

2. Стребков Д.С., Некрасов А.И. Резонансные методы передачи и применения электрической энергии. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2008. - 351 с.

3. Патент РФ 2332824, Система управления движением мобильного подвижного сельскохозяйственного объекта/ авторы: Стребков Д.С., Королев В.А., Фельдшеров А.Ю., Некрасов А.И. и др.: - Бюл. № 25, 2008.

4. Бан А.Г., Нуриев З.К., Топорков В.Н. Электрооборудование высоковольтного импульсного культиватора. Механизация и электрификация сельского хозяйства.– 1990. – №10. – С. 39-40.

5. Стребков Д.С., Королев В.А. Топорков В.Н., Трубников Применение резонансных электрических систем для уничтожения сорняков. В сб. «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК»: материалы международной научно-технической конференции, Минск, 24-25 ноября 2011 г. / М.А. Прищепов [и др.]; под ред. М.А. Прищепова — Мн.: БГАТУ, 2011 – С. 188-191.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК И ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖИВОТНОВОДСТВА

Г.В. Ушаков, Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков

г. Кемерово, Кузбасский государственный технический университет
ООО «Малое инновационное предприятий научно-технический центр «Экосистема»

Одной из важнейших проблем на сегодняшний день является образование отходов в результате лесозаготовительных, лесопильных и деревообрабатывающих предприятий. По данным Рослесхоза на 2009 г., общий объема рубок с целью заготовки древесины по стране составило более 350 млн м³/год. При этом по литературным данным в процессе лесозаготовки и в лесопильном производстве образуется в среднем 11 % мягких древесных отходов (от вывезенной древесины), а на деревообрабатывающих предприятиях – около 30 % (от переработанной древесины). Большая часть этих отходов в настоящее время не утилизируются и складываются в отвалах [1].

Такие отходы как древесные опилки оказывают неблагоприятное воздействие на окружающую среду, но при этом являются вторичным ресурсом, т. к. представляют собой биомассу дерева. Так путем термической переработки можно получить ряд ценных продуктов пиролиза, например активированный уголь.

Однако эффективная переработка подобной биомассы дерева рациональна только после их гранулирования – получения блоков, брикетов, гранул, пеллет. Существует большое количество методов формования, из которых наиболее энерго- и ресурсосберегающим считается метод окатывания.

Как правило, древесный материал не способен при окатывании образовывать прочные гранулы, в связи с этим необходим связующий материал – эффективное, экологически безопасное, доступное и дешевое. Таким материалом могут служить отходы животноводческих предприятий (навоз, помет), количество которых ежегодно растет, опережая рост объемов их переработки и утилизации. Однако навоз и помет представляют собой потенциально опасный в бактериологическом отношении материал, поэтому требует применения процессов обеззараживания. Решение данной задачи может быть достигнуто путем анаэробного сбраживания отходов животноводческих предприятий. При этом наряду с получением экологически безопасного связующего материала, будет получен газообразный энергоноситель – биогаз [2].

Приведенное выше доказывает актуальность исследований в области переработки мягких древесных отходов и отходов животноводческих предприятий с получением полезных продуктов, что приведет к ресурсосбережению древесных материалов, улучшению экологической обстановки в местах лесозаготовок, лесопилении и деревообработки.

Целью исследований, результаты которых приведены в настоящей работе, является разработка технологии совместной переработки мягких древесных отходов и отходов животноводческих предприятий с использованием микробиологических (анаэробное

сбраживание) [3-6], механических (гранулирование) и термических (пиролиз, активация) методов с получением сорбента и применения его для очистки водных сред от жидких углеводов [7]. Объектами исследования являлись опилки, образующиеся на деревообрабатывающих предприятиях г. Кемерово и биомасса помехохранилища одной из птицефабрик Кемеровской области.

Связующее вещество для гранулирования опилок получали из биомассы помета животноводческой фабрики путем его анаэробного сбраживания на стендовой установке, основным аппаратом которой является реактор-метантенк, оснащенный системой обогрева и теплоизолирующей рубашкой из нового материала на основе гранулированного пористого силикатного утеплителя. Использование анаэробного сбраживания биомассы помета в разрабатываемой схеме позволило решить несколько задач технологического и инновационного характера:

- получить газообразный энергоноситель – биогаз;
- получить обеззараженный полупродукт – сброженную биомассу;
- получить из сброженной биомассы жидкие и твердые биоудобрения;
- получить из сброженной биомассы связующее вещество для формирования гранул из опилок;
- получить древесные топливные гранулы;
- осуществить глубокую переработку топливных древесных гранул методом пиролиза с получением новых продуктов.

