

УДК 662.8

**О.С. Пономарев, И.К. Гиндулин, Ю.Л. Юрьев**

Уральский государственный лесотехнический университет

Пономарев Олег Сергеевич родился в 1986 г., окончил в 2009 г. Уральский государственный лесотехнический университет, аспирант УГЛТУ. Имеет около 5 печатных работ в области термохимической переработки древесины.  
E-mail: o\_ponomarev@mail.ru



Гиндулин Ильдар Касимович родился в 1982 г., окончил в 2004 г. Уральский государственный лесотехнический университет, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры химической технологии древесины УГЛТУ. Имеет более 20 печатных работ в области термохимической переработки древесины.  
E-mail: tradeek@mail.ru



Юрьев Юрий Леонидович родился в 1950 г., окончил в 1972 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 60 печатных работ в области термохимической переработки древесины.  
E-mail: bluestones@mail.ru



## **ВАРИАНТЫ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНОУГОЛЬНЫХ БРИКЕТОВ**

Показана возможность производства как бытовых древесноугольных брикетов с минимальным расходом крахмала в качестве связующего материала, так и технологических брикетов без использования стороннего связующего.

*Ключевые слова:* древесноугольный брикет, связующее, парогазовая смесь.

В России, как и за рубежом, наблюдается постоянный рост объемов производства древесного угля (ДУ) [3].

При производстве ДУ образуется до 15 % отходов в виде древесноугольной пыли и мелочи. ГОСТ 7657–84 нормирует содержание в ДУ частиц размером менее 12 мм. Эта фракция может служить сырьем для производства древесноугольных брикетов (ДУБ). В некоторых случаях в качестве сырья для производства ДУБ может выступать и стандартный ДУ.

ДУБ перед стандартным ДУ имеют следующие преимущества:

---

© Пономарев О.С., Гиндулин И.К., Юрьев Ю.Л., 2013

сырьем для производства ДУБ могут служить отходы лесопиления и деревообработки независимо от породы древесины, а также мелкий и некондиционный уголь;

увеличивается дальность экономически оправданной транспортировки вследствие повышенной механической прочности и высокой плотности ДУБ;

потребительские свойства ДУБ, в отличие от свойств стандартного ДУ, можно регулировать в широких пределах.

Перевозка ДУБ обходится примерно в 2 раза дешевле стандартного ДУ. При существующих оптовых ценах внутреннего рынка расходы на транспортировку не должны превышать в среднем 4 р./кг.

Все технологии производства ДУБ включают: приготовление шихты для брикетирования (тщательное перемешивание измельченного ДУ со связующим материалом), последующее прессование шихты и сушку сырых брикетов. Отличиями существующих технологий являются: использование различных связующих, аппаратное оформление и технологический режим процесса. В качестве связующих материалов можно использовать крахмал, лигносульфонаты, нефтяной пек, древесную смолу и др. [1, 2]. При производстве бытовых брикетов в основном используют крахмал. Большинство других связующих выделяют вредные или дурнопахнущие вещества при горении, поэтому получаемые с их помощью ДУБ находят только промышленное применение.

При прессовании ДУБ используют гидравлические и валковые прессы, экструдеры и др. Валковые прессы и экструдеры позволяют организовать непрерывный процесс производства, однако гидравлические прессы позволяют достичь большей плотности ДУБ вследствие большего давления прессования. С точки зрения транспортировки и бытового использования предпочтительной формой брикетов являются «подушечка» или «яйцо». Брикет такой формы проще производить в валковых прессах, но при их использовании существует проблема залипания шихты в пресс-формах.

Целью настоящей работы является получение древесноугольных брикетов (ДУБ) высокого качества с низкой себестоимостью.

**Вариант 1.** Действующая технология производства бытовых ДУБ со сниженным расходом связующего материала

Нами предложена технология производства ДУБ, которая внедрена на производящем древесный уголь предприятии ООО «Нико» (г. Тавда Свердловской области). В качестве связующего используют крахмал, прессование шихты осуществляют валковым прессом. Проблема залипания шихты решена полировкой пресс-формы.

