

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ БРИКЕТИРОВАНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОРФЯНЫХ ТЕРМОБРИКЕТОВ

С. И. СМОЛЬЯНИНОВ, А. М. ДЕНИСОВ

(Представлено проф. докт. техн. наук И. В. Геблером)

Вопросу использования торфа в качестве металлургического топлива уделяется в настоящее время серьезное внимание [1]. Это обусловлено не только известными положительными свойствами торфа (малое содержание золы и серы), но и дефицитом коксующихся углей, а также отсутствием в ряде случаев запасов каменных углей в районах крупных железорудных месторождений. Последнее положение в полной мере относится к Томской области, где лишь применение торфа может решить проблему топлива при использовании недавно открытых богатейших запасов железных руд [2].

Современный доменный процесс возможен только на кусковом топливе определенного гранулометрического состава и физико-химических и физико-механических свойств. Поэтому решение проблемы использования торфа в металлургии связано прежде всего с получением из него кускового материала. Полукоксование торфяной крошки и использование мелкого полукокса для замены отощенных углей в угольной шихте и для агломерации руд, будучи приемлемым по существу, решает указанную проблему лишь частично.

Кафедра химической технологии топлива Томского политехнического института исследовала возможность получения на основе машинно-формованного торфа топливо-плавильных материалов.

Полученные в лабораторных условиях такие материалы в воздушно-сухом состоянии обладают механической прочностью, превышающей прочность лучших образцов каменноугольного кокса. Высокой механической прочностью обладает и кокс, полученный из этих материалов. К сырому торфу в момент формования можно добавить такое количество руды и флюса, какое обеспечит нормальные соотношения между этими компонентами в доменном процессе.

В настоящее время вследствие ряда преимуществ широкое распространение получил фрезерный способ добычи торфа, при котором торф получается в виде мелкой крошки. Так, в 1965 году удельный вес добычи фрезерного торфа намечено довести до 80—90% от общего объема добычи [3]. Производство фрезерного торфа по сравнению с добычей кускового торфа в настоящее время более механизировано и экономично. Себестоимость добычи фрезерного торфа в среднем в два раза

меньше, чем кускового, а выработка на одного рабочего в первом случае в два-три раза больше. В настоящее время себестоимость тонны условного топлива в виде фрезерного торфа доведена на ряде передовых предприятий до 30—35 рублей [3].

Фрезерный торф может быть окускован следующими методами:

а) термобрикетируванием, т. е. прессованием измельченного и предварительно нагретого до 280—300° торфа под сравнительно небольшим давлением (50—100 атм). Полученные при таких условиях термобрикеты обладают высокой механической прочностью и после коксования дают удовлетворительный металлургический кокс. Термобрикеты могли бы, по-видимому, применяться как доменное горючее и без предварительного коксования. Этот вопрос, однако, совершенно не изучен;

б) брикетированием подсушенного фрезерного торфа под высоким давлением (1000 и более атмосфер). Кокс из указанных брикетов обладает сравнительно невысокими механическими показателями;

в) сюда же можно отнести получение доменного кокса из фрезерного торфа через промежуточное полукоксование с последующим брикетированием полукокса со связующим и коксованием брикетов.

Первый из указанных способов позволяет получать прочное металлургическое топливо при сравнительно несложной технологии. Большого экономического эффекта можно, по-видимому, ожидать от совмещения в доменной печи процесса коксования и собственно доменного процесса, т. е. от использования в доменной плавке некоксованных термобрикетов (газодоменный процесс). Преимуществом термобрикетов в газодоменном процессе по сравнению с другими видами торфяного топлива является отсутствие в них влаги, обусловленное технологией их изготовления.

Перспективность термобрикетов как доменного горючего подтверждалась на ряде совещаний [1, 3].

