

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ РУДЫ И ФЛЮСОВ НА КАЧЕСТВО ТОПЛИВО-ПЛАВИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА

И. В. ГЕБЛЕР, С. И. СМОЛЬЯНИНОВ, А. Г. НЕЗНАНОВ

В связи с проблемой металлургического топлива для железных руд Западносибирского бассейна кафедра химической технологии топлива Томского политехнического института ведет работу по исследованию возможности использования для указанных целей торфа, запасы которого в районе железорудного месторождения велики. Авторами прежде всего предполагалась возможность использования воздушно-сухого торфа в виде топливо-плавильных материалов в низкошахтных доменных печах на обогащенном кислородном дутье. Задача получения топливо-плавильных материалов связана как с необходимостью тесного контакта руды и восстановителя для плавки в низкошахтных печах, так и с необходимостью окусковывания пылеватых руд Западносибирского бассейна. Ранее опубликованные работы [1, 2] касались влияния давления формования, исходной и конечной влажности торфа и влияния добавок железной руды и флюсов к сырому торфу в момент формования на механическую прочность торфяных формовок на разных стадиях пиролиза.

Надо сказать, что задача окусковывания пылеватых руд касается не только руд Западносибирского бассейна. Современная черная металлургия невозможна без использования искусственно окускованных компонентов шихты, доля участия которых непрерывно возрастает. Известны следующие методы окусковывания рудных компонентов шихты: а) брикетирование формованием и прессованием со связующими и без них и б) различные способы спекания (агломерация). Наибольшее распространение получили методы спекания. Добавка агломерата в доменную шихту до 30—35% положительно сказывается на экономике процесса как вследствие экономии кокса за счет лучшего теплообмена, так и за счет уменьшения уноса руды с колошниковой пылью. Работа на шихте с содержанием агломерата выше указанной цифры считается экономически невыгодной, так как расходы на агломерацию не покрываются экономией кокса [3].

К методам окусковывания рудной мелочи можно отнести и производство железокоса, успешные опыты получения которого были проведены как за рубежом, так и в Советском Союзе. Этот метод требует наличия хорошо спекающихся углей, а присутствие окислов железа в шихте для коксования отрицательно влияет на выход химических продуктов коксования.

Предыдущие опыты проводились с добавкой руды и флюсов отдельно. Интересно было изучить влияние указанных добавок при совместном их присутствии с тем, чтобы получить топливо-плавильные материалы с необходимыми соотношениями топлива, руды и флюсов. Кроме того, в вышеописанных опытах механическая прочность образцов была достаточной лишь для низкошахтных печей.

В опытах по добавке флюсов было отмечено, что принятая крупность помола добавок 1—0 мм неблагоприятно сказывается на усадке образцов при коксовании и лучшие результаты по прочности достигаются при более тонком помоле добавок.

Степень измельчения наполнителей — руды и флюсов — может сказываться, очевидно, не только через улучшение физической однородности смеси, обуславливающей более равномерную усадку. Окислы железа и известняк не являются инертными добавками в химическом отношении. Наоборот, мы вправе ожидать активного взаимодействия данных компонентов хотя бы с гуминовыми кислотами торфа. В этом случае увеличение степени измельчения руды и флюсов приведет к сильному росту

