

УДК 622.333

**Ю.В. Шувалов, А.Н. Никулин**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ**

*Описан новый способ получения брикетов из углесодержащих отходов.*

*Ключевые слова: вторичное сырье, топливно-энергетические ресурсы, топливные брикеты, утилизации углеродсодержащих отходов.*

**Семинар № 8**

**J.V. Shuvalov, A.N. Nikulin**

### **USE OF THE FIRM COMBUSTIBLE WASTE IN HEAT AND POWER ENGINEERING**

*The new way of reception of briquettes from a carbonaceous waste is described.*

*Key words: secondary raw materials, fuel and energy resources, fuel briquettes, recycling of carbonaceous waste.*

**Р**оссийская Федерация обладает значительными ресурсами вторичного сырья в виде ежегодно образующихся и накопленных отходов производства и потребления, которые можно характеризовать как возобновляемые сырьевые, материальные и топливно-энергетические ресурсы. По экспертным оценкам ресурсы вторичного сырья в промышленности составляют 2,73 млрд. тонн в год. Более 90% от этого количества составляют отходы добычи и обогащения полезных ископаемых. Эффективное использование отходов производства является основой развития ресурсосберегающих технологий, потребность в которых объясняется растущим дефицитом энергии и энергоносителей, росте цен на традиционные топливные ресурсы и ужесточение экологических требований по выбросам загрязняющих веществ.

По данным Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации в 2005 году в качестве вторичного сырья было использовано 7 млн. тонн древесных отходов, что является 52,5% от общего объема ежегодного накопления. С учетом большого потенциала развития лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности важной стратегической задачей станет использование древесных отходов для получения тепловой и электрической энергии. Переход на биотопливо (шепа, опилки, стружка, гранулы из опилок и т.д.) обеспечит следующие преимущества перед традиционными энергоресурсами:

- низкое содержание серы;
- малая зольность (1-2%);
- низкая коррозионная агрессивность дымовых газов;
- древесные отходы являются CO<sub>2</sub>-нейтральными;
- низкая цена по сравнению с ископаемым топливом.

Образование вторичных материалов напрямую связано с угольной промышленностью. В результате широкого использования механизированной добычи и современных технологий глубокого обогащения значительная доля производимого

угля (до 80 %) большинства угольных предприятий страны представлена продуктом класса 0-13 мм. Отгруженный потребителю уголь с данной фракционной характеристикой частично теряется при транспортировке ж/д транспортом за счет выдувания и просыпа (до 1-2 % на 1000 км пути), частично при перегрузке на угольных складах и терминалах, при сжигании в слоевых топках в виде просыпа через колосниковую решетку (до 10 %), а также уноса в атмосферу с дымовыми газами.

Опыт длительного использования углей такого класса в топочных устройствах бытового и локального действия указывает на невозможность получения в них КПД превышающего 50-55 %, а в котлах с механическими топками типа ДКВ, ДКВР, КЕ - 55-70 %.

В процессе обогащения на обогатительной фабрике или установке увеличивается выход мелких классов углей в среднем на 8-10%. Часть угля объемом 1,1-2,2% от полученной обогащением продукции сбрасывается в шламоотстойники в виде шламов класса 0-0,5 мм с содержанием массовой доли влаги 60-70%. Из шламоотстойников после длительного отстоя шлам перемешивается в наружные шламонакопители. В результате процессов физического выветривания качество угольной составляющей в шламах резко ухудшается. Исследования качества шламов шахты "Юнь-Яга" показали, что за период с 1991 по 1999 г. при хранении шламов на открытом воздухе высшая теплота сгорания отобранных проб снизилась с 35,8 до 35,4 МДж/кг, пластометрические показатели X и Y с 37 до 35 мм и с 16 до 13 мм, соответственно.

Подобные хранилища шламов представляют интерес как объекты переработки, и некоторые из них по причине значительности объемов (до

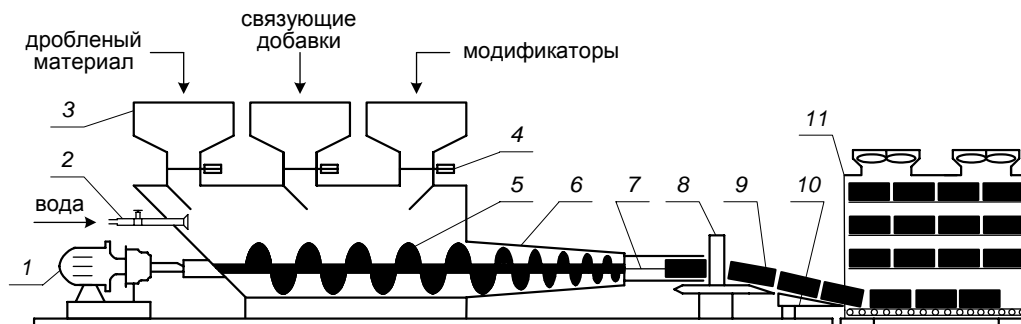
1000-2000 тыс. т) могут быть квалифицированы как техногенные месторождения. Переработка таких объемов шламов возможна промышленным способом и при правильном подходе может оказаться экономически целесообразной. Основная же часть таких складов имеет малые и средние объемы, переработка их традиционными методами с целью утилизации не может обеспечить экономический эффект.

