

щихся в Республике Беларусь и оценить антропогенное воздействие на окружающую среду при их использовании в качестве топлива» / В.С. Зубрицкий // ГНТП «Экологическая безопасность» [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://tudocs.exdat.com/docs/index-504593.html?page=9>.

3. Олиферова, Л., Утилизация отработанных технических масел/ Л. Олиферова// На основе материалов ООО НИЦ «Глобус» [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: [http://www.newchemistry.ru/letter.php?n\\_id119](http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id119).

УДК 662.7

## **ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА**

**Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Ушаков Г.В.**

*Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово*

*Работа посвящена проблеме переработки и утилизации отходов угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий. Предложено использовать угольные отходы в технологии получения твердого композиционного топлива с применением инновационного связующего на основе избыточного активного или биологических очистных сооружений. Для предлагаемой технологии разработана принципиальная технологическая схема, проведены технико-экономические расчеты.*

Известно, что предприятия ТЭК, как добывающие ресурсы, так и получающие из них энергию, являются одними из основных источников антропогенного воздействия на природные экосистемы. Интенсивное развитие угледобывающих и углеперерабатывающих предприятий оказывает воздействие на литосферу, являясь причиной увеличения объемов твердых углеродсодержащих отходов, значительную долю которых составляют угольные и коксовые шламы, мелочь, отсевы и пыль. Например, в горном производстве России общая масса всех неутраченных отходов достигает 45 млрд. т, а суммарная площадь, занятая под их складирование, более 250 тыс. га земли [1]. Подсчитано, что масштабы образования твердых горючих отходов в различных отраслях промышленности могут составлять от 30 до 70 % от основного объема добычи.

Рассматривая предприятия добычи угля можно выделить следующие виды угольных отходов:

– угольная пыль, образующаяся на предприятиях угольной промышленности, вне зависимости от их специфики, и наряду с другими пылеобразными веществами попадающая в атмосферу [2; 3];

– угольные отсевы, образующиеся на предприятиях ТЭК при классификации углей и выделении фракций, пригодных для сжигания в котлах;

– угольные шламы – высокозольные и мелкодисперсные частицы, являющиеся отходами технологических процессов добычи угля и его обогащения.

Многотоннажные угольные технологические отходы образуются

при деятельности угледобывающих предприятий – шахт, разрезов, а также обогатительных фабрик. Стремление к увеличению валовой добычи угля приводит к тому, что в отдельных угольных районах потери при добыче составляют более 50 %. Техническое состояние многих углеобогачительных фабрик и их технологии таковы, что в отходах углеобогащения содержание угля достигает 25-26 %. Одним из негативных воздействий угольных разрезов является загрязнение атмосферы промышленными выбросами (от взрывов, двигателей внутреннего сгорания и др.), а также частицами пыли с поверхности бортов разрезов и породных отвалов [4, 5].

Наличие такого количества отходов является важным энергетическим ресурсом, который может быть положен в основу организации производства новых видов топлива, в частности формованного [6]. Совместная утилизация коксовых и угольных отходов является перспективным решением и позволяет увеличить теплотворную способность гранул.

Получаемое из угольных отходов формованное топливо должно быть экологичным, соответствовать критериям качества и требованиям, предъявляемым в конкретной области его использования [7].

Теоретически обоснована и экспериментально доказана возможность трансформирования такого рода отходов в высокоэффективное топливо, пригодное для различных нужд. Необходимым является применение методов формования для получения продукта, годного к транспортированию и использованию.

Необходимо отметить, что для получения качественных топливных гранул с высокими потребительскими свойствами, удовлетворяющими требованиям по прочности, истираемости, крупности и т. д., необходимо правильно выбрать связующее вещество, от которого во многом зависят конечные свойства продукта.

Выбор связующего вещества является важным этапом, определяющим многие свойства получаемых гранул. Параметрами, определяющими свойства связующих, являются химическая природа, состав, а также их физические свойства.

Спектр используемых связующих достаточно широк. Их можно разделить на два больших класса [8-12]:

- органические – концентраты сульфитно-спиртовой барды, нефтешламы, пеки и смолы нефтяного и каменноугольного происхождения и т. д.;
- неорганические – жидкое стекло, цемент, глина, гипсовые связующие, бентонит и т. д.

