

УДК 622.333

**Ю.В. Шувалов, Ю.Д. Тарасов, А.Н. Никулин**

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО  
СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ  
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

*Предложена методика оптимизации состава и режимов формования брикетной шихты обеспечивает подбор ее состава из практически любого вида твердых углеродсодержащих материалов с широким спектром используемых тонкодисперсных активных компонентов.*

*Ключевые слова: брикетирование, топливные брикеты, отходы, техногенные месторождения, сжигание, уголь.*

---

**В** настоящее время в России накоплено и продолжает накапливаться огромное количество твердых горючих отходов, которые занимают значительные территории и негативно влияют на окружающую среду. В крупных угледобывающих районах накоплены миллионы тонн энергоёмких отходов, которые могут служить сырьем для производства топливных брикетов. Только в Кузнецком угольном бассейне количество не реализованной угольной мелочи превышает 30 млн т. Подобные объёмы складированных отходов можно классифицировать как техногенные месторождения. При этом в России все более ощущается дефицит дешевого сортового топлива для коммунально-бытовых нужд. Годовая потребность в окускованном топливе в настоящее время достигает 75—77 млн т.; на период 2005—2015 гг. эта потребность составит 55—60 млн т. в год, в том числе для населения до 40 млн т [1].

Проблема решается созданием производительных, легко компоуемых и металлоёмких перерабатывающих комплексов с возможностью их разме-

щения непосредственно у источника образования твердых горючих отходов. Продукцией таких комплексов являются топливные брикеты, способные не только повысить КПД сжигания топлива в слоевых топках в малой и средней энергетике, но и обеспечить коммунально-бытовой сектор удобным в использовании, высококалорийным и дешевым источником энергии.

Брикетирование — это процесс, не требующий высокотехнологичного оборудования, что и обеспечивает его неоспоримое преимущество в конкуренции с другими альтернативными источниками энергии, такими как солнечная и ветровая энергия, в условиях отсутствия достаточного количества традиционных энергоресурсов. А возможность в процессе производства задавать не только форму, размер, вес готового брикета, но состав компонентов брикетируемой смеси и при этом получать продукт (брикет) с необходимыми свойствами, которых не имеют входящие в него компоненты, определяет уникальность и полезность брикетирования и особенно твердых горючих отходов.

За рубежом брикетированию уделяется самое пристальное внимание. Инвестируются значительные средства в научные и технологические разработки, в строительство новых и совершенствование существующих брикетных производств, особенно использующих отходы или низкосортное сырье. В Англии, Франции, Германии, Чехии, Польше, Турции, США, Австралии и других странах по различным технологиям производят брикеты на базе угольной мелочи в больших объемах. Это обусловлено тем, что при сжигании угольных брикетов, по сравнению с рядовым углём, повышается на 25—35 % КПД топочных устройств, снижаются на 15—20 % выбросы сернистого газа, более чем вдвое снижаются выбросы твердых веществ с дымовыми газами, а также на 15—20 % снижается недожог горючих компонентов.

Учитывая эти факторы становится очевидным перспективность перевода существующих котельных с угольного топлива на топливные брикеты, причем это возможно без существенных изменений в конструкции топочного устройства.

Традиционно брикетирование угля производится на крупных брикетных фабриках с использованием энергоёмких и громоздких штемпельных, вальцовых и кольцевых прессах производительностью десятки тонн в час. Применяются также дорогостоящие связующие, сказывающиеся к тому же на качестве горения и количестве отходов.

Наиболее целесообразным решением является создание мобильных брикетных установок способных работать на предприятиях добычи, переработки и хранения угля. Ими можно оснастить основные места скапливания угольной мелочи: угольные разрезы и шахты, транспортные узлы, склады топлива, перегрузочные пло-