Особенностью данной технологии является низкое (максимум 5 %) содержание связующего по сравнению с традиционными (10...15 %). Этот эффект был достигнут за счет предварительной подготовки сырья, отличной от существующих. После прессования влажные ДУБ отправляются на сушку в сушильную камеру печи пиролиза, где используется избыточная теплота процесса пиролиза.

Для производства древесного угля на этом предприятии применяют модульные пиролизные ретортные установки типа МПРУ, которые относятся к печам с вертикальными выемными ретортами. Реторты поочередно пере-

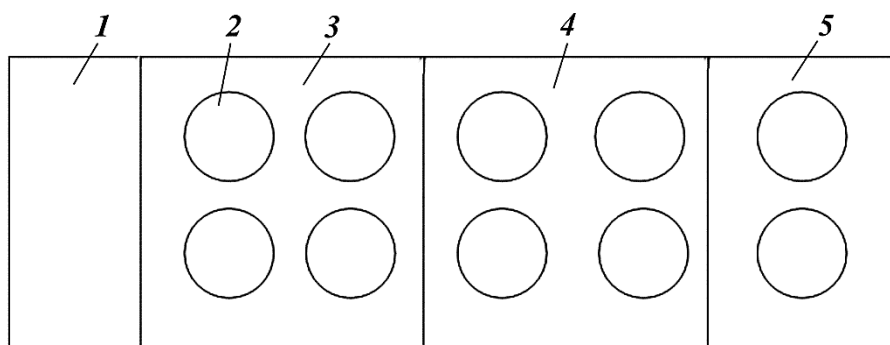


Рис. 1. Установка МПРУ: 1 – топка; 2 – реторта; 3 – камера пиролиза; 4 – камера сушки древесного угля; 5 – камера сушки ДУБ

двигают из камеры сушки в камеру пиролиза. В предложенной нами технологии сушильная камера для ДУБ встроена в установку для получения ДУ (рис. 1) и использует для сушки избыточную теплоту пиролиза.

Полученные таким образом брикеты имеют высокое качество и по всем показателям соответствуют требованиям ТУ 2455-003-31235731-06.

Преимущества предлагаемой нами технологии:

возможность безотходной термохимической переработки древесины;

снижение себестоимости ДУБ за счет сокращения расходов на покупку связующего и сушку брикетов избыточной теплотой печи для производства древесного угля.

#### Вариант 2. Предлагаемая технология производства технологических ДУБ

Нами предложена технология производства ДУБ без добавления стороннего связующего, которая может использоваться в тех случаях, когда поставка связующего затруднена или экономически неэффективна.

В качестве связующего материала в этом случае используется капельная фаза парогазовой смеси (ПГС), образующейся при пиролизе древесины. В состав ПГС (при внешнем теплообмене на стадии пиролиза) входят, %: отстойная и растворимая смолы – соответственно 2,4 и 1,7; кислоты – 0,7; вода – 27,0; газы пиролиза – остальное. По нашим данным, в шихте остается, % от ПГС: отстойная и растворимая смолы – соответственно 95,7 и 96,4; кислоты – 98,0; вода – 88,6. Связующим материалом в этих брикетах являются растворимые и отстойные смолы ПГС.

Схема получения шихты для брикетирования с использованием компонентов ПГС в качестве связующего показана на рис. 2.

Древесные опилки (влажность 30...55 %; фракция не более 5 мм) пресуют без связующего с таким расчетом, чтобы после пиролиза не потребовал-

ся размол. Прессование проводят гидравлическим прессом (давление прессования 20 МПа).