По данному вопросу опубликовано незначительное число работ. Наиболее серьезной является работа Х. И. Ривкиной [4]. В этой статье сообщается и о первых опытах по термобрикетируванию, сделанных в 1903 г. в Германии и в 1931 г. А. А. Семечкиным и Ф. И. Глотовым. Последние брикетировали нагретый до 215—280° торф под давлением от 10 до 100 атмосфер. Некоторые из полученных брикетов обладали сопротивлением раздавливанию до 88 кг/см². Кокс из этих термобрикетов оказался непрочным. По мнению авторов, брикетирование обугленных частиц торфа шло исключительно за счет «молекулярного сцепления углерода реакционно-активного в момент своего освобождения при экзотермическом процессе».

Х. И. Ривкина брикетировала торф в обогреваемой матрице. Было исследовано влияние температуры нагрева, давления брикетирования, степени измельчения торфа и времени выдержки брикета под давлением. Кроме того, исследовались различные режимы нагрева. Указанными опытами установлены: оптимальная температура брикетирования (270—300°), необходимость выдержки брикета под давлением (в течение около 2 минут), положительное влияние измельчения частиц торфа (0,5—0,2 мм), требуемое давление (30—40 атм) и благоприятное действие переменного режима нагрева с форсированным подъемом температуры от 250° до конечной температуры нагрева при брикетировании. Полученные брикеты испытывались на сопротивление раздавливанию непосредственно и после коксования. Данный показатель равнялся 200—400 кг/см². Относительно механизма образования прочного брикета Х. И. Ривкина, признавая доводы А. А. Семечкина и Ф. И. Глотова, придавала большое значение также и смолистым продуктам разложения как связующим.

Нами проделаны опыты по получению термобрикетов из торфа Таганского месторождения Томской области. Использованный торф является низинным гипно-осоковым средней степени разложения. Влажность воздушно-сухого торфа составляла 13,0%, зольность на сухое вещество — 7,6% и содержание летучих на горючую массу — 70,0%.

Измельченный до прохождения под сито 0,25 мм торф загружался в обогреваемую стальную матрицу диаметром 31 мм и высотой 70 мм. Один из вкладышей матрицы имел отверстие для термомпары, помещаемой в центр загрузки. После нагрева до заданной температуры и определенной выдержки при необходимом давлении брикет выгружался и охлаждался изолированно от окружающей среды. Полученные брикеты подвергались испытанию как непосредственно, так и после прогрева их без доступа воздуха до 400 и 800° со скоростью 3—4° в минуту. Были определены сопротивление раздавливанию, индекс прочности по К. И. Сыскову и коэффициент истираемости по ранее описанным методикам [6].

В проделанных опытах исследовано влияние конечной температуры нагрева торфа перед брикетированием (при постоянной скорости нагрева — 6,5° в минуту) и давление брикетирования. Время выдержки брикетов под давлением составляло 2 минуты.

Основные экспериментальные данные представлены на рис. 1 и 2. Наличие температурного оптимума объясняется, с одной стороны,

