

4. Древесные отходы и отходы предприятий животноводства

4.1 Технология совместной переработки отходов и отходов предприятий животноводства

Образование отходов в результате лесозаготовительных, лесопильных и деревообрабатывающих предприятий – одна из важнейших проблем на сегодняшний день. По данным Рослесхоза на 2009 г., общий объем рубок с целью заготовки древесины по стране составил более 350 млн. м³/год.

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 утилизируется и складывается в отвалах.

Древесные опилки с одной стороны – отход, оказывающий неблагоприятное воздействие на окружающую среду, а с другой – вторичный ресурс, представляющий собой биомассу дерева. Из них путем термической переработки можно получить ряд ценных продуктов пиролиза, например активированный уголь.

Однако эффективная переработка подобной биомассы дерева рациональна только после ее гранулирования – получения блоков, брикетов, гранул, пеллет. Из существующих методов формования, в качестве наиболее энерго-и ресурсосберегающего можно выделить метод окатывания.

Как правило, древесный материал не способен при окатывании образовывать прочные гранулы, в связи с этим необходим связующее вещество – эффективное, экологически безопасное, доступное и дешевое. В качестве такого могут выступать отходы животноводческих предприятий, количество которых ежегодно растет, опережая рост объемов их переработки и утилизации.

Однако навоз и помет представляют собой потенциально опасный в бактериологическом отношении материал, поэтому требуют 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.

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), механических (гранулирование) и термических (пиролиз, активация) методов и получением сорбента, применяемого его для очистки водных сред от жидких углеводов. Объектами исследования являлись опилки, образующиеся на деревообрабатывающих предприятиях г. Кемерово и биомасса помехохранилища одной из птицефабрик Кемеровской области.

Связующее вещество для проведения процесса гранулирования опилок получали анаэробным сбраживанием помета на стендовой установке, основным аппаратом которой является реактор-метантенк, оснащенный системой обогрева и теплоизолирующей рубашкой из нового материала на основе гранулированного пористого силикатного утеплителя. Процесс анаэробного сбраживания в разрабатываемой схеме служит для решения несколько задач технологического и инновационного характера:

- получить газообразный энергоноситель – биогаз;
- получить обеззараженный полупродукт – сброженную биомассу;
- получить из сброженной биомассы жидкие и твердые биоудобрения;
- получить связующее вещество для формирования гранул из опилок;
- получить древесные топливные гранулы;

- осуществить глубокую переработку топливных древесных гранул методом пиролиза с получением новых продуктов.

После окончания анаэробного процесса сброженную биомассу обезвоживали на сетчатом фильтре. Фильтрат использовали в качестве жидкого биоудобрения. Твердый остаток подвергали дальнейшей переработке одним из двух способов. Первый способ – сушка остатка и его последующее гранулирование с получением твердого гранулированного биоудобрения. Второй способ предусматривает смешение твердого остатка определенной влажности с опилками с последующим гранулированием смеси и получением топливных древесных гранул.

Гранулирование проводили методом окатывания на стендовой установке, включающей 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.

Кроме использования в качестве твердого топлива древесные гранулы могут быть подвергнуты глубокой переработке. Нами разработана технология, позволяющая получать газообразное топливо с высокой теплотворной способностью и сорбент, способный эффективно удалять нефтепродукты с поверхности почвы и воды. Суть технологии – пирогазетическая обработка (пиролизе) гранул без доступа кислорода при температуре 300-700С. Исследования процессов глубокой переработки древесных гранул проводили на стендовой установке-пиролизаторе, включающей как сам реактор-пиролизатор, так и систему охлаждения парогазовой смеси и сбора жидких продуктов. В качестве реактора-пиролизатора использовали стальную емкость цилиндрической формы

(диаметр внутренний – 270 мм, длина – 520 мм), снабженную герметизирующей крышкой со штуцером для отвода парогазовой смеси.

В процессе проведения пиролиза древесных гранул образовывались газообразные, жидкие и твердые продукты. Газообразные продукты – это пиролизный газ. Результаты анализа проб этого газа, выполненные хроматографическим способом, приведены в табл. 4. Видно, что основными компонентами пиролизного газа являются водород и метан, обладающие высокой теплотой сгорания. Поэтому пиролизный газ является высококачественным газообразным энергоносителем.

Жидкими продуктами пиролиза древесных гранул являются надсмольная вода и жидкие смолистые продукты. Они образуются в процессе термической деструкции гранул в отсутствие кислорода. Эти продукты содержат ценные химические продукты, выделение которых возможно 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 данном разделе приведены результаты исследований по получению из углистого остатка пиролиза древесных гранул сорбента для сорбции нефтепродуктов с поверхности почвы и водных поверхностей. Сущность метода получения – активация 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.