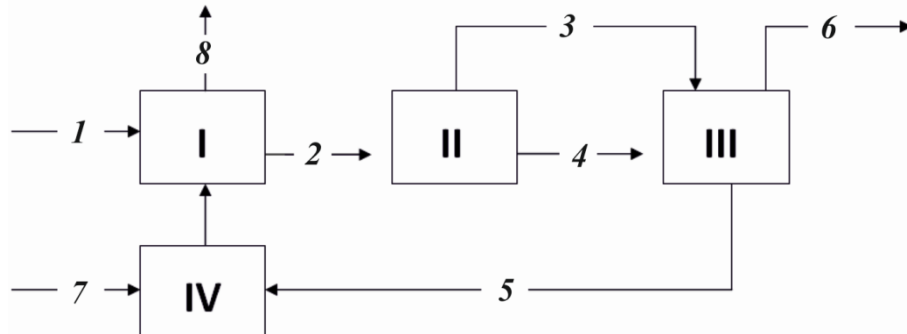


Рис. 2. Принципиальная схема получения шихты для брикетирования: I – сушилка, II – печь пиролиза, III – реактор, IV – топка; 1 – древесные отходы (опил), 2 – высушенные древесные отходы, 3 – древесный уголь, 4 – ПГС, 5 – газы пиролиза, 6 – шихта на прессование, 7 – воздух, 8 – отработанный теплоноситель

Спрессованные древесные опилки в виде брикетов 2 загружают в печь пиролиза II, откуда полученный ДУ 3 загружают в реактор III, не вынимая из реторты, а в печь пиролиза II загружают следующую партию отходов. Во время пиролиза ПГС 4, выделяющаяся из камеры пиролиза, проходит через реактор III. Капельная фаза ПГС (смолы и часть кислот) осаждается на ДУ, а газы пиролиза 5 проходят через слой угля и подаются в топку печи пиролиза IV на сжигание. Затем уголь с осажденной смолой 6, полученный в реакторе III, направляют на размол и брикетирование.

Прессование проводят гидравлическим прессом (давление прессования 30 МПа). Полученные брикеты подвергают прокатке при температуре 600...700 °С, затем охлаждают, фасуют и направляют потребителю.

В результате нами получены ДУБ, которые удовлетворяют требованиям ТУ 2455-003-31235731-06 (см. таблицу).

Показатель	Значение показателя		
	ТУ 2455-033-31235731-06	Вариант 1	Вариант 2
Внешний вид	Брикеты черного цвета без видимых сколов	Брикеты черного цвета без видимых сколов	Брикеты черного цвета без видимых сколов
Массовая доля не- летучего углерода, %, не менее	75,0	79,0	91,5
Массовая доля зола, %, не более	10,0	8,0	2,5
Массовая доля воды, %, не более	15,0	13,0	6,0
Плотность брикета, кг/м <sup>3</sup> , не менее	571,5	582,0...635,0	580,0...780,0
Механическая прочность на сбрасывание	Брикеты не раскололись	Брикеты не раскололись	Брикеты не раскололись

Предлагаемая нами технология имеет следующие преимущества:  
возможность безотходной термохимической переработки неликвидной  
лиственной древесины;

снижение себестоимости ДУБ за счет сокращения расходов на покупку  
связующего и сушку брикетов избыточным теплом печи для производства  
древесного угля;

сокращение удельных норм расхода воды.

Таким образом, полученные по предложенным вариантам ДУБ (с до-  
бавкой крахмала не более 5 % и без использования стороннего связующего)  
удовлетворяют требования ТУ 2455-003-31235731-06.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарев О.С., Гиндулин И.К., Юрьев Ю.Л. Брикетирование некондиционно-  
го древесного угля // Лесн. журн. 2012. № 2. С. 103–105. (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Цейтлин Л.И. Древесноугольные брикеты. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. 66 с.
3. Юрьев Ю.Л. Древесный уголь: справ. Екатеринбург: Сократ, 2007. 184 с.

Поступила 16.11.11

*O.S. Ponomarev, I.K. Gindulin, Yu.L. Yuryev*  
The Ural State Forest Engineering University

#### **Possible Ways of Charcoal Briquette Production**

The article demonstrates the possibility of producing both household charcoal briquettes  
with a minimum use of starch as a binding material, and technological briquettes with  
no added binder.

*Key words:* charcoal briquette, binder, steam gas mixture.

---