

УДК 662.8

ПРИМЕНЕНИЕ ОБОРОТНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ТЕРМОБРИКЕТОВ ИЗ УГЛЕЙ 1Б ПРИАМУРЬЯ

¹Сорокин А.П., ²Савченко И.Ф., ³Гиренко И.В.

¹АмурНЦ РАН, ²ИГиП ДВО РАН, ³ИГиП ДВО РАН, г. Благовещенск

В Дальневосточном федеральном округе в последнее время увеличивается спрос на квалифицированное твердое влагостойкое и малодымное бытовое топливо. Таким бытовым, а также декоративным топливом могут быть брикеты из термически обогащенного бурого угля технологической группы 1Б месторождений Приамурья. Ранее нами [1] было показано, что бурые угли 1Б Приамурья при использовании энергосберегающей естественной сушки являются конкурентно способными с забайкальскими, канско-ачинскими и амурскими углями группы 2Б.

Производственный эксперимент по естественной сушке 300 тонн свежедобытого угля Сергеевского месторождения с начальной влажностью 51,3% показал, что выход мелких фракций сортового угля бурого мелкого (БМ) и бурого семечко со штыбом БСШ) превышает 70%. Такие фракции сортового топлива в бытовом секторе и ЖКХ, где превалирует слоевое сжигание, обладают пониженным спросом. Конкурентоспособность возрастает при брикетировании мелких фракций бурого угля. Угли 1Б Приамурья хорошо брикетируются без связующих добавок и без нагрева, но для длительного хранения требуют закрытых складов в отличие от каменных и блестящих бурых углей, так как обладают влагопоглощением, приводящем к разрушению брикетов и сокращению сроков хранения (табл. 1).

Таблица 1. Водопоглощение брикетов, изготовленных без связующих добавок.

№ брикета	Водопоглощение, %	
	0,5 часа	1 час
1	0,93	1,9
2	1,0	2,0
3	1,62	2,7
4	1,47	1,96
5	1,4	1,87
6		3,47
7		1,75
8		3,02
9		3,48
10		5,35

Эти обстоятельства обуславливают необходимость производства термически обогащенных, водостойких, прочных и малодымных брикетов из мелочи буроугольной сушонки. Рабочая влажность угольной мелочи естественной сушки варьирует в интервале 7,5 – 23%, зольность сухого топлива также непостоян-

на, доля золы в отдельных образцах одной и той же партии может быть равной 12 – 27%. Угли 1Б Приамурья кроме золы и влаги забалластированы также кислородом, входящим в гидроксильные и карбоксильные группы органического вещества. Содержание кислорода в горючей массе достигает 27%.

Технология производства термообогащенных брикетов предусматривает нагрев угольной мелочи без доступа воздуха обратным теплоносителем до 200–250°C до появления низкоплавких продуктов термического разложения и удаления части кислородосодержащих гидроксильных и карбоксильных групп. Известно [2], что при нагревании топлива выделяются летучие гетероатомные соединения, в первую очередь CO₂ и H₂O, так как обладают пониженной энергией разрыва связей. При этом уменьшение содержания кислорода в топливе на 1% сопровождается ростом калорийности почти на 110 кДж/кг [3]. Содержание O₂ в отходящем CO₂ равно 72,7%, а в парах воды – 88,9%, т.е. потеря массы сухого вещества на 1% при нагреве будет соответствовать повышению калорийности примерно на 90 кДж/кг. Потеря массы углем растет с увеличением температуры нагрева. С целью установления оптимальной температуры термической переработки угля 1Б была замерена потеря массы, т.е. выход летучих, для интервалов нагрева 125°C, 150°C, 175°C и 200°C с часовой выдержкой термостатирования (табл. 2).

Таблица 2. Потеря массы сухим углем при нагреве по температурным интервалам

№	Масса навески, г	Потери при прокаливании, %			
		125°C	150°C	175°C	200°C
1	20,0	6,8	8,75	23,25	33,5
2	20,0	8,0	8,5	31,0	35,0
3	20,0		8,5	10,0	35,0
4	20,0		8,5	9,5	35,0

Из табл. 2 следует, что потеря массы в интервале температур 175 – 200°C составляет 19,2 – 35%. При зольности сухого топлива в интервале 17 – 24% это приведет к увеличению зольности термически обработанного угля до 26 – 35%. Так как доля гетероатомов в горючей массе 1Б достигает 27,5%, то для термического обогащения следует остановиться на интервале температур 175 – 200°C. Более высокая температура нагрева приведет к выделению метана и других углеводородов, что нежелательно.