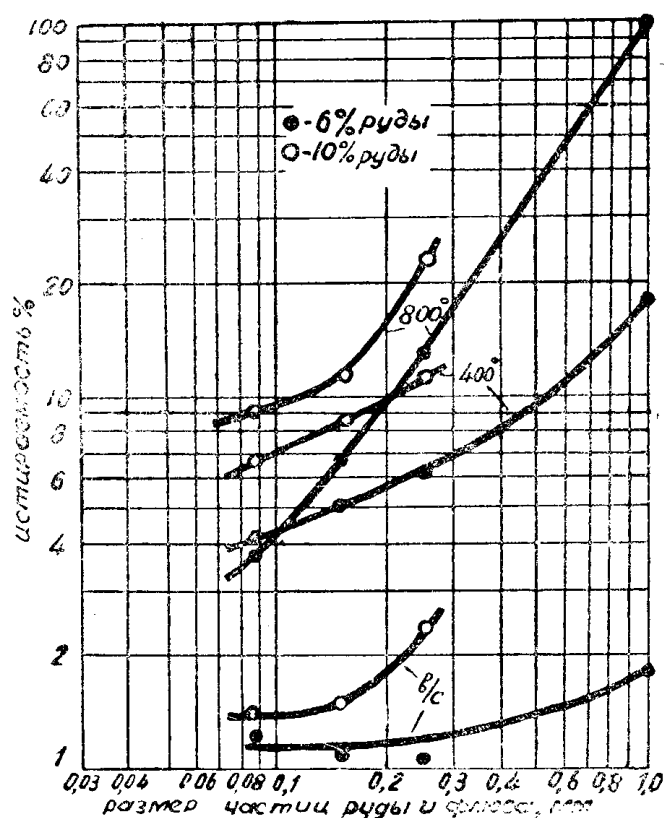


Рис. 1. Истираемость топливно-плавильных материалов (процент выхода класса меньше 3 мм) в воздушно-сухом (в/с) состоянии при различных конечных температурах нагрева (цифры у кривых) в зависимости от крупности частиц руды и флюса.

поверхности контакта реагирующих веществ и, несомненно, отразится на свойствах торфяных формовок.

Были проделаны опыты по добавке к сырому торфу в момент формования руды в количестве 3,6 и 10% при соответствующем расчетном

количестве флюсов [4]. Руда и флюсы брались разной степени измельчения 1,00—0,0 мм, 0,25—0,0 мм, 0,15—0,0 мм и 0,088—0,0 мм.

Общая методика работы была подобна вышеописанной [1, 2]. В данной серии экспериментов дополнительно определялись пористость образцов и процент восстановленности железа по Н. П. Чижевскому [5].

Результаты опытов показывают, что изменение степени измельчения руды и флюсов чрезвычайно сильно сказывается на механической прочности воздушно-сухого торфа и особенно прококсованных образцов.

При увеличении измельчения добавок с 1 до 0,088 мм истираемость воздушно-сухих образцов с добавкой 6 и 10% руды (рис. 1) уменьшается от 1,8—2,4% до 1,0—1,4% соответственно. Для образцов, прогретых до 400°, этот показатель уменьшается с 87,5 до 3,3—6,7%, а для образцов, скоксованных при 800°C—со 100% до 2,5—9,0% соответственно.

В таком же порядке изменяется сопротивление раздавливанию (рис. 2). Для воздушно-сухих образцов сопротивление раздавливанию

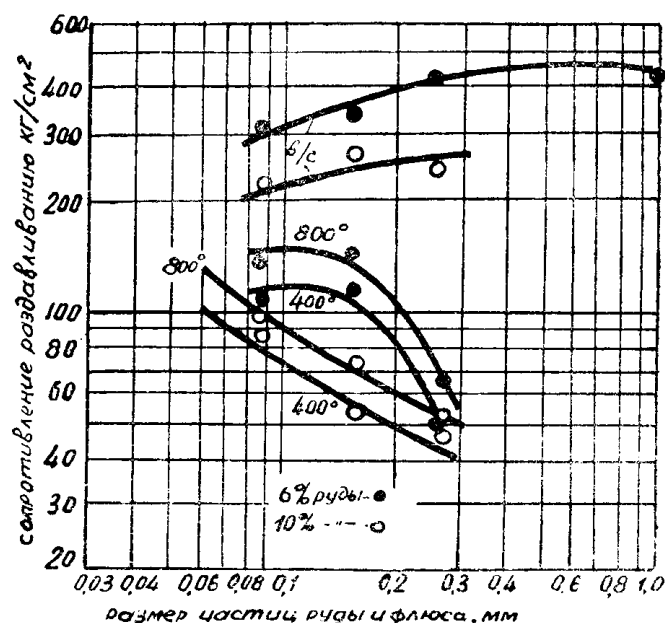


Рис. 2. Сопротивление раздавливанию топливо-плавильных материалов в воздушно-сухом состоянии (в/с) и при различных конечных температурах нагрева (цифры у кривых) в зависимости от крупности частиц руды и флюса.

