

23. Ионе К.Г., Мысов В.М. Переработка осадков хозяйственно-бытовых сточных вод в моторное топливо // Материалы IV Междунар. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов»,

(Харьков, 31 янв. – 1 февр. 2007 г.). – Харьков, 2007. – С. 293–294.

Поступила в редакцию 17.07.09

Waste Tires Thermolysis Oil-Fuel as Addition Agent to Oil Products

Kashkovsky V.I.

*Institute of Bioorganic Chemistry
and Petrochemistry of NASU, Kiev*

Thermolysis of rubber crumb without oxygen access is conducted. It is displayed that obtained liquid fraction is inconsistent by the number of parameters with the requirements for diesel fuels, however it can be applied as additive agent to oil or oil products.

Key words: tires, rubber crumb, thermolysis, liquid products.

Received July 17, 2009

УДК 581.63:662.818

Топливные брикеты из отходов растительного сырья

*Барбаш В.А.¹, Шабанов М.В.¹,
Грабовский О.В.², Рахметов Д.Б.³*

¹ *Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев*

² *НИИ «Ресурс», Киев*

³ *Национальный ботанический сад НАН Украины, Киев*

Предложена ресурсосберегающая технология изготовления топливных брикетов из отходов переработки древесины и сельскохозяйственных растений (пшеницы, льна, мальвы, сиды, щавната) с использованием в качестве связующего меляссы. Топливные брикеты имеют удельную теплоту сгорания до 20,3 МДж/кг, прочность на изгиб до 6,1 МПа, водопоглощение 32–48 %. Производство топливных брикетов расширяет ассортимент возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: топливный брикет, отходы растительного сырья, мелясса.

Запропоновано ресурсозберігаючу технологію виготовлення паливних брикетів із відходів перероблення деревини та сільськогосподарських рослин (пшениці, льону, мальви, сиди, щавнату) з використанням як зв'язуючого меляси. Паливні брикети мають питому теплоту згорання до 20,3 МДж/кг, міцність на згин до 6,1 МПа, водопоглинання 32–48 %. Виробництво паливних брикетів розширює асортимент відновлюваних джерел енергії.

Ключові слова: паливний брикет, відходи рослинної сировини, мелясса.

Рост населения планеты, уровня его жизни и материального обеспечения влияет на темпы роста потребления природных ресурсов, запасы которых стремительно исчерпываются. Для многих стран мира, в частности, Украины все более актуальным становится вопрос о бесперебойном обеспечении предприятий и населения товарами широкого потребления, сырьем и энергоресурсами. По прогнозам ученых, разведанные запасы нефти, газа, угля через 20–30 лет во многих странах будут практически исчерпаны. Угроза энергетического кризиса мировой экономики заставляет искать альтернативные источники сырья и энергоснабжения.

Большинство стран видят решение энергетической проблемы в использовании собственных нетрадиционных и возобновляемых источников энергии на основе местных ресурсов таких, как биомасса, торф, бурый уголь. Доля биомассы в топливно-энергетическом балансе составляет в Германии 6 %, Швеции 10 %, Дании 12 %, Финляндии 26 % и, по прогнозам специалистов, имеет тенденцию к росту [1]. В Украине доля потребления нетрадиционной энергетики составляет всего 0,79 % (при энергоемкости отечественных производств в 2,5–5 раз большей, чем в развитых странах Европы) [2].

Украина как страна-производитель сельскохозяйственной продукции ежегодно имеет значительные объемы отходов растительного волокнистого сырья (биомассы), которые не всегда рационально используются. При этом они содержат ценные органические и минеральные компоненты, которые рассматриваются специалистами в качестве сырья для переработки в товары широкого потребления и альтернативные источники энергии, в частности, в топливные брикеты и пеллеты [3]. Удельная теплота сгорания такого топлива на 40–60 % ниже, чем угля, но оно имеет меньшую зольность и вполне пригодно для отопления жилых и административных зданий, частных домов, теплиц, вагонов и т.д. [4].

Технология изготовления топливных брикетов постоянно совершенствуется с учетом экономической и экологической составляющих. Одним из основных процессов изготовления топливных брикетов является прессование, для которого в зависимости от технических характеристик имеющегося оборудования необходимо определять оптимальные значения таких технологических параметров, как температура, продолжительность и усилие прессования, состав композиции и размер частиц растительного сырья, вид, концентрация и расход связующего. Связующие вещества добавляют к волокнистой

массе для придания топливным брикетам прочности, необходимой для их транспортировки и хранения. Они не должны выделять токсичные вещества при сжигании, уменьшать теплоту сгорания брикетов и увеличивать их зольность.

В производстве прессованных материалов используются связующие различного химического состава, преимущественно на основе синтетических смол (карбамидо-, меламино- и фенолформальдегидных) [5], но они не пригодны для изготовления топливных брикетов по экологическим причинам — при их сжигании в воздух выделяются токсичные вещества [6]. Поэтому поиск экологически безопасных связующих для производства топливных брикетов по-прежнему является актуальной научно-практической задачей.