Для нагрева угольной мелочи до температуры 175 – 200°C удобно использовать теплоноситель из природных галек размером 25–50 мм и максимальном ее нагреве 350°C, так как при температуре выше 350°C из угольной загрузки выделяются горючие газы. При расчете параметров установки термического обогащения угля во внимание принимают: температуру максимального нагрева угольной загрузки, теплоемкость и температуропроводность угольной мелочи и ее насыпной вес. В качестве теплоносителя выбраны крупноразмерные гальки исходя из присутствия в перерабатываемом угле отдельностей до 20–25 мм. Кроме того, эти гальки легко отделяются на грохоте от термически обработанного угля. Объем пустот между гальками не зависит от их размеров, а определяется

способом укладки, в среднем составляет около 30% насыпного объема. Плотность отдельных галек определяется горной породой и варьирует от $2,63 \text{ г/см}^3$ (кремни, граниты) до $3,25 \text{ г/см}^3$ (базальты). Насыпной вес галек в среднем равен 1950 кг/м^3 .

В термических расчетах принимается плотность галек равная 2800 кг/м^3 , удельная теплоемкость – $0,92 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ и теплопроводность – $2,4 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Для буроугольной сушонки характерны следующие параметры БМ диаметр 13–25 мм, БСШ – 0–12 мм. Насыпной вес сушонки – 375 кг/м^3 при влажности 13,5 – 17,5%. Температуропроводность бурого угля принята по [4] равной $5,7 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}$. Теплопроводность угольной засыпки равной $0,2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ со средней теплоемкостью $1,55 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$.

Технологическая схема цеха для производства термобрикетов представлена на рис. 1. Она включает: бункер (1) для теплоносителя (галек), бункер (2) для угля, технологическую печь (3) для нагрева гальки до 350°C , дозаторы (4) для нормирования подачи теплоносителя и угля, смеситель (5) для равномерного смешивания угля и теплоносителя, реактор-термостат (6) для выдержки реакционной смеси, грохот-отделитель теплоносителя (7), тракт оборотного теплоносителя (8), брикетный пресс (9), участок (10) пассивирования, охлаждения и выдержки брикетов, склад (11).

Технологический регламент заключается в подаче из бункера галек (теплоноситель) в технологическую печь, в которой её нагревают до 350°C . Из печи теплоноситель поступает в дозатор, куда из бункера подается буроугольная сушонка. Дозированные количества теплоносителя и бурого угля подают в смеситель, где образуется реакционная смесь гомогенного состава. Реакционная смесь из смесителя поступает в реактор, в котором осуществляется выравнивание температуры угля и теплоносителя до 200°C и происходит выделение гетероатомных соединений летучих веществ. Из реактора 6 прореагировавшая смесь поступает на грохот-отделитель. Из грохота-отделителя отработанный теплоноситель по тракту возвращается в печь для нагрева. Термоуголь из грохота поступает в брикетный пресс для формования брикетов. После формования брикеты проходят операции пассивирования, охлаждения и выдержки, после чего поступают на склад для реализации.

Время термостатирования в реакторе зависит от температуропроводности угольной засыпки, максимального диаметра пустот между гальками, температуры галек и конечной температуры угля. При температуропроводности угля $6,7 \times 10^{-4} \text{ м}^2/\text{ч}$, конечной температуре его нагрева 200°C и температуре теплоносителя 350°C , при размере галек 25–50 мм время нахождения реакционной смеси в реакторе составит около 8 минут.