Граничные условия ведения процесса анаэробного сбраживания – температуру и время определяли исходя из принципа необходимости и достаточности, а также экономии энергетических ресурсов. В табл. 1 приведены показатели процесса анаэробного сбраживания, биомассы отходов птицеводства, полученные на стендовой установке.

Таблица 1. Показатели процесса анаэробного сбраживания биомассы

Показатель	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
Влажность загружаемого сырья, %	80,0	82,0	85,0	88,0	90,0	92,0
Выход метана, л/кг сухой массы помета	0,5	24,0	38,1	7,6	4,0	3,8
Среднее содержание CH ₄ в биогазе, %	1,7	64,2	65,1	12,5	11,1	9,1
Выход остатка анаэробного сбраживания, %	86,8	91,0	88,7	85,0	92,4	92,8
Липкость сброженного остатка	5	8	12	расслаивается		

После окончания процесса анаэробного процесса сброженную биомассу обезвоживают на сетчатом фильтре. Фильтрат используют в качестве жидкого биоудобрения. Твердый остаток подвергают дальнейшей переработке, которую осуществляют одним из двух способов. Первый способ заключается в сушке остатка и его последующем гранулировании. Он дает возможность получать твердое гранулированное биоудобрение. Второй способ предусматривает смешение твердого остатка определенной влажности с опилками с последующим гранулированием с последующим гранулированием полученной смеси и получением топливных древесных гранул.

Гранулирование проводили методом окатывания на стендовой установке, включающем смеситель, барабанный гранулятор и термошкаф. В опытах определяли содержание и влажность сброженной биомассы в смеси с опилками, соответствующие граничному количеству, необходимому для связывания опилок, а также максимальное – смеси, когда ее технологические свойства уже не удовлетворяют условиям проведения процесса окатывания и наблюдается налипание смеси на внутреннюю поверхность аппарата. Показатели, отражающие свойства древесных гранул, полученных окатыванием на стендовой установке приведены в табл. 2.

Кроме использования в качестве твердого топлива древесные брикеты могут быть подвергнуты глубокой переработке. Нами разработана технология, в которой получены газообразное топливо с высокой теплотворной способностью и сорбент, способный эффективно удалять нефтепродукты с поверхности почвы и воды. Сущность этой технологии заключается в пирогенетической обработке (пиролизе) брикетов без доступа кислорода при

температуре 300 – 700 °С.

Таблица 2. Показатели древесных гранул

Параметр	Номер образца	
	1	2
Плотность, кг/м ³	232	461
Плотность насыпная, кг/м ³	153	270
Прочность при сжатии, г	1030	5260
Выход летучих веществ, %	67,0	56,2
Зольность, %	11,0	20,0
Теплота сгорания, МДж/кг	13,3	5,2

Исследования процессов глубокой переработки древесных брикетов проводили на стендовой установке-пиролизаторе, элементами которой являлись: реактор-пиролизатор и система охлаждения парогазовой смеси и сбора жидких продуктов. Реактор-пиролизатор представляет собой стальную емкость цилиндрической формы (диаметр внутренний – 270 мм, длина – 520 мм), снабженную герметизирующей крышкой со штуцером для отвода парогазовой смеси [8].

В процессе проведения пиролиза древесных гранул образовывались газообразные, жидкие и твердые продукты. Газообразные продукты – это пиролизный газ. Результаты анализа проб этого газа, выполненный хроматографическим способом, приведен в табл. 3, из которой видно, что основными компонентами пиролизного газа являются водород и метан. Эти газы обладают высокой теплотой сгорания. Поэтому пиролизный газ является высококачественным газообразным энергоносителем [9].

Таблица 3. Состав пиролизного газа

Параметр	Номер образца древесных гранул			
	1	2	3	4
Выход пиролизного газа, %	27,7	20,6	19,5	14,9
Содержание СН ₄ в пиролизном газе, %	25,2	23,9	27,7	27,2
Содержание Н ₂ в пиролизном газе, %	36,2	56,6	57,6	48,7
Количество энергии, выделяющейся при сжигании пиролизного газа, МДж/м ³	13,0	20,3	21,0	19,7

Жидкими продуктами пиролиза древесных гранул являются выделяющаяся в процессе их нагрева надсмольная вода и жидкие смолистые продукты, образующиеся в процессе термической деструкции гранул в отсутствие кислорода. Эти продукты содержат ценные химические продукты, которые могут быть выделены химическими методами. Кроме того, жидкие продукты пиролиза могут быть использованы в качестве печного топлива.