изменяется в пределах 200—400 кг/см². Для образцов же, прогретых до температур 400 и 800°, сопротивление раздавливанию резко увеличивается от величин ниже 20 кг/см² до 100—150 кг/см². Изменение индекса прочности следует тому же закону.

При испытании образцов топливо-плавильных материалов на восстановимость железа найдено, что в коксе из этих материалов, выжженном при 800°, процент восстановленного железа равен 60—70% (при добавке руды к сырому торфу 6—10%). Степень восстановления уменьшается с увеличением измельчения руды (рис. 3) с 70 до 60%, что находится в прямой связи с пористостью, а очевидно, и с условиями прямого восстановления.

Так, пористость кокса (800°) из указанных материалов (рис. 3) уменьшилась с 55 до 45% (для образца с 6% добавкой руды) при изменении крупности помола руды с 1 до 0,088 мм. Для образцов с добавкой 10% руды данный показатель равен 63 и 58% при крупности руды 0,25 и 0,088 мм соответственно.

Таким образом, увеличение тонкости помола руды и флюсов, добавляемых к сырому торфу в момент формования, чрезвычайно сильно улучшает механическую прочность топливно-плавильных материалов на всех стадиях пиролиза.

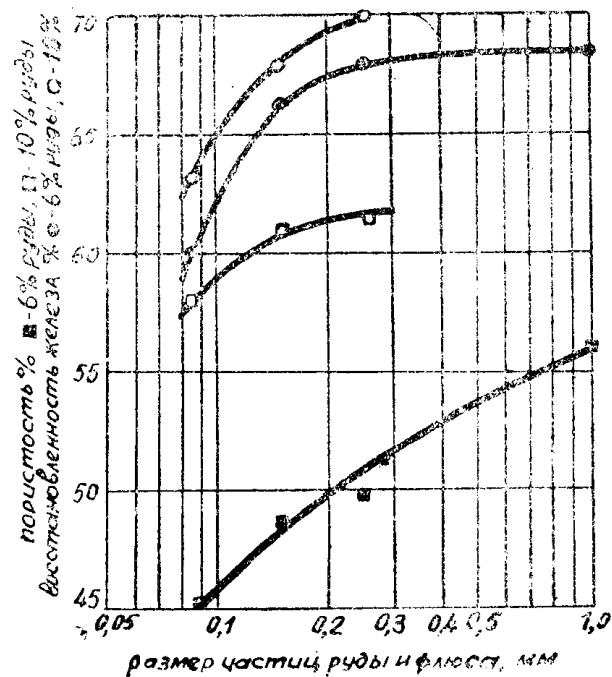


Рис. 3. Восстановленность железа и пористость образцов топливно-плавильных материалов, прогретых до 800° в зависимости от размера частиц руды и флюса, мм.

Для добавок руды, не превышающих 6% на сырую массу торфа (при соответствующем количестве флюсов), степень измельчения можно принять равной 0,15 мм, так как дальнейшее измельчение на прочность влияет мало. Для больших добавок руды степень измельчения ее, по-видимому, целесообразно принять большей; однако окончательный выбор в этом случае необходимо сделать в совокупности с экономической оценкой.

