

**А.И. ЕГУРНОВ**, канд. техн. наук  
(Украина, Днепропетровск, ООО "АНА-ТЕМС"),  
**С.Д. БОРУК**, канд. хим. наук, **Н.Н. ТРОЯНОВСКАЯ**  
(Украина, Черновцы, Черновицкий национальный университет)

## **ПОЛУЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО УГЛЕРОДНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ**

Обеспечение энергетической безопасности страны требует быстрого и рационального перевода экономики страны на собственные, дешевые энергоресурсы. Единственной реальной альтернативой нефти и газу на Украине является уголь. Вместе с тем, на данный момент, в значительной степени выработаны мощные и богатые угольные пласты, расположенные на небольшой глубине. Это приводит к необходимости разрабатывать более бедные, глубокозалегающие, с высоким содержанием пустой породы пласты, а так же более широко использовать бурый уголь, отходы углеобогащения и другие вторичные энергоресурсы.

Украина располагает значительными запасами низкокалорийных углей, широкое и эффективное применение которых позволит значительно расширить энергетическую базу страны [1]. Сырьевая база низкокалорийного топлива также постоянно расширяется за счет отходов углеобогащения. Углеобогащение, в первую очередь высокозольных углей, сопровождается образованием значительного количества шламов. Так, только на территории Донецкой области в виде терриконов накоплено порядка 3 млрд тонн твердых отходов с содержанием топливной составляющей 54-70%, 120 млн тонн – в виде шламов в гидростойниках. Такие отходы обладают способностью к самовозгоранию и содержат экологически опасные вещества, которые были выделены из угля при проведении обогащения. Хранение таких шламов в виде терриконов нерентабельно с экономической точки зрения и создает широкий спектр экологических проблем. Шламы обогатительных фабрик содержат значительную часть (30-60%) органической составляющей, что усложняет процесс их утилизации. Часть таких шламов, по своим характеристикам (содержание топливной составляющей), может быть применена в качестве топлива. На данный момент наметилась тенденция их прямого сжигания, однако, ряд показателей, таких как теплообразующая способность, удельные выбросы токсичных веществ на единицу энергии, степень выгорания топливной составляющей, обуславливает нецелесообразность непосредственного сжигания таких шламов. Перспективным направлением применения перечисленных энергоносителей как топлива является получение на их основе усредненного по составу суспензионного альтернативного топлива для непосредственного сжигания в котлоагрегатах [2, 3].

При создании суспензий на основе низкокалорийных углей и отходов углеобогащения необходимо учитывать, что содержащее органической составляющей

**Збагачення корисних копалин, 2012. – Вип. 50(91)**

## **Екологія**

щей в шламах составляет от 40 до 55%, содержание летучих веществ минимально, что создает определенные сложности для получения на их основе топлива, пригодного для непосредственного сжигания. Так, даже при достижении в водных суспензиях на основе угля марки "Т", высокозольных шламах (зола выше 50% по массе) концентрации 65-67% твердого (масс.), не удастся получить систему, горящую без предварительного обезвоживания или непрерывной "подсветки" газом или другим энергоносителем. Так же, без дорогостоящей предварительной обработки, не удастся получить водоугольные суспензии пригодные для непосредственного сжигания на основе бурого угля. Невозможность применения указанных суспензий как топлива делает нецелесообразным их получение. Затраты на транспортировку малоэффективного топлива и его предварительную обработку перед применением делают его не конкурентно способным.

Решить проблему горючести суспензий, полученных на основе низкокалорийного топлива возможно путем применения в качестве дисперсионной среды жидких, горючих органических сред. Проведенные исследования [4-6] позволили рекомендовать как дисперсионную среду смесь нефтешламов (нефтяных отложений) и жидких продуктов пиролиза полимерных отходов.

Установлено, что смешение нефтяных отходов и жидких продуктов пиролиза резины позволяет уменьшить вязкость и уменьшить температуру вспышки полученных систем. Физико-химические свойства полученных смесей позволяют применять их как топливо или дисперсионную среду для получения суспензионного угольного топлива. Для получения угольных суспензий можно использовать низкокалорийные энергоносители (отходы углеобогащения, бурый уголь). Учитывая суммарное содержание топливной составляющей вязкость полученных систем можно легко регулировать путем изменения концентрации твердой фазы. Седиментационная устойчивость смесей нефтяные отходы – жидкие продукты пиролиза обратно пропорциональна вязкости таких систем. Для повышения устойчивости к расслоению целесообразно вводить в состав смеси дисперсный уголь. Эксплуатационные характеристики смеси нефтяные отходы – жидкие продукты пиролиза, в первую очередь теплотворная способность, выше, чем при сжигании компонентов отдельно, вероятно за счет реализации микрогетерогенного катализа процессов горения.