По оценкам ученых-энергетиков особенно перспективным является использование твердых горючих углеродсодержащих отходов в брикетированном виде на мини теплоэлектростанциях и энергоблоках малой и средней мощности.

Наиболее подготовленными к производству и апробированными в промышленных условиях материалами, в качестве связующих компонентов, для получения топливных брикетов из углеродсодержащих отходов, являются: цемент, бентонитовый глинопопорошок, известковая мука - пушенка, гипс, лигносульфонат натрия.

При утилизации углеродсодержащих отходов необходима их подготовка для соответствия по влажности и фракционному составу. К сырьевой смеси предъявляют следующие требования: пропорции компонентов углеродсодержащей мелочи и связующего должны обеспечить заданные прочность и влагуостойчивость, а также экономичность производства; смесь должна обладать хорошей формуемостью.

Новый способ получения брикетов основан на экспериментально установленном неизвестном ранее явлении миграции в толще брикета сложных флюидных систем и включает подготовку шихты смешиванием тонких классов горючих материалов (угольный шлам, мелочь, древесный



**Рис. 1. Единичный брикетный модуль. Технологическая схема:** 1. Электродвигатель с редуктором; 2. Система подачи воды; 3. Бункер; 4. Дозатор; 5. Шнек; 6. Конусообразная рубашка; 7. Пустотообразователь; 8. Автомат для резки брикетов П/ПК 04; 9. Цилиндрический брикет; 10. Виброраскладчик; 11. Сушилка ЛС 1,0-12НК-02

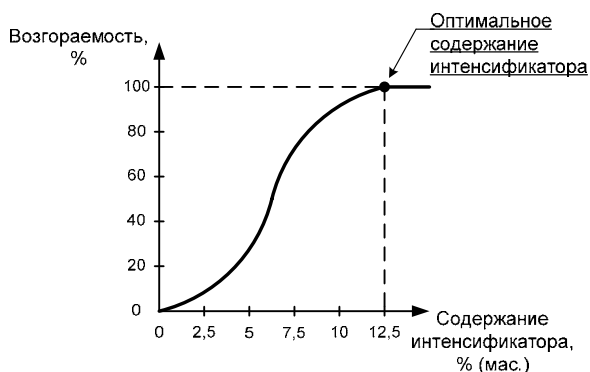
опил) со связующим тонкодисперсным материалом, вводимым в состав шихты в сухом виде; брикетирование шихты и последующую температурную обработку при температуре от 120-150°C.

Производство брикетного топлива на основе твердых горючих отходов происходит по следующему порядку (рис. 1): в бункеры засыпаются формуемый материал, связующие добавки и модификаторы (для придания брикетам направленно заданных свойств). По системе дозаторов материал попадает в блок смесителя, куда в строго определенном количестве подается вода в распыленном виде. Шихта перемешивается в смесителе и поступает в экструдер, где дополнительно перемешивается и формуется в цилиндрической насадке. При помощи электроножа брикеты нарезаются необходимого размера и пройдя через виброраскладчик попадают в сушильную камеру. Для набора первичной прочности брикеты сушатся в течение 30 мин при температуре 105-115°C (время и температура изменяются в зависимости от формуемого материала и применяемых добавок), а затем попадают на склад для набора конеч-

ной массы. Брикеты, при использовании в качестве связующего модифицированной эпоксидной смолы, можно сушить в естественных условиях при комнатной температуре. Брикет имеет форму перфорированного цилиндра. Размеры могут варьировать. Обычно диаметр брикета 65-80 мм, высота 70-90 мм. Масса от 200 до 400 гр. Время горения от 2 до 4 часов.

Повышение эффективности сжигания достигается применением запальных - легковоспламеняющихся топливных брикетов, включающих зажигательный слой, содержащий гексаметилентетраамин (25-50 %), нитрат калия (5-20 %) и горючую массу рядовых брикетов со связующим термопластичным полиизопреном или эпоксидной смолой, модифицированной введением низкомолекулярного жидкого бутадиенового каучука с карбоксильными группами в соотношении смола - каучук: 1 моль на 0,08-0,1.

