приводит к образованию эмульсии, что сопровождается расслоением суспензий при отсутствии перемешивания, потерей седиментационной устойчивости. На поверхности системы образуется слой вещества-модификатора. Угольная составляющая (дисперсная фаза суспензий) остается в водноспиртовой части. При повторном перемешивании система быстро восстанавливает свои характеристики, причем рост вязкости, при хранении в герметической посуде, не наблюдается.

Таблица 1
Характеристики суспензий на основе модифицированного бурого угля

Состав	Концентрация твердой фазы, % (мас)	Концентрация топливной составляющей % (мас)	Вязкость Па*с	Седиментационная устойчивость, сутки
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Пластификатор – 1,2 г	30	23,25	1,22	4,5
Бурый уголь – 120 г; Этанол – 96 г; Вода – 184 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	1,35	4,0
Бурый уголь – 120 г; Бутанол – 96 г; Вода – 280 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	1,42	2,5
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Сивушные масла – 96 г; Пластификатор – 1,2г	30	47,25	1,12	3,0
Бурый уголь – 120 г; Вода – 280 г; Нефть – 96 г; Пластификатор – 1,2 г	30	47,25	3,9	12

Изменение реологических характеристик и седиментационной устойчивости получаемых систем обусловлены процессами адсорбции–десорбции молекул веществ-модификаторов с поверхности угольных частиц, а также из пор, при разрушении частиц дисперсной фазы. Интенсивность помола при применении всех исследуемых веществ (кроме нефти), увеличивается, вероятно за счет увеличения адсорбционной составляющей расклинивающего давления, время помола сокращается до 20 минут.

Суспензии, полученные на основе угля модифицированного нефтью, характеризуются значительной вязкостью и высокой седиментационной устойчивостью. Это обусловлено образованием в системе пространственной структуры, вследствие интенсивного межмолекулярного взаимодействия макромолекул нефти и угля. Такие системы сохраняют структуру во времени, но их транспортировка по трубам невозможна.

Одной из основных характеристик топлива является температура его загорания. Установлено, что суспензии, полученные на основе бурого угля модифицированного этанолом, бутанолом и сивушными маслами легко загораются. Данные системы характеризуются также значительно большей степенью выгорания топливной составляющей, сравнительно со сжиганием бурого угля в твердом виде (табл. 2).

Таблица 2

Степень выгорания топливной составляющей бурого угля при сжигании в твердом виде и виде концентрированной суспензии

Образец	Масса образца (г)	Масса сухого вещества (г)	Масса топливной составляющей до сжигания (г)	Масса золы после сжигания (г)	Масса топливной составляющей после сжигания (г)	Степень выгорания топливной составляющей (%) *
Бурый уголь (W=14%)	20	17,2	13,3	5,7	1,8	86,5
ВУС на основе бурого угля (немодифицирован)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,65	0,25	99,0 / 97,9
ВУС на основе бурого угля (модифицирован этанолом)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,6	0,2	99,2 / 98,3
ВУС на основе бурого угля (модифицирован бутанолом)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,62	0,22	99,1 / 98,2
ВУС на основе бурого угля (модифицирован сивушными маслами)	50	15	23,6 (11,6+12)	3,58	0,18	99,4 / 98,5

Примечание: * – степень выгорания определяли от общей количества топливной составляющей (первое значение) и от угольной топливной составляющей (второе значение).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили предложить технологический режим получения суспензионного угольного топлива на основе бурого угля путем проведения его предварительной модификации и показали возможность его использования в качестве энергоносителя. Полученное топливо можно рекомендовать для применения как альтернативного котельного и печного топлива в коммунальном хозяйстве, а так же для ряда тепло- и энергогенерирующих предприятий.

Список литературы

1. Тамко В.А. Использование углистых глин Днепропетровского Буроугольного бассейна / В.А. Тамко, В.И. Саранчук, И.И. Швец // Углекимический журнал. – 2001. – № 3–4. – С. 6–11.
2. Баранова М.П. Влияние влажности бурого угля на свойства высококонцентрированных водоугольных суспензий / М.П. Баранова, Б.Н. Кузнецов // Химия твердого топлива – 2003. – № 6. – С. 20–26.
3. Егурнов А.И. Влияние модификации поверхности частиц бурого угля на физико-химические и эксплуатационные свойства суспензий на его основе / А.И. Егурнов, С.Д. Борук, А.С. Макаров // Збагачення корисних копалин. Науково-технічний збірник. – 2009. – Вип. 36(77)/37(78). – С. 142–149.
4. Пестряков Б.В. Расчет динамических параметров адсорбированной воды в каменных углях и антрацитах по данным ЯМР-1Н / Б.В. Пестряков // Химия твердого топлива. – 1986. – № 6. – С. 6–9.
5. Нешин Ю.И. Влияние воды на склонность к окислению термообработанных бурых углей / Ю.И. Нешин, В.А. Сухов, А.Ф. Луковников // Химия твердого топлива. – 1981. – № 3. – С. 50–53.
6. Влияние жидкой среды на прочность и диспергируемость угля / Е.Д. Щукин, С.И. Конторович, А.И. Бессонов [и др.] // Коллоид. журн. – 1987. – № 4 – С. 728–737.
7. Макаров А.С. Фізико-хімічні основи одержання висококонцентрованих водовугільних суспензій / А.С. Макаров, І.П. Олофінський, Т.Д. Дегтяренко // Вісник АН УРСР. – 1989. – № 2. – С. 65–75.
8. Филипенко Т.А. О влиянии добавок разжижителей и гранулометрического состава водоугольных суспензий на их реологические свойства / Т.А. Филипенко, В.Л. Басенкова, И.В. Ильинская // Химия твердого топлива. – 1989. – № 5. – С. 104–109.
9. Маляренко В.В. Электроповерхностные свойства вспененных концентрированных суспензий кремнезема и угля / В.В. Маляренко, А.С. Макаров // УХЖ. – 2000. – Т. 66, № 10. – С. 84–87.

Борук С.Д. Отримання водо-вугільного палива на основі бурого вугілля / С.Д. Борук // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 185-189.

Досліджено вплив природи модифікатора на реологічні властивості, седиментаційну і агрегативну стійкість концентрованих дисперсних систем на основі бурого вугілля. Запропоновано технологічний режим отримання суспензійного палива на основі бурого вугілля шляхом проведення його попередньої модифікації органічними речовинами. Показана можливість застосування таких систем як енергоносія.

Ключові слова: буре вугілля, висококонцентровані водовугільні суспензії, реологічні властивості.

Boruk S.D. Production of water-coal fuel from the brown coal / S.D. Boruk // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 1. – P. 185-189.

An influence of the modifying agent nature on rheological characteristics, sedimentation and aggregation stability of the highly concentrated water-coal suspensions based on the brown coal has been investigated. A technological scheme of the water-coal fuel production through the brown coal modification has been proposed. Such water-coal fuel can be used as an energy carrier.

Keywords: brown coal, highly concentrated water-coal suspensions, and rheological characteristics.

Поступила в редакцію 21.03.2011 г.