Целью нашей работы было определение оптимального состава суспензионного топлива на основе предложенной дисперсионной среды и различных видов твердых энергоносителей: уголь марки "Г", бурый уголь, антрацит, отходы углеобогащения марки "Т", технический пирокарбон.

Работа посвящена исследованию физико-химических и эксплуатационных свойств тройных смесей нефтешламы – жидкие продукты пиролиза – дисперсный уголь при соотношениях компонентов 2:2:1.

Получение суспензионного топлива проводили по схеме, приведенной на рис.

Было установлено, что вязкость полученных смесей, вероятно из-за высокого содержания парафиновых углеводородов, при снижении температуры ниже 5 °С увеличивается, и система застывает. Для расширения температурного диапазона применимости топлива разработанного состава необходимо в "зим-

ний" вариант топлива вводить добавку "Рена-120". При содержании добавки 1 % (масс.) температура застывания снижается до -2 °С.



Схема получения альтернативного суспензийного топлива на основе вторичных энергоресурсов

Основные физико-химические и эксплуатационные характеристики полученных смесей приведены в таблице.

Физико-химические и эксплуатационные характеристики суспензий на основе жидких продуктов пиролиза резины

Образец	Эффективная вязкость, Па·с	Седиментационная устойчивость, сутки	Степень выгорания топливной составляющей, %	Теплообразующая способность, кДж/кг	Удельные выбросы SO <sub>2</sub> , кг/ГДж
Исходная смесь жидкие продукты пиролиза резины + нефтяные шламы	0,45	8	100	38600	0,680
Исходная смесь + 20% уголь марки "Г"	0,86	19	99,5	43250	0,720
Исходная смесь + 20% отходы угля марки "Г"	1,05	23	98,0	41500	0,560
Исходная смесь + 20% бурый уголь	0,95	22	98,5	42000	0,640
Исходная смесь + 20% антрацит	0,75	14	99,3	41200	0,660
Исходная смесь +	1,25	28	96,5	44500	0,700

Как видно из приведенных данных физико-химические и эксплуатационные характеристики полученных систем позволяют использовать их как топливо. Учитывая доступность и относительную дешевизну исходного сырья, такой вид топлива может успешно конкурировать с традиционными видами жидкого топлива.

Как показали опытно-промышленные испытания, преимуществом топлива рекомендуемого состава является возможность его применения без подсветки.

Горение не сопровождается образованием сажи, других продуктов неполного сгорания топлива. Зольные частицы имеют светлую окраску, что свидетельствует о высокой степени выгорания топливной составляющей.

### Список литературы

1. Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий газ): Справ. / В.С. Вдовиченко, М.И. Мартинова, Н.В. Новицкий и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с.
2. Адсорбция лигносульфонатов на поверхности частиц твердой фазы высококонцентрированных водоугольных суспензий / Т.Д. Дегтяренко, В.А. Завгородний, А.С. Макаров, и др. // Химия твердого топлива. – 1990. – №1. – С. 92-97.
3. Высококонцентрированные суспензии на основе отходов углеобогащения. Получение, реологические характеристики и энергетическая ценность / А.С. Макаров, А.И. Егурнов, С.Д. Борук и др. // Хімічна промисловість України. – 2007. – №2(79). – С. 56-60.
4. Егурнов А.И., Борук С.Д., Винклер И.А. Физико-химические принципы получения композиционного топлива на основе вторичных топливных энергоресурсов // Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 44(85). – С. 167-173.
5. Борук С., Трояновська Н., Борук І. Фізико-хімічні та експлуатаційні характеристики сумішей нафтові шлами – рідкі продукти піролізу полімерних матеріалів // "Львівські хімічні читання – 2011" XIII наукова конференція. Збірник наукових праць. Львів, 28 травня – 1 червня 2011 р. – Львів: Видав. ЛНУ ім. І. Франка, 2011. – С. Д23.
6. Егурнов А.И., Борук С.Д. Физико-химические основы получения угольного суспензионного топлива на основе органических дисперсионных сред // Современная наука: Сб. науч. ст. – 2011. – №1(6). – С. 70-75.

© Егурнов А.И., Борук С.Д., Трояновская Н.Н., 2012

*Надійшла до редколегії 20.04.2012 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*