Учеными кафедры экологии и технологии растительных полимеров НТУУ «КПИ», лаборатории химической и огнебиозащитной обработки материалов и конструкций НИИ «Ресурс» разрабатываются ресурсосберегающие технологии переработки отходов растительного сырья в товары широкого потребления (картонно-бумажную продукцию, древесностружечные плиты, топливные брикеты).

В данной работе представлены результаты проведенных исследований по изготовлению топливных брикетов из древесных стружек и опилок, стеблей сельскохозяйственных культур (пшеницы, льна, мальвии мелюки, сиды многолетней, щавната). При изготовлении лабораторных образцов топливных брикетов отходы растительного сырья измельчали до размеров частиц 1–3 мм, подсушивали до влажности 10–12 %, смешивали со связующим в разных соотношениях, прессовали при усилии прессования 30 МПа и температуре 130 °С.

Проведенные предварительные исследования по изготовлению топливных брикетов из стеблей мальвии мелюки с использованием в качестве связующих лигносульфонатов и кукурузной патоки показали низкие качественные характеристики брикетов: недостаточную прочность (0,8–1,7 МПа) и значительное водопоглощение (до 83 %), что свидетельствует о возможных осложнениях при их транспортировке, хранении и использовании в качестве топлива (табл.1).

Дальнейший анализ отходов пищевой промышленности Украины позволил найти другое связующее — меляссу, которая является продуктом переработки сахарной свеклы [7]. Мелясса содержит до 43 % сахарозы и до 44 % сбраживаемых сахаров, которые при температуре выше 110 °С кристаллизуются, что инициирует образование каркасного строения топлив-

Таблица 1. Результаты испытаний брикетов из стеблей мальвы мелюки

Сырье : СВ	Предел прочности на изгиб, МПа	Водопоглощение, %
20 : 1	0,75/0,95	83/78
10 : 1	1,55/1,65	76/69
7 : 1	1,60/1,70	68/66

Примечание. Связующие (СВ) лигносульфонаты (в числителе), кукурузная патока (в знаменателе).

Таблица 2. Характеристики топливных брикетов из стеблей сиды многолетней

Сырье : СВ	Плотность, кг/м ³	Предел прочности на изгиб, МПа	Водопоглощение, %	Низшая удельная теплота сгорания, МДж/кг
20 : 1	974	5,2	48	17,2
10 : 1	1002	8,0	39	17,6
7 : 1	1011	11,7	31	17,9

ного брикета, способствует повышению его плотности и прочности, уменьшению водопоглощения.

В табл.2 приведены результаты испытаний топливных брикетов из стеблей сиды многолетней, изготовленных при разных соотношениях сырья : связующее при 130 °С и усилии прессования 30 МПа. Из нее видно, что количество

Таблица 3. Результаты испытаний образцов топливных брикетов из отходов растительного сырья

Состав брикетов, %	Плотность, кг/м ³	Зольность, %	Предел прочности на изгиб, МПа	Водопоглощение, %	Низшая удельная теплота сгорания, МДж/кг
Стружка древесная – 100	1108	0,59	5,0	57	22,4
Стружка древесная – 90; СВ – 10	1176	0,68	6,2	30	22,5
Костра льна – 100	1080	2,8	3,4	53	17,0
Костра льна – 90; СВ – 10	1150	2,65	4,7	34	17,1
Отруби пшеничные – 100	1190	3,8	4,9	68	16,3
Отруби пшеничные – 90; СВ – 10	1240	3,6	5,6	48	16,8
Стебли мальвы – 100	1180	3,1	5,1	52	17,5
Стебли мальвы – 90; СВ – 10	1290	2,9	6,1	32	17,6
Стебли сиды – 100	1170	4,0	4,8	59	17,6
Стебли сиды – 90; СВ – 10	1280	3,8	5,3	39	17,7
Стебли щавната – 100	1290	4,8	4,9	60	17,4
Стебли щавната – 90; СВ – 10	1350	4,6	5,5	42	17,5
Стебли сиды – 70; костра льна – 20; отруби пшеничные – 10	1170	3,5	4,0	61	17,2
Стебли сиды – 67; костра льна – 17; отруби пшеничные – 6; СВ – 10	1220	3,3	4,2	42	17,3
Щавнат – 70; стружка – 20; отруби пшеничные – 10	1140	3,8	4,9	59	17,4
Щавнат – 67; стружка – 17; отруби пшеничные – 10; СВ – 10	1190	3,6	5,7	42	17,4
Стружка – 60; стебли мальвы – 30; костра льна – 10	1030	2,2	4,5	59	20,2
Стружка – 67; стебли мальвы – 17; костра льна – 6; СВ – 10	1100	2,1	4,9	34	20,3
Требования нормативного документа [8]	680–1400	≤ 7,0	–	–	≥ 14,5

связующего существенно влияет на физико-механические и теплотехнические характеристики полученных топливных брикетов.