Для сравнительной оценки полученных результатов нами в равнозначных условиях проведено определение механической прочности кокса Кемеровского коксохимического завода и кокса, получаемого на Кузнецком металлургическом комбинате. Кроме того, определялась прочность древесного угля (березового, ретортного) и прочность образцов из торфа без добавок. Так, истираемость кокса КМК оказалась равной 2,8—3,0%, кокса Кемеровского КХЗ — 3,2—3,3%, древесного угля — 18—19%. Сопротивление раздавливанию кокса КМК равно 250—300 кг/см². Истираемость образцов торфа без добавок в воздушно-сухом состоянии равна 1,2%, при 400° — 12%, при 800° — 4,2%; сопротивление раздавливанию равно 300, 26 и 70 кг/см² соответственно.

Топливо-плавильный материал с добавкой 10% руды на сырую массу торфа имеет, после удаления летучих при 800° , соотношение между углеродом и железом примерно 0,9 : 1, а при добавке руды 6% — 1,6 : 1. В первом случае указанные соотношения являются нормальными для современного доменного процесса, во втором — вполне допустимыми, так как при выплавке некоторых специальных сортов чугуна расход кокса даже превышает эту величину.

Как видно из рис. 1 и 2 и приведенных данных, топливо-плавильные материалы в воздушно-сухом состоянии по сопротивлению раздавливанию равны хорошему металлургическому коксу, а по истираемости его превосходят. Это обстоятельство имеет особое значение при загрузке в домну воздушно-сухих материалов, так как значительная доля разрушающих усилий прилагается к топливу в моменты его транспортировки и загрузки в колошник.

Для газопроницаемости доменной шихты большое значение имеет истираемость компонентов шихты. Этот показатель топливо-плавильных материалов заметно превышает истираемость каменноугольного кокса лишь у образцов с добавкой 10% руды, прогретых до 800°. Однако это не дает основания считать, что подобные материалы нельзя применять в крупных доменных печах. Газопроницаемость столба торфяных топливо-плавильных материалов, даже обладающих несколько более повышенной истираемостью, чем каменноугольный кокс, может оказаться, вследствие однородности материала, гораздо более высокой, чем у многокомпонентной шихты в обычном доменном процессе.

Тем более несомненно успешное применение торфяных топливо-плавильных материалов в печах меньшего объема, что ясно видно из сравнения механической прочности указанных материалов и древесного угля, который, как известно, используется и до настоящего времени.

Интересно отметить, что топливо-плавильные материалы имеют повышенную по сравнению с чистым торфом механическую прочность в интервале температур 400°, где последний, как правило, имеет минимум прочности. Это важно как при применении в домне данных материалов в воздушно-сухом состоянии, так и при коксовании их в печах непрерывного действия.

В образцах, прогретых до температуры 800°, процент железа, восстановленного до металла, составляет 60—70%, а пористость 45—60%.

Так как к сырому торфу в момент формирования можно добавить такое количество руды, какое обеспечит нормальные соотношения между рудой и топливом в доменном процессе, то вышеописанный способ получения топливо-плавильных материалов может также рассматриваться как способ окусковывания пылеватых руд и рудной мелочи.

Производство таких топливо-плавильных материалов можно, по-видимому, осуществить на обычных торфоформовочных машинах, причем дополнительные затраты будут минимальными.

Бесспорным преимуществом предлагаемых топливо-плавильных материалов является и то, что уже при 800° более половины железа восстанавливается до металлического.

Выводы

1. Тонкое измельчение руды и флюса при добавке их к сырому торфу в момент формирования сильно увеличивает механическую прочность формованного торфа на всех стадиях пиролиза.

2. Топливо-плавильные материалы обладают механической прочностью, позволяющей их использовать в низкошахтных печах, а также, по-видимому, и в современных доменных печах большого объема.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.

2. Геблер И. В., Смольянинов С. И., Потапенко В. Е., Косолапов В. И. Влияние добавок руды и флюсов на свойства торфа как металлургического топлива. Изв. ТПИ, т. 111, 1961.

3. Люйкен. Подготовка сырых материалов к доменной плавке. Металлургиздат, 1959.

4. Павлов М. А. Расчет доменных шихт. Металлургиздат, 1948.

5. Чижевский Н. П. Избранные труды, т. 1, Изд. АН СССР, 1958.