Повышение прочностных характеристик брикетов, экологической чистоты горения, образования каналов прожига в теле брикета и способности воспламенения при низких температурах, в состав шихты можно вво-



**Рис 2. График зависимости возгорания от содержания интенсификатора**

дить интенсификатор горения. Опытным путем получена оптимальная концентрация интенсификатора в составе брикета (рис. 2)

Полученные по данной технологии брикеты удобны при транспортировании и хранении, комфортны в употреблении, легко поддаются растопке и обладают легкой воспламеняемостью, после розжига горят бездымным пламенем по всему фронту засыпки. В процессе горения сохраняют свою форму, не осыпаются и не проваливаются сквозь щели колосниковой решетки. Практически полностью выгорают без шуровки. Остаток после сжигания имеет зольность 95-98 %.

источниками энергии (табл. 1, 2)

Таким образом, твердые горючие отходы горнодобывающей, лесной и других отраслей промышленности представляют ценный продукт, вовлечение которого в хозяйственный оборот обеспечивает:

- снижение загрязнения окружающей среды;
- сбережение ценных топливно-энергетических ресурсов;
- повышение полноты использования ресурсов;
- снижение затрат на производство тепловой энергии.

Наиболее благоприятным для реализации брикетов представляется

Таблица 1

**Уменьшение выбросов при сжигании древесных брикетов по сравнению с мазутом** (при годовом количестве тепла 17500 МВт/час), т/год

Вид топлива	S	NO	CO <sub>2</sub>	Зола
Мазут	23,52	8,82	5633,53	2,31
Древесные брикеты	0	3,51	0	2,24
Уменьшение вредных выбросов	23,52	5,31	5633,53	0,07

Таблица 2

**Эффективность использования различных видов топлива**

№	Топливо	Калорийность, Ккал/кг	КПД сжигания (котла), %	Калорийность с учетом КПД, Ккал/кг	Цена за 1 тонну топлива, руб.	Стоимость 1 Гкал тепла, руб.
1	Природный газ (1000 м <sup>3</sup> )	7800	90	7020	1600	205
2	Древесные брикеты	4100	90	2160	500	230
3	Уголь	5300	60	3180	1900	600
4	Мазут	11000	80	8800	6000	680

внутренний рынок – районы центральной европейской части России, при организации производства в Вологодской области – районы Вологодской области.

Технология реализована при строительстве брикетной установки производительностью 72 тыс. т бри-

кетов в год на шахте "Северная" ОАО "Воркута-уголь" и брикетного модуля производительностью 10 тыс. т в год (Ленинградская область, ОАО "Концерн ЛЕМО"). Единичный брикетный модуль производительностью 1500 кг/ч работает на угольной шахте в республике Таджикистан.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинов В.А., Нифонтов Ю.А., Лезгин Л.А. Способ получения топливных брикетов - Патент на изобретение № 2006500, 1994.

2. Будаев С.С., Нифонтов Ю.А. Молявко А. Р., Прокашев А.Н., и др. Способ получения угольных брикетов - Патент на изобретение № 2078794, 1996.

3. Нифонтов Ю.А., Шувалов Ю.В., Бенин А.А. "Явление самоструктурирования при брикетировании углеродсодержащих твердых материалов с активным тонкодисперсным связующим" / Научное открытие, № 219

от 23 -декабря 2002 г., Российская академия естественных наук, Международная академия авторов научных открытий и изобретений, Международная ассоциация авторов научных открытий, М., 2002.

4. Шувалов Ю.В., Нифонтов Ю.А., Эггардт В.И., Бенин А.А., Никулин А.Н. Способ получения топливных брикетов / Патент на изобретение № 2227803, 2004 г.

5. Шувалов Ю.В., Маковский А.Н., Кусков В.Б. Способ получения топливных брикетов /Патент на изобретение № 2208044, 2003 г. **ПАТ**

#### Коротко об авторах

Шувалов Ю.В. — профессор, доктор технических наук, декан горного факультета,  
Никулин А.Н.— аспирант кафедры геоэкологии,  
Санкт-Петербургский государственный горный институт имени  
Г.В. Плеханова (технический университет), rectorat@spmi.ru



#### ДИССЕРТАЦИИ

##### ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА (ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)</b>			
АНТОНОВ Юрий Николаевич	Геомеханическое обоснование устойчивости параллельных взаимовлияющих горизонтальных выработок в рудном массиве	25.00.20	к.т.н.