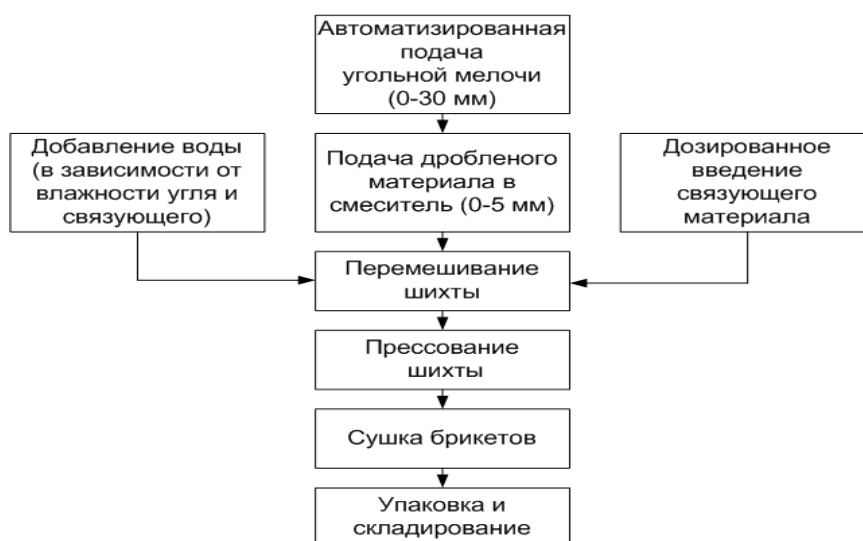
щадки и т.п. Исходя из имеющихся запасов угольной мелочи, скопившейся в регионах, потребность в таком оборудовании (по самой скромной оценке) будет не менее 300 единиц.

При этом процесс развития технологий брикетирования некондиционной угольной мелочи и их внедрение в технологии получения тепловой и электрической энергии, в условиях современной России, также тормозится из-за отсутствия общепризнанных методов оценки брикетируемости углей и классификации их по этому признаку.

Оценка брикетируемости углей различных марок первоначально была предложена по элементному составу их органической массы — содержанию С, Н, О и соотношению между ними, т.е. по степени метаморфизма угля. Соответственно этому все угли расклассифицированы в следующий ряд: хорошо брикетирующиеся молодые бурые угли; хуже брикетирующиеся средние и старые по возрасту бурые угли; трудно брикетирующиеся (без связующих веществ) — каменные угли [2].

Данная оценка брикетируемости углей не учитывает влияния на брикетируемость, физико-механических свойств подготовленной к прессованию сушонки — ее крупности, ситового состава, влажности и температуры. Она не дает также возможности установить численный показатель этого процесса.

Основной операцией в общей технологии процесса брикетирования является прессование, в результате которого из рыхлого сыпучего материала образуются брикеты. Брикетируемость различных материалов связана с их способностью поглощать при прессовании механическую энергию, которая переходит в необратимую форму и расходуется



**Рис. 1. Технологическая схема брикетирования каменных углей**

на изменение их внутренней физической структуры.

Показатель, оценивающий брикетируемость углей, должен характеризовать закономерность происходящих при этом процессов — уплотнения, упругих и пластических деформаций, а также отражать качество полученных брикетов.

Таким образом, прессование как физико-механический процесс выявляет пластические и упругие свойства прессуемого угля и его способность к уплотнению и упрочнению. Поэтому в качестве показателя, количественно оценивающего его брикетируемость, можно принять отношение поглощенной углем энергии уплотнения и пластических деформаций к отданной брикетом энергии упругих деформаций — индексом пластичности ( $K$ ):  $K = E_1/E_2$ , где  $E_1$  — энергия уплотнения и пластических деформаций угля;  $E_2$  — энергия упругих деформаций брикета.

Как видим, индекс пластичности зависит от таких свойств прессуемого материала, как упругость и пластичность. Эти физико-механические параметры брикетируемости угля наряду

с твердостью, хрупкостью и др., являются основным элементом при разработке процесса брикетирования, определяющего конструкцию и надежность применяемого в этом процессе оборудования.

Углебрикетный комплекс состоит из следующих основных технологических узлов: подготовки, подачи и дозирования угольной мелочи; подготовки, подачи и дозирования связующего; подготовки и подачи шихты; прессования шихты; линия транспортировки и сушки брикетов; упаковки. Структурно последовательность технологических операций можно проследить на рис. 1.

Технологический процесс при таком способе брикетирования определяется использованием комплекса решений, основанных на классических и современных принципиально новых представлениях о механизме структурообразования (гипотезах) с использованием тонкодисперсных активных связующих материалов и компонентов, вводимых в шихту в сухом, более технологичном виде [3]. Особенностью этих технологических комплексов является то, что они могут применяться

Таблица 1

**Применение брикетных прессов**

<b>Брикетный пресс</b>	<b>Применение</b>
Вальцовый Столовый Ротационный	Брикетирование каменных углей, руд и рудничных концентратов, отходов производства
Штемпельный Кольцевой	Брикетирование каменных и молодых бурых углей, торфа Брикетирование зрелых бурых углей
Матричный Гидравлический	Брикетирование каменноугольной мелочи, бурых углей, древесных отходов и отходов производства
Гусеничный Экструдерный	Брикетирование каменных углей, бурых углей и отходов производств Брикетирование каменных углей, древесных отходов, торфа.