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, востребуемых видов продукции и услуг.

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

4.2 Ресурсосберегающая технология переработки древесных отходов

Во всём мире признано, что одним из основных направлений повышения эффективности производства является улучшение использования сырьевых ресурсов. Одним из оптимальных видов переработки древесных отходов является пиролиз. Простота аппаратного оформления, разнообразие получаемых продуктов, лёгкость регулирования режимных параметров делают этот метод наиболее перспективным.

При переработке древесных отходов методом пиролиза получают древесный уголь - продукт конденсации паровой смеси и неконденсирующиеся газы которые можно использовать как для проведения самого процесса пиролиза, так и для получения дешёвой энергии при его сжигании.

Однако существующие технологии по проведению процесса пиролиза не отвечают техническим требованиям, таким как, качество древесного угля, продолжительность процесса, улов газообразных продуктов, загрязнение

окружающей среды и рассчитаны в основном на эксплуатацию на крупных деревообрабатывающих предприятиях.

Установка, разработанная сотрудниками кафедры переработки древесных материалов, обеспечивает переработку длинномерных и короткомерных отходов лесозаготовок и деревообработки в древесный уголь. Предусмотрена возможность регулирования режимных параметров и изменения количества, состава получаемых продуктов и поддержания оптимальных условий термического разложения древесины, что не только сокращает продолжительность процесса и снижает затраты на его проведение, но и обеспечивает высокое качество древесного угля за счёт рационального распределения тепла внутри камеры пиролиза. Излишки тепла, образующиеся при работе установки, идут на подсушку сырья для пиролиза в сушильную камеру.

Установка представляет собой последовательно соединённые модули: углевыжигательную печь, состоящую из камеры пиролиза 1 и контейнера 2, топку, выполненную в виде последовательно соединённых газогенератора 3 и камеры сгорания 4, систему конденсации и охлаждения парогазовой смеси, состоящей из конденсатора 5, сборника конденсата 6, и воздуходувки 7, а также камеру сушки 8, используемой для подсушки пиролизного сырья (см. рис. 1).

Корпуса камер пиролиза и сушки снабжены теплоизоляцией 9 для предотвращения тепловых потерь. Перфорированные коллектора 10, закреплены к нижней части контейнера, соединенного при помощи уплотнительного узла, с газоходом топки 11 оборудованным шиберной задвижкой. Камера пиролиза и камера сушки закрываются сверху крышками через уплотнительные узлы.

Газогенератор снабжён шнековым питателем 12 с электроприводом, бункером отходов и ленточным конвейером. Газогенератор трубопроводом соединён с камерой сгорания. К газогенератору и камере сгорания нагнетающими трубопроводами, присоединена воздуходувка.