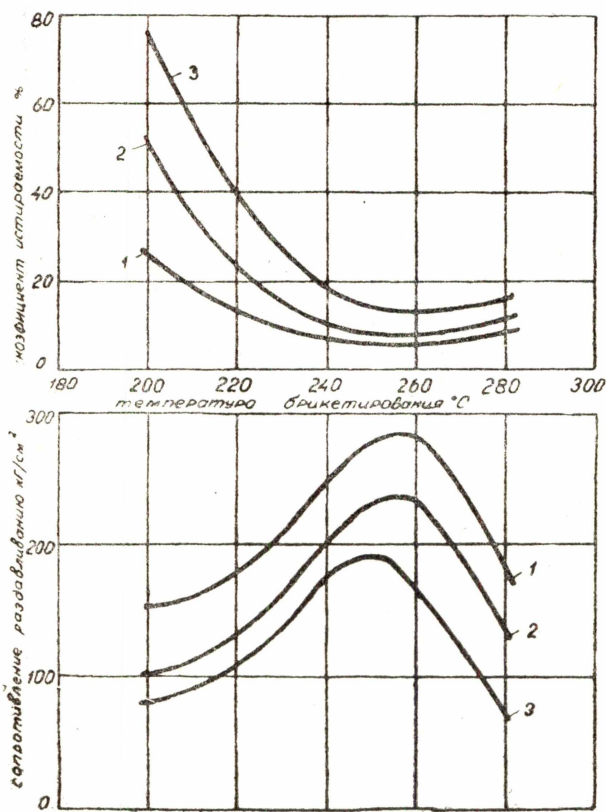


Рис. 1. Зависимость истираемости и сопротивления раздавливанию термобрикетов от температуры брикетирования (давление брикетирования — 60 ат). 1 — термобрикет, 2 — то же после прогрева до 400°, 3 — то же после нагрева до 800°.

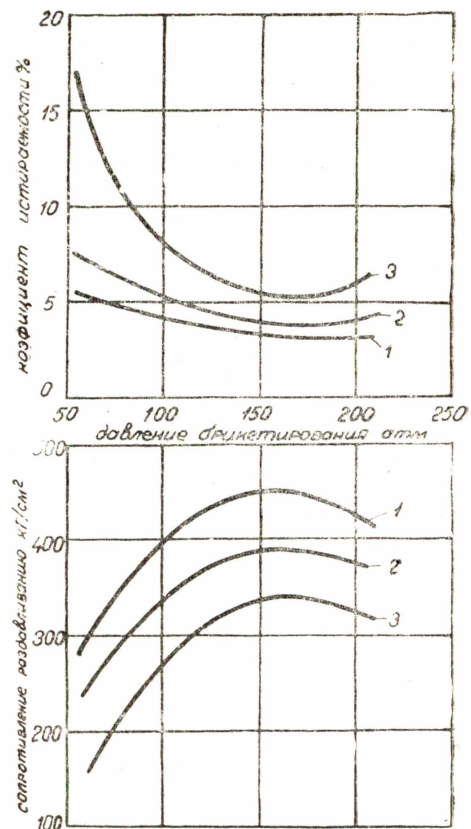


Рис. 2. Зависимость истираемости и сопротивления раздавливанию термобрикетов от давления брикетирования (температура брикетирования — 260°). 1 — термобрикет; 2 — то же после прогрева до 400°; 3 — то же после прогрева до 800°.

необходимостью достаточного развития реакций разложения, приводящих к увеличению количества реакционно-активного углерода (согласно представлениям А. А. Семечкина и Ф. И. Глотова), и накоплению жидких или пластичных продуктов разложения. С другой стороны, при дальнейшем повышении температуры продукты разложения претерпевают вторичные превращения, уменьшающие их «связующие» свойства, и частично отгоняются в виде паров смолы.

Вообще же надо полагать, что оптимальная температура определяет наивыгоднейшую скорость разложения органического вещества торфа, которая должна быть соизмерима со временем, необходимым для сближения частиц торфа под действием внешней нагрузки.

Оптimum температуры нагрева торфа перед брикетированием установлен и в работе Х. И. Ривкиной, но при более высоких значениях этого показателя. Последнее объясняется прежде всего различием природы исследуемых торфов. Кроме того, значительную роль может играть скорость нагрева, а также и другие условия опыта, например давление. При наложении давления на нагретую загрузку торфа последний разогревается дополнительно за счет сжатия. Этот разогрев может быть, по-видимому, значительным. Нами в ряде случаев наблюдалось резкое ускорение реакций разложения под давлением, приводящее к взрывоподобному выделению летучих. Брикет при этом разрушался и центр его был обуглен значительно сильнее периферии. В опытах Х. И. Ривкиной оптимальная температура 300° установлена при давлении брикетирования 33 атм ; в наших — при 60 атм , оптимальная температура — 260° .

Зависимость механической прочности термобрикетов от давления брикетирования показывает наличие максимума прочности при давлении 150 атм .