Брикеты, изготовленные с 15 % связующего (сырье : мясса = 7 : 1), пристаю к стенкам пресс-формы, нарушают целостность наружной плоскости брикетов, а кромки изделий обламываются при их изъятии из пресс-формы. Кроме того, пресс-форму каждый раз перед прессованием нужно тщательно очищать от пригара, что делает невозможным ритмичную работу пресса. Поэтому рекомендуется применять соотношение сырья : связующее = 10 : 1, при котором брикеты имеют низшую удельную теплоту сгорания лишь на 20–25 % меньше, чем у брикетов, изготовленных из древесной стружки, сравнительно небольшое водопоглощение и значительную прочность на изгиб (табл.3), которые обеспечивают их сохранность при транспортировке.

На основании полученных лабораторных данных была разработана технологическая инструкция по изготовлению опытно-промышленных партий топливных брикетов из отходов растительного сырья. Экспериментальные образцы топливных брикетов из стружки хвойных пород древесины, костры льна, пшеничных отрубей и стеблей новых сельскохозяйственных культур по разработанной технологии были из-

готовлены на производственной базе МПП «Козелец» (Черниговская обл.). Испытания образцов брикетов были проведены в лабораториях НИИ «Ресурс» и Национального ботанического сада им. Н.Н.Гришка НАН Украины на аттестованном оборудовании согласно принятым стандартным методикам. Результаты исследований приведены в табл.3.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что все образцы топливных брикетов из волокнистого растительного сырья удовлетворяют требованиям технических условий [8]. Влажность полученных образцов топливных брикетов колеблется в пределах 10–15 %, что также удовлетворяет требованиям нормативного документа [8]. Топливные брикеты, изготовленные с использованием меляссы, имеют на 14–38 % большую прочность на изгиб, чем образцы брикетов, изготовленных без связующего. Такая прочность может полностью обеспечить целостность брикетов при транспортировке. Водопоглощение этих образцов топливных брикетов на 28–47 % ниже водопоглощения брикетов, изготовленных без связующего, что позволяет сохранять их в течение 5–6 мес в обычных условиях, исключив лишь прямой контакт с атмосферными осадками.

Таким образом, показана возможность расширения альтернативных источников тепловой энергии за счет использования отходов переработки ежегодно возобновляемого отечественного растительного сырья.

Для организации производства топливных брикетов из многотоннажных отходов сельскохозяйственного производства требуются минимальные затраты на модульное строительство цехов, подведение коммуникаций, закупку и монтаж сушильного, дробильного, прессового и упаковочного оборудования. Производство топливных брикетов является экономически целесообразным по сравнению с расходами на добычу и транспортировку потребителям угля, нефти и газа.

Список литературы

1. Сухин Е. Энергетика. Назад в будущее // Зеркало недели. — 2008. — № 25. — С. 11.
2. Матвеев А. Концепция развития биоэнергетики в Украине. — Киев : НПО «Агентство по возобновляемой энергетике», 2003.
3. Ekstrom H. The global wood pellet industry. — Seattle : Eworldwire. — Mar. 3, 2009.
4. Доронин Ю.Т., Мирошниченко С.А., Шулепов И.А. Древесные пресс-массы. — М. : Лесн. пром-сть, 1980. — 112 с.
5. Темкина Р.З. Синтетические клеи в деревообработке. — М. : Химия, 1971. — 285 с.
6. Вредные вещества в промышленности : Справ. / Под ред. Н.В.Лазарева. — М. : Химия, 1976. — Т. 1. — 590 с.
7. ДСТУ 3696-98. Мелясса. Состав и методы контроля. — Введ. 01.01.98.
8. ТУ У 20.1-32479568-001:2006. Топливные брикеты. — Введ. 01.00.06.

Поступила в редакцию 07.09.10

Fuel Briquettes from Vegetable Raw Materials Wastes

*Barbash V.A.¹, Shabanov M.V.¹,
Grabovskiy O.V.², Rakhmetov D.B.³*

¹ National Technical University of Ukraine «KPI», Kiev

² Research Institute «Resource»,

³ National Botanical Garden of NASU, Kiev

The resource saving technology of fuel briquettes manufacture from wood and agricultural plants (wheat, flax, malva, sida, schavnat) treatment wastes with molasses as binder is proposed. Fuel briquettes have a specific combustion heat up to 20,3 MJ/kg, bending strength up to 6,1 MPa, water absorbtion 32–48%. Fuel briquettes manufacture expands renewable energy sources list.

Key words: fuel briquette, vegetable raw materials wastes, molasses.

Received September 7, 2010