

УДК 674.816

ПОЛУЧЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗУЮЩИХ ИЗ СУБЕРИНА БЕРЕЗОВОЙ КОРЫ

© И.Г. Судакова¹, Н.М. Иванченко¹, Б.Н. Кузнецов^{2*}

¹Институт химии и химической технологии СО РАН, Академгородок,
Красноярск, 660036 (Россия) E-mail: inm@icct.ru

²Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, Красноярск,
660041 (Россия) E-mail: bnk@icct.ru

Изучено влияние содержания суберина, давления и температуры прессования на прочность и водостойкость древесных топливных брикетов. Определены оптимальные технологические параметры процесса горячего прессования для получения древесных брикетов с высокими эксплуатационными свойствами. Установлено, что термообработка исходных топливных брикетов улучшает их физико-механические характеристики.

Ключевые слова: суберин, древесина, топливные брикеты.

Введение

Дрова и отходы древесины сами по себе являются экологически чистым топливом, но их целесообразно применять только на месте получения в связи с невысокой теплотой сгорания.

Транспортабельное топливо получают путем превращения отходов древесины в топливные брикеты с насыпной плотностью более 0,9 т/м³ и низшей теплотой сгорания около 7000 ккал/кг [1].

В условиях России, имеющей четвертую часть мировых запасов древесины [2], экологически чистые брикетированные топлива с высокой теплотворной способностью можно получать из отходов древесины с использованием древесной смолы в качестве связующего материала.

Древесные брикеты используются во всех видах топок котлов центрального отопления, а также в коммунальном секторе (в каминах и печках, грилях и пр.). Одно из достоинств брикетов – постоянство температуры при их сгорании на протяжении всего времени горения. Другим положительным моментом при использовании древесных брикетов в качестве топлива является снижение ущерба окружающей среде, по сравнению с ископаемым твердым топливом [3].

В настоящее время в мире все большее внимание уделяется повышению экологической безопасности бытовых топлив. В связи с этим получение древесных топливных брикетов с применением нетоксичных связующих является весьма актуальной задачей исследований [4]. Особый интерес представляет использование связующих на основе доступных природных веществ и растительных отходов.

В данной работе предложено использовать для получения древесных топливных брикетов связующие вещества на основе суберина – природного полиэфира, содержащегося в бересте коры березы.

Цель исследований – изучение влияния содержания суберинового связующего и технологических параметров процесса горячего прессования на физико-механические характеристики получаемых брикетов.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Экспериментальная часть

Для получения древесных топливных брикетов в лабораторных условиях применяли сосновые опилки фракционного состава < 2,5 мм, с влажностью 0,8% мас. В качестве связующего применяли суберин – частично гидролизованный природный полиэфир, полученный щелочной экстракцией бересты коры березы 3%-ным водным раствором NaOH [5]. Суберин представляет собой аморфный порошок коричневого цвета с температурой плавления 130–145 °С, кислотным числом 88–89 мг NaOH/1г, йодным числом 24 г I₂/ 100 г и влажностью 8,9%.

Суберин и древесный наполнитель, взятые в массовом соотношении 0–50 : 50–100, тщательно смешивали при температуре 140 и 175 °С. Затем из полученной пресс-массы формировали ковер и прессовали его на лабораторном прессе.

Пригодность суберина в качестве связующего и влияние технологических параметров процесса горячего прессования на характеристики получаемых древесных брикетов оценивали по водопоглощению, набуханию и прочности на сжатие, определяемых по стандартным методикам, согласно ГОСТу 10632-89.

Обсуждение результатов

Было изучено влияние содержания в композите суберинового связующего на физико-механические свойства получаемых древесных брикетов (табл. 1).

Как следует из данных, представленных в таблице 1, для получения древесных брикетов с наиболее высоким показателем прочности на сжатие (29 МПа) и низкими значениями водопоглощения и набухания (27 и 4% соответственно) достаточно добавления в композит 30% мас. суберина. Увеличение концентрации суберина в композите до 50% мас. приводит к возрастанию плотности древесных топливных брикетов до 908 кг/м³, но не улучшает их прочностные характеристики.

При разработке технологических режимов процесса горячего прессования необходимо знать влияние температуры и давления прессования на физико-механические свойства получаемых древесных брикетов.

Экспериментальные данные по влиянию технологических параметров процесса прессования на плотность и прочностные характеристики древесных топливных брикетов приведены в таблице 2.

Из анализа полученных результатов следует, что для получения древесных топливных брикетов с достаточно высокими показателями прочности и водостойкости необходимо применение высокого удельного давления (40 МПа) и пониженной температуры прессования (85 °С). Однако полученные при этих условиях древесные брикеты имеют прочность на сжатие ниже ее нормируемой величины по ГОСТ 10632-89.

Для повышения прочности и водостойкости древесных топливных брикетов были использованы термическая модификация суберинового связующего и термообработка брикетов после их прессования. Термическое модифицирование суберина проводили при температуре 175 °С в течение 60 мин., а термообработку исходных брикетов – при температуре 200 °С в течение 60 мин.