К связующим предъявляют особые требования для обеспечения качества процесса формования [8, 13]:

1. Высокий выход (95-98 %) окускованного топлива необходимой прочности в соответствии с требуемыми нормами.

2. Экологическая безопасность: отсутствие вредных веществ в составе связующего или отсутствие их эмиссии в процессе последующей эксплуатации получаемого продукта.

3. Надежная и устойчивая работа основного и вспомогательного оборудования при транспортировке по трубопроводу сырья и продуктов, смешении, процессах формования.

4. Получение окускованного топлива, соответствующего требованиям предприятий ТЭК.

5. Отсутствие побочных отрицательных эффектов (например, побочные химические реакции, выпадение осадка).

Анализ применяющихся на сегодняшний день связующих веществ показывает, что они не все соответствуют вышеперечисленным требованиям. Особенно это касается органических связующих веществ, экологическая безопасность применения которых не соответствует необходимым требованиям, например, по канцерогенной активности. Применение неорганических связующих отрицательно сказывается на зольности получаемых продуктов (топливных брикетов и гранул), что в свою очередь напрямую влияет на ход процесса сжигания топлива, повышая необходимый расход брикетов и соответственно уменьшая производительность котлов.

Таким образом, возникает задача поиска оптимального связующего вещества, являющегося одновременно легко доступным для осуществления процесса формования и что особенно важно – недорогим, поскольку экономическая составляющая в любой технологии во многом является определяющей.

Поэтому целесообразно рассмотреть возможность использования различного рода органических отходов, которые можно вводить в состав формуемой смеси.

В качестве такого вещества перспективным является использование продуктов переработки избыточного активного ила, неизбежно образующегося на станциях биологической очистки промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод.

В Кузбасском государственном университете им. Т.Ф. Горбачева проведены исследования по получению твердого композиционного топлива на основе отходов угольных предприятий (табл. 1) и избыточного активного ила, прошедшего микробиологическую обработку (табл. 2).

В ходе работы изучено два типа смесей для получения топливных гранул:

1. Угольные отходы/связующее.

2. Угольные отходы/связующее с модифицирующими добавками.

Для изучения влияния модифицирующих добавок на свойства гранул и ход процесса окатывания в состав смеси вводили измельченную бу-

мажную массу (табл. 3).

Таблица 1 – Характеристика наполнителей топливных гранул

Определяемый параметр	Угольный шлам	Угольный отсев	Коксовая мелочь	Коксовая пыль
Влажность ( $W^a$ ), %	1,6	5,3	0,8	0,6
Зольность ( $A^d$ ), %	37,7	15,9	13,9	24,5
Фракционный состав, %:				
+1 мм	11,9	73,4	68,3	0,4
1-0,7 мм	5,8	14,4	10,6	2,4
0,7-0,5 мм	6,6	4,3	8,5	7,6
– 0,5 мм	75,7	7,9	12,6	89,6
Высшая теплота сгорания ( $Q_v^d$ ), МДж/кг	22,46	24,0	27,3	27,5

Таблица 2 – Характеристики активного ила после анаэробного сбраживания

рН водной вытяжки	Влажность (W), %	Относительная липкость ( $L_o$ )	Зольность ( $A^d$ ), %	$Q_s^d$ , МДж/кг	Топл. экв-т (т у.т.)
8,71	88,24	6,92	34,01	16,33	0,56

Таблица 3 – Рецептуры топливных гранул с модифицирующими добавками

Компоненты, входящие в состав топлива, % мас.	Обозначение смеси	
	1	2
Угольный отсев	16,7	16,4
Угольный шлам	44,4	43,5
Сброженный активного ила	38,9	38,1
Измельченная бумажная масса	–	2,0

Основные свойства полученных гранул приведены в табл. 4.

По результатам лабораторных исследований разработана принципиальная технологическая схема переработки угольных отходов с получением топливных гранул (рисунок).

По данной схеме исходное сырье – кек – загружают в бункер 5, откуда героторным насосом перекачивают в метантенки 1, в которых подвергают анаэробному сбраживанию с образованием биогаза.