блочно (модульно), направленно составляя технологию из отдельных (самостоятельных) решений и придающих ей тот или иной законченный вид.

При разработке брикетного модуля максимально учтен опыт предшественников и произведен выбор трех основных направлений:

- компоновка стационарного брикетного модуля;
- компоновка технологического оборудования на прирельсовом брикетном модуле;
- разработка мобильного комплекса смонтированного на автомобильной базе с транспортировкой в специальном прицепе дополнительного технологического оборудования.

Таким образом, брикетирование отходов углеобогащения целесообразно производить с использованием брикетного пресса с низким уровнем энергопотребления и высокой производительностью по готовому продукту. Рабочие детали пресса должны быть технологичными в изготовлении, стойкими к износу и легкозаменяемыми.

Брикетирование практически всех видов твердых горючих материалов, отходов обогащения углей, в настоящее время может производиться в стандартных гидравлических, штемпельных, ротационных и экструзионных прессах с применением

разнообразных связующих материалов и без них (табл. 1).

Основными техническими характеристиками прессов является: производительность, удельное давление, потребляемая мощность, вес и параметры готового продукта. Брикетные прессы можно классифицировать по величине удельного давления прессования:

<b>Давление прессования</b>	<b>Брикетный пресс</b>
Низкого давления (менее 20 МПа)	Экструдерный
Среднего давления (менее 20—100 МПа)	Вальцевый, столовый, ротационный, гусеничный
Высокого давления (менее 100—150 МПа)	Штемпельный
Сверхвысокого давления (200—500 МПа)	Гидравлический

Выполненный анализ энергозатрат на формообразование [4] в различных условиях брикетирования позволил определить рациональный метод и основные технологические приемы прессования. Учитывая эффективность приложения усилия формования методом бесконечного клина, более низкую его энергоемкость и отсутствие необходимости в управлении процессом формования путем создания условий в конечной точке хода плунжера при одноосном сжатии для релаксации

напряжений, предлагается использовать для брикетирования углеродсодержащей мелочи экструдерный пресс. Особенностью применения такого пресса является возможность использования в качестве компонентов брикетной шихты практически всех видов тонкодисперсных отходов горнодобывающей и перерабатывающей промышленности (торфяная крошка, сланцевая мелочь, каменноугольная мелочь, известковая мука, просып цемента, древесная пыль, опил, пыль мукомольного производства и т.д.).

Применяемые в процессе брикетирования компоненты шихты должны быть легкодоступными, дешевыми, технологичными в использовании, а состав отвечать следующим оптимальным параметрам:

- фракционный состав угольной мелочи 0—2,5 мм;
- количество связующего материала не должно превышать 4—5 %;
- влажность шихты 50 % по массе, содержание влаги в готовом брикете 8—12 %;

- температурная обработка осуществляется при  $T=100-150$  °С не менее 80 мин.

Брикеты имеют форму полого цилиндра диаметром 60 мм и длиной 200 мм. Окончательно выбор состава брикетной шихты можно сделать после сопоставления энергозатрат на образование одного брикета и обобщения всех результатов проведенных исследований.

Таким образом, предложенная методика оптимизации состава и режимов формования брикетной шихты обеспечивает подбор ее состава из практически любого вида твердых углеродсодержащих материалов с широким спектром используемых тонкодисперсных активных компонентов (связующих материалов).

Технологические решения сводятся к выбору комплекса связующих материалов (компонентов), разработке рецептур шихты, методов и режимов послеформовочной обработки брикетов с целью придания им товарных качеств.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Энергетическая стратегия России на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 28 августа 2003 г. № 1234-р.

2. *Брикетирование углей и углеродистых материалов.* — М., «Недра». — 1973. — с. 156.

3. Патент № 2024594 РФ, Способ изготовления топливных элементов с продол-

ной выемкой, заполненной зажигательным составом, и устройство для его осуществления / Ю.Д. Тарасов, В.Б. Кусков. 1994. Бюл. № 23

4. *Хвостенков С.И.* Закономерности полусухого прессования кирпича и пустотелых камней/ Строительные материалы. N 11, 1985. **ТИАБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Шувалов Ю.В.* — профессор, доктор технических наук;

*Тарасов Ю.Д.* — профессор, доктор технических наук;

*Никулин А.Н.* — аспирант;

Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова (технический университет), rectorat@spmi.ru