Данные по влиянию термообработки суберина и исходных брикетов на их прочностные характеристики представлены в таблице 3.

Из полученных результатов следует, что применение процесса термообработки исходных древесных брикетов при 200 °С в течение 60 мин приводит к более значительному улучшению их прочностных показателей по сравнению с брикетами, полученными с применением термомодифицированного суберина.

Таблица 1. Влияние содержания суберина в композите на физико-механические свойства древесных брикетов (температура прессования 85 °С; давление 40 МПа)

Количество связующего, % мас.	Физико-механические свойства брикетов			
	Плотность, кг/м ³	Предел прочности на сжатие, МПа	Водопоглощение за 2 ч, %	Набухание по толщине за 2 ч, %
0	617	7	170	48
20	823	21	49	3
30	850	29	27	4
40	862	23	26	5
50	908	17	21	5

Таблица 2. Влияние температуры и давления прессования на физико-механические характеристики древесных брикетов, полученных при содержании суберина 30% мас.

Температура прессования, °С	Давление прессования, МПа	Физико-механические свойства брикетов			
		Плотность, кг/м ³	Предел прочности на сжатие, МПа	Водопоглощение за 2 ч, %	Набухание по толщине за 2 ч, %
25	13	535	4	48	17
85	13	823	6	32	14
140	13	809	15	31	16
25	40	544	13	32	5
85	40	850	29	27	4
140	40	911	27	25	4

Таблица 3. Влияние термической модификации суберина и термообработки исходных топливных брикетов на их прочность и водостойкость

Способ модификации	Предел прочности на сжатие, МПа	Водопоглощение за 2 ч, %
Термообработка суберина брикетов отсутствует	29	27
Термическое модифицирование суберина	35	19
Термообработка брикетов	47	14

Как было обнаружено ранее [6], при термообработке суберина протекают поликонденсационные процессы, приводящие к увеличению его молекулярной массы. При термообработке исходных брикетов, вероятно, интенсифицируются реакции между функциональными группами суберина и лигнина древесного наполнителя с образованием сетчатых структур, что способствует увеличению прочности и водостойкости получаемых древесных брикетов.

Древесные топливные брикеты с наиболее высокой прочностью на сжатие и низкой гигроскопичностью были получены путем смешения при температуре 140 °С суберинового связующего и сосновых опилок (фракция < 2,5 мм), взятых в массовом соотношении 30 : 70 с последующим формированием ковра и его прессованием при удельном давлении 40 МПа и температуре 85 °С и термообработкой исходных брикетов при 200 °С в течение 60 мин.

Выводы

Показано, что суберин, получаемый щелочным гидролизом бересты коры березы, может быть использован в качестве связующего при производстве древесных топливных брикетов. При содержании в композите суберинового связующего 30% мас. были получены брикеты из сосновых опилок, имеющие предел прочности на сжатие 29 МПа и набухание по толщине 4%. Водостойкость таких топливных брикетов составляет 27%, что несколько ниже стандартных показателей.

Определены оптимальные технологические режимы процесса горячего прессования, позволяющие получить древесные топливные брикеты с более высокой прочностью на сжатие и низкой гигроскопичностью, а именно: концентрация суберинового связующего 30% мас.; удельное давление прессования 40 МПа; температура прессования 85 °С.

Установлено, что термическая обработка как суберинового связующего, так и исходных древесных топливных брикетов приводит к значительному повышению их прочностных характеристик и снижению водопоглощения. Так, термообработка исходных древесных брикетов при температуре 200 °С в течение 60 мин приводит к повышению их физико-механических характеристик до стандартных показателей (прочность на сжатие 47 МПа и водопоглощение 14%).

Список литературы

1. Парцхава Е.С., Пожарнов В.А. В перспективе Россия – крупнейший поставщик биотоплива на мировой рынок // Энергия: экономика, техника, экология. 2005. №6. С. 1–10.
2. Кошелев А.А., Шведов А.П. Дрова как основной энергоноситель для удаленных районов // Промышленная энергетика. 1997. №11. С. 4–8.
3. Азаров В.И. Полимеры в производстве древесных материалов. М., 2003. 230 с.

4. Сангалов Ю.А., Красулина Н.А., Ильясова А.И. Композиты: дисперсная древесина – термопластичные полимеры как перспективное направление химической технологии переработки древесины // Химическая промышленность. 2002. №3. С. 1–9.
5. Патент №2119503 РФ. Способ получения суберина из коры березы / В.А. Левданский, Н.И. Полежаева, А.П. Еськин, Б.Н. Кузнецов / БИ. 1998. №27.
6. Судакова И.Г., Иванов И.П., Иванченко Н.М., Кузнецов Б.Н. Получение пленкообразующих материалов из суберина коры березы повислой // Химия растительного сырья. 2004. №1. С. 31–34.

Поступило в редакцию 22 марта 2007 г.