Таблица 4 – Характеристики топливных гранул

Параметр	Смесь 1	Смесь 2
Зольность ( $A^d$ ), %	21	26
Прочность на истираемость, %	46,3	72,2
Высшая теплота сгорания ( $Q_s^d$ ), МДж/кг	21,9	22,0

В схеме предусмотрено 3 метантенка, работающих параллельно, общий период сбраживания составляет 16 дней. Работа метантенков организована с интервалом в 8 дней.

Для достижения оптимальной влажности смеси в аппараты добавляют воду, дозирование осуществляется автоматически (весовыми дозаторами). Процесс сбраживания осуществляют при периодическом перемешивании. Эффективность анаэробной переработки определяется температурой сбраживания смеси, причем на этот параметр значительно влияет температура окружающей среды. Поэтому метантенки оборудованы негорючим, пожаробезопасным теплоизоляционным материалом. Оптимальная температура смеси в аппарате составляет 37°C. Выбор режима обусловлен экономическими затратами на подогрев метантенка и поддержание в нем постоянной и оптимальной температуры, измеряемой термопарами; давление контролируют манометрами. Биогаз, образующийся в процессе сбраживания, поступает в газгольдер б, где накапливается и затем используется на технологические нужды.

Перед использованием биогаз подвергается очистке от кислых газов. С этой целью разработан узел очистки (на схеме не показан) с использованием аммиачной воды, в котором кислые газы (углекислый газ, сероводород) связываются аммиаком с образованием аммонийных солей, применяемых в различных отраслях промышленности. После очистки биогаз, содержащий преимущественно метан (до 98-99 %), предлагается использовать для отопления помещений и т. п., в быту. Потребителями также могут быть котельные установки, снабжающие население горячей водой, дизельные электроустановки.

По окончании периода переработки оставшуюся в аппарате сброженную массу насосом 2 перекачивают в емкость для приготовления формовочной смеси, которую подают в гранулятор 7. После формования полученные топливные гранулы поступают в сушильный аппарат. Высушенные гранулы направляют на упаковку и далее потребителю.

Установлено, что себестоимость опытного производства 1 т топливных гранул на опытно-промышленной установке производительностью 2 500 т/год гранул составит 2375 руб. Если провести масштабирование до мощности промышленной установки, то себестоимость продукции уменьшится на 75 %.