При средней теплоемкости угля $1,2 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ с влажностью 12–18% и зольностью 15–22%, удельная энергия термообогащения находится в интервале 660–770 кДж/кг. В этих условиях исходный сухой уголь теряет от 7 до 11% массы. Из затрат энергии на термообогащение на испарение имеющейся в угле влаги расходуется от 35 до 60%. Отношение в реакционной смеси масс теплоносителя и угля при влажности угля 20% равно 2,0; влажности 25% – 3,0 и влажности 30% равно 3,8. Для термического обогащения угля влажностью выше 30% необходима предварительная сушка до влажности 14–15%

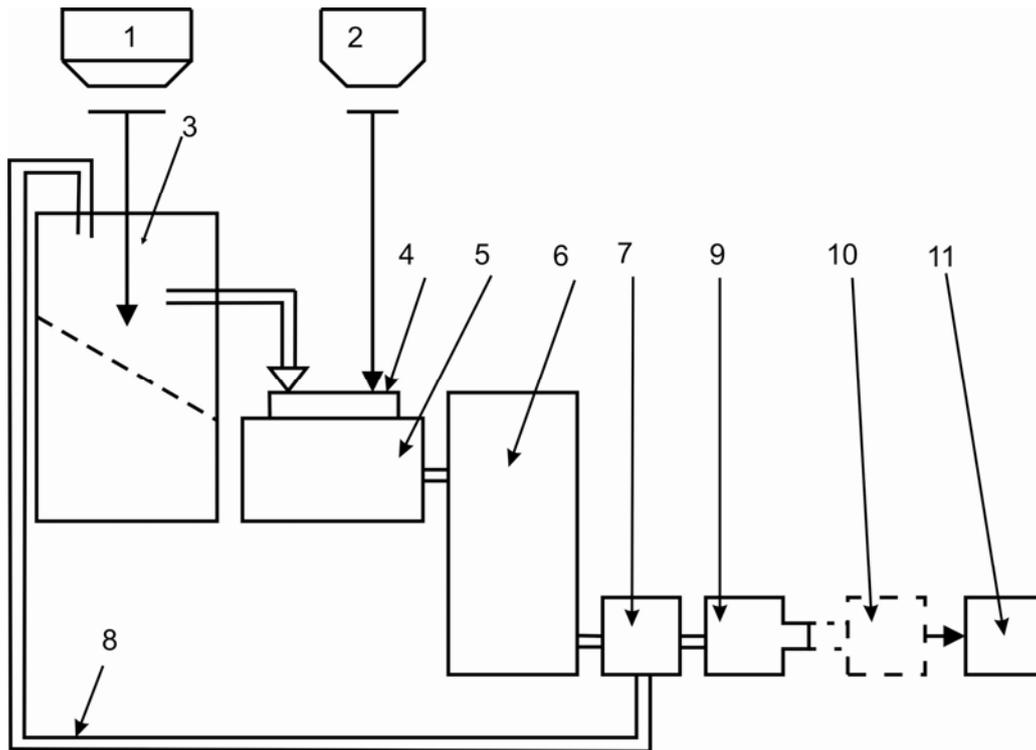


Рис. 1. Технологическая схема термобрикетного цеха: 1 – бункер гальки, 2 – бункер угольной мелочи (БМ БСШ), 3 – технологическая печь, 4 – дозаторы, 5 – смеситель, 6 – реактор-термостат, 7 – грохот – отделитель гальки, 8 – тракт обратного теплоносителя, 9 – брикетный пресс, 10 – пассивирование, охлаждение, выдержка термобрикетов, 11 – склад.

Из этих расчетов вытекает возможность управления процессом термообогащения только количеством вносимого в смеситель угля, что удобно производить дозированием вносимого объема при известном насыпном весе сухого угля. Расчеты показывают также, что технологическая печь с топкой ТШПм – 2.5 может обеспечить брикетный цех производительностью до 50 тыс. термобрикетов в год.

Литература

1. Сорокин А.П., Савченко И.Ф. Энергосберегающая переработка углей технологической группы 1Б Верхнего Приамурья//Горение твердого топлива: VII Всероссийская конференция, 10-13 ноября 2009, Новосибирск: [сб. докл.]. Новосибирск: Из-во Института теплоизоляции СО РАН, 2009. Ч. 3. С. 57-61.
2. Бухаркина Т.В., Дигунов Н.Г. Химия природных энергоносителей и углеродных материалов//Уч. пособие. М.: Российский химико-технологический университет им.Д.И.Менделеева, 1998. 77с.
3. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования. – М.: Наука, 1971. – 358 с.
4. Агроскин А.А. Физика угля. – М.: Недра, 1965. – 353 с.