Твердым продуктом пиролиза является углеродистый остаток, который по своему составу и структуре является аналогом древесного угля, получаемого из чистой древесины. Поэтому, из него могут быть получены различные сорбенты.

В настоящей работе приведенные результаты исследований по получению из углистого остатка пиролиза древесных гранул сорбента для сорбции нефтепродуктов с поверхности почвы и водных поверхностей. Сущность использованного метода заключается в активации углистого остатка инертным газом при повышенной температуре. Активацию проводили на стендовой установке, основным элементом которой является трубчатая электропечь. Активирующим агентом являлся углекислый газ, который подавали в печь из баллона с постоянным расходом. В результате активации частицы углистого остатка приобретали мезопористую структуру и способность сорбировать органические примеси, в частности нефтепродукты. Свойства нефтесорбентов, полученных из углистого продукта процесса пиролиза древесных гранул приведены в табл.4.

Таблица 4. Свойства нефтесорбентов

Параметр	Образец	
	1	2
Адсорбционная нефтеемкость, г/г	4,58	4,11
Адсорбционная емкость по йоду, %	28,04	32,32
Водопоглощение, %	1,59	0,99
Плаваемость, суток; не менее	20	
Прочность при сжатии (для сорбента в виде гранул, г)	200	320
Выход нефтесорбента, %	42,0	44,6

Заключение

Совместная переработка и утилизация древесных отходов и отходов предприятий животноводства одновременно решает такие важные проблемы как:

- экологическую - ликвидацию отходов и проливов нефтепродуктов;
- энергетическую - получение топлива и энергии;
- агрохимическую - получение экологически чистых удобрений;
- социальную - улучшение условий труда и быта;
- инновационную – производство новых, востребованных видов продукции и услуг.

Поэтому она является перспективной, особенно для регионов России с развитой деревообрабатывающей и деревообрабатывающей промышленностью, животноводством и птицеводством.

Литература

1. Брюханова, Е.С. Проблемы утилизации мягких отходов древесины и отходов животноводства / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. – № 5. – С. 71-82.
2. Брюханова, Е.С. Выбор установки для переработки отходов сельского хозяйства применительно к условиям Кемеровской области / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков, А.В. Елистратов // Вестник КузГТУ. – 2009. – № 4. – С. 66-69.
3. Brjuhanova, E.S. Biogas - the effective source of renewed energy for the farm / E.S. Brjuhanova, A.G. Ushakov, G.V. Ushakov // XIII International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Modern Techniques and Technologies" (МТТ'2007). – Tomsk: TPU, 2007. – P. 157-159.
4. Брюханова Е.С., Алгайер О.А., Михайлова Е.С. Получение биогаза из отходов сельскохозяйственного производства с утилизацией сброженного остатка // Материалы XIV Международной экологической студенческой конференции "Экология России и сопредельных территорий". – Новосибирск: НГУ, 2009.– С. 169-170.
5. Брюханова Е.С., Ушаков А.Г. Влияние влажности на процесс анаэробной переработки отходов птицефабрик // Современные проблемы фундаментальных и прикладных наук. Кемерово, 2011. - С. 103-107
6. Брюханова Е.С. Исследование влияния влажности сырья на выход и состав продуктов анаэробной переработки отходов птицефабрик // Ползуновский вестник. - 2010. – № 3. – С. 271-274.
7. Пат. 2438987 Российская Федерация, МПК С 02 F 1/40. Способ очистки водных сред от жидких углеводородов / Ушаков Г.В., Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Басова Г.Г., Елистратов А.В., Елистратова О.В.; заявитель и патентообладатель КузГТУ. – № 2010133203/05; заявл. 06.08.2010; опубл.: 10.01.2012.
8. Брюханова, Е.С. Пиролиз топливных гранул / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, М.Н. Авдюшкин, К.И. Андрейкина // Вестник КузГТУ. – Кемерово: КузГТУ, 2010. – № 4. – С. 134-136.
9. Брюханова, Е.С. Изучение динамики изменения состава газа в процессе пиролиза / Е.С. Брюханова, А.А. Кычанова, Е.С. Махортова // Вестник КузГТУ. – 2010. – № 5. – С. 124-125.