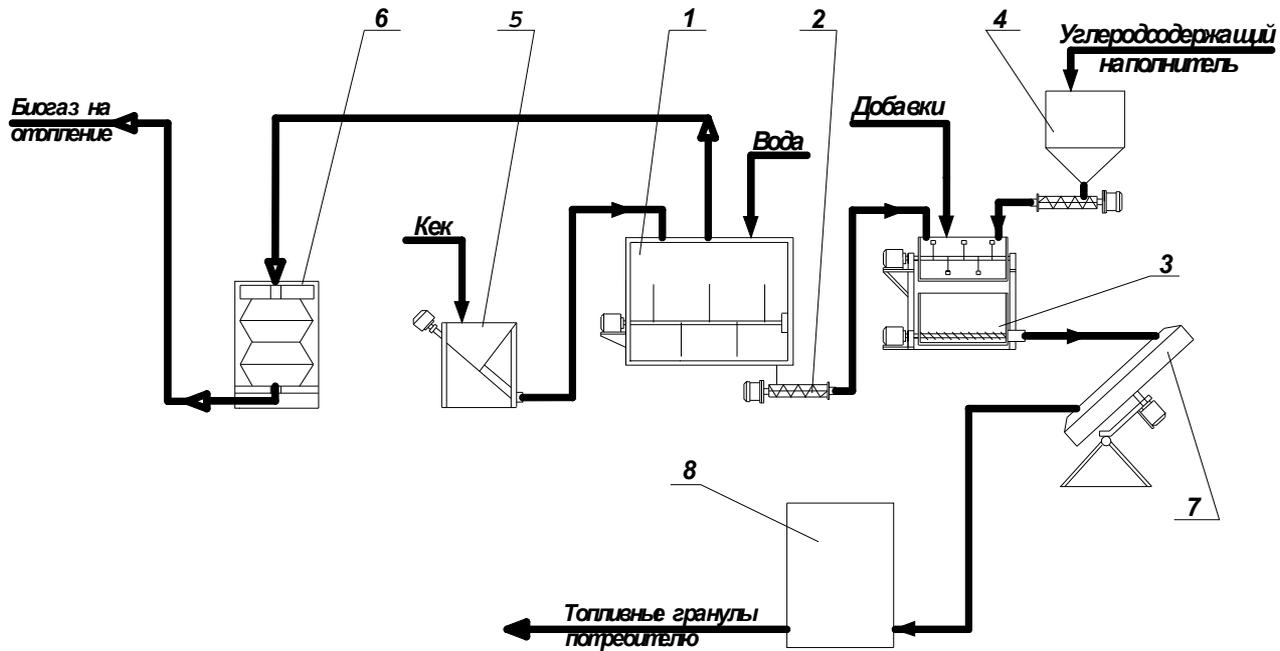


Рисунок – Принципиальная технологическая схема установки переработки техногенных угольных образований с получением топливных гранул: 1 – метантенк; 2 – винтовой (героторный) насос; 3 – смеситель; 4 – бункер-дозатор угольного шлама; 5 – винтовой (героторный) насос с бункером; 6 – газгольдер; 7 – гранулятор; 8 – промышленный сушильный шкаф

Литература:

1. Климов С.А. Комплексное использование горючих сланцев / С.А. Климов, Г.Б. Фрайман, Г.П. Грузинов, Ю.В. Шувалов. – Липецк, Липецкое изд-во. – 2000.
2. Шапченкова О.А. Влияние техногенных выбросов Березовской ГРЭС-1 КАТЭ-КА на биологическую активность почв // Экологический риск: Материалы 2 всероссийской конференции. – Иркутск, 2001. – С. 182-185.
3. Волкова А.В. Влияние теплоэнергетики на состояние окружающей среды // Современные проблемы технического, естественнонаучного и гуманитарного знания: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции. Ч. 1. – Губкин, 2007. – С. 88-91.
4. Глазкова А.В. Загрязнение атмосферы от тепловых электростанций / А.В. Глазкова, В.Н. Стройнова // Проблемы геологии и освоения недр: Труды 3-го Международного научного симпозиума студентов, аспирантов и молодых ученых имени академика М. А. Усова в рамках Российской научно- социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее» – Томск, 1999. – С. 354-355.
5. Клика З. Влияние различных режимов работы теплоэлектростанций Чехии на поведение серы и микроэлементов углей при сжигании / З. Клика, Л. Бартонова, Л.Н. Лебедева, Л.А. Кост, Е.Г. Горлов // Перспективы развития углехимии и химии углеродных материалов в XXI веке: Тезисы докладов Расширенного заседания Научного совета, 2003. – М., 2003. – С. 41.
6. Говсиевич Е.Р. Повышение эффективности топливообеспечения и топливоиспользования на тепловых электростанциях (вопросы методологии и практики): Дис. док. эк. наук. – М., 2002. – 270 с.
7. Головин Г.С. Современные направления получения окускованного бездымного топлива для малых энергетических установок и бытовых печей / Г.С. Головин, В.А. Рубан, А.П. Фомин // Уголь. – 1996. – №2. – С. 38-42.
8. Елишевич А.Т. Брикетирование угля со связующим. – М.: Недра. – 1972. – 216 с.
9. Гунн Р.Б. Нефтяные битумы. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
10. Белик Т.М. Разработка технологии получения крекинговых пеков различного назначения и особенности их использования взамен каменноугольного связующего / Т.М. Белик, Е.В. Якименко, Н.Т. Ивлев и др. // Проблемы глубокой переработки остатков сернистых и высокосернистых нефтей: Тез. докл. 4-й Респ. научно-техн. конф. – Уфа, 1982. – С. 70-71.
11. Крохин В.Н. Брикетирование углей. – М.: Недра, 1984. – 224 с.
12. Васильев Ю.С. Промышленная проверка эффективности способа частичного брикетирования шихты со связующим / Ю.С. Васильев, А.Г. Дюканов, Ю.С. Кафтан и др. // Кокс и химия. – 1985. – № 6. – С. 10-14.
13. Лобыч А.М. Брикетирование коксовой мелочи со связующими и коксование частично брикетированных шихт в производстве металлургического кокса: Дис. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. – Уфа, Алапаевск, 2000. – 180 с.