В опытах Х. И. Ривкиной непрерывный рост прочности наблюдался от 16 до 55 атм — верхнего, исследованного ею предела. Наблюдаемое в наших экспериментах снижение прочности после 150 атм можно, по-видимому, объяснить сильным ростом температуры торфа при сжатии и превышением вследствие этого оптимальной температуры брикетирования, если не считать возможного изменения направления реакций разложения органического вещества, приводящего к ухудшению «связующих» свойств.

С точки зрения возможности использования термобрикетов в доменном процессе без предварительного коксования интересно проследить изменение их прочности на разных стадиях пиролиза. Как видно из рис. 1 и 2, при коксовании термобрикетов происходит равномерное снижение их прочности. Этим поведением термобрикетов при коксовании отличается от поведения в соответствующих условиях машинно-формованного торфа, который обладает минимальной прочностью примерно при 400° [6]. Указанное свидетельствует, что структура кокса в основном складывается в момент брикетирования и дальнейшая усадка органического вещества происходит затрудненно, что и приводит к снижению прочности. В большинстве опытов Х. И. Ривкиной [3] прочность на раздавливание кокса была ниже прочности исходных термобрикетов, хотя наблюдалась и обратная картина. Последнее, вероятно, объясняется условиями испытаний.

Что касается определения индекса прочности по К. И. Сыскову, то этот показатель оказался менее характерным, хотя общая закономерность его изменения аналогична изменению истираемости и сопротивления раздавливанию.

Для сравнения нами в разнозначных условиях определена прочность коксов Кузнецкого металлургического комбината и Кемеровского

коксохимического завода. Эти данные вместе с показателями лучших образцов термобрикетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

| №№ пп. | Объект испытания | Коэффициент истираемости, % | Сопротивление, раздавливанию кг/см |
|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Кокс КМК | 2,8—3,0 | 250—300 |
| 2 | Кокс Кемеровского КХЗ | 3,2—3,3 | — |
| 3 | Торфяной термобрикет 260°, 150 ат | 3,4 | 450 |
| 4 | То же, прогрет до 400° | 3,9 | 390 |
| 5 | То же, прогрет до 800° | 5,6 | 340 |

Как видно из табл. 1, термобрикеты на всех стадиях пиролиза по сопротивлению раздавливанию превосходят хороший металлургический кокс, а по истираемости — к нему приближаются.

Таким образом, термобрикеты, по-видимому, могут быть использованы в доменных печах крупного объема как в виде кокса, так и непосредственно, без предварительного коксования.

Выводы

1. Изучено влияние температуры и давления брикетирования на сопротивление раздавливанию, истираемость и индекс прочности торфяных термобрикетов.

2. Показано, что максимальной механической прочностью термобрикетов и кокса из них соответствуют сравнительно узкие температурные пределы при брикетировании. Наблюдается также и оптимум давления. Эти явления объясняются, по-видимому, необходимостью протекания реакций разложения с определенной скоростью.

3. Поведение термобрикетов на разных стадиях пиролиза дает основание положительно оценить возможность использования их в доменной печи без предварительного коксования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борц А. Г. Совещание по использованию торфа в металлургической промышленности. «Кокс и химия», № 2, стр. 56—58, 1959.

2. Геблер И. В., Смольянинова Н. М. Проблема металлургического топлива для использования железных руд Томской области. Изд. Томского университета, Томск, 1959.

3. Цупров С. А. О состоянии техники и направлении ее развития на 1959—1965 гг. в торфяной промышленности СССР. Сб. Перспективы комплексного использования торфяных ресурсов Новосибирского экономического района. Изд. Новосибирского СНХ, 1959.

4. Ривкина Х. И. Получение металлургического кокса из фрезерного торфа через брикетирование в период коксования. «Торфяное дело», № 9, стр. 28—32, 1934.

5. Климов Б. К. Новые методы термической переработки торфа. ГОНТИ, 1939.

6. Геблер И. В., Смольянинов С. И., Мартынов А. Ф. и Северин Б. М. Влияние давления и влажности на свойства торфа как металлургического топлива. «Торфяная промышленность», № 8, стр. 16—20, 1959.