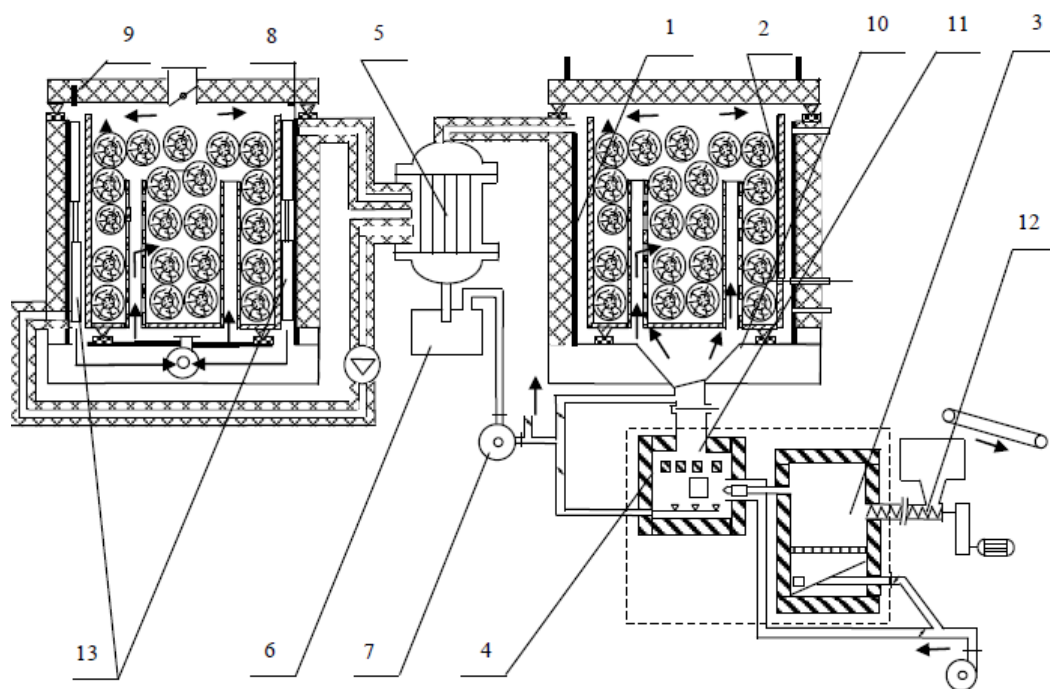


Рисунок 1. Установка для переработки древесных отходов

Камера пиролиза в верхней части трубопроводом сообщается с системой конденсации, включающей охладитель парогазовой смеси и сборник конденсата. Трубопровод, соединён с камерой сгорания газоходом и через задвижку с атмосферой. Межтрубное пространство охладителя трубопроводами с теплоизоляцией соединено с калориферами камеры сушки. Камера пиролиза имеет ряд технологических отверстий для установки термпар, и металлического щупа, для контроля готовности угля. В нерабочем состоянии отверстия закрывают резьбовыми пробками. Камера сушки представляет собой конструкцию, аналогичную камере пиролиза, дополнительно снабженную калориферами 13, воздуходувкой и люком для осушения воздуха. Контейнер с предварительно подсушенной древесиной загружают в камеру пиролиза и закрывают крышкой. Другой контейнер с сырой древесиной помещают в камеру сушки. Неликвидные отходы деревообработки, загружаются в бункер ленточным конвейером и шнековым питателем подаются в газогенератор. Включается воздуходувка, запускается газогенератор и начинается процесс газогенерации. Генераторный газ, поступает в камеру сгорания и осуществляется поджог основной горелки

камеры сгорания. Топочные газы, проходя через газоход и перфорированные коллекторы, распределяются по всей площади камеры пиролиза, равномерно обогревая пиролизное сырьё, и охлаждаясь, выбрасываются в атмосферу, неконденсирующиеся газы подаются на дожег в камеру сгорания. Ход процесса переугливания контролируется по температуре в верхней и нижней частях камеры пиролиза, измеряемой термопарами. Готовность угля определяется прощупыванием продуктов переугливания в камере металлическим щупом через отверстия в нижней части корпуса камеры. В течении всех стадий процесса переугливания древесины смесь паров конденсируется в кожухотрубчатом теплообменнике и собирается в сборник. Теплоноситель из рубашки теплообменника при помощи насоса подается в калориферы сушильной камеры или отводиться потребителю. После окончания процесса пиролиза начинается процесс охлаждения древесного угля. Пирогазы, проходя через кожухотрубчатый теплообменник, охлаждаются и подаются по трубопроводу в газоход топки, где рассеиваясь через перфорированные коллекторы, поднимаются вверх, и, проходя через слой готового угля, интенсивно охлаждают его до 50 С. По окончании процесса охлаждения тельфером открывается крышка и осуществляется выгрузка контейнера и установка в камеру пиролиза контейнера с подсушенным сырьём, а в камеру сушки - контейнера с подготовленным для сушки сырьём.

Благодаря использованию контейнера с перфорированными коллекторами, обеспечивается рациональная структура движения топочного газа внутри камеры пиролиза и равномерный нагрев всего объема древесины, что позволяет обеспечить стабильное качество продукта. Кроме того, в установке осуществляется сбор жидких и утилизация газообразных продуктов пиролиза.

Использование тепла пиролиза в смежной сушильной камере способствует уменьшению времени затраченного на сушку, обеспечивается непрерывность процесса (пиролиз-сушка); интенсификация процесса

охлаждения с использованием конденсатора позволяет значительно сократить время затраченное на охлаждение угля, что в значительной степени позволяет сократить продолжительность технологического процесса в целом. Топочный газ, получаемый из генераторного газа, вырабатываемого в газогенераторе, содержит минимальное количество вредных веществ, и значительно уменьшает выбросы в атмосферу. Использование газогенератора позволяет перерабатывать неликвидное сырьё от деревообработки и лесопиления, а также древесно-угольную мелочь, неизбежно образующуюся в процессе получения древесного угля. Все блоки являются передвижными и могут перевозиться железнодорожным и автомобильным транспортом к месту эксплуатации.

4.3 Анализ конкурентных преимуществ и недостатков технологий переработки древесных отходов

На сегодняшний день переработка отходов любого производства является актуальной задачей современного общества. Благодаря переработке, потребители могут получить материалы, обладающие необходимыми свойствами для их повторного использования.

С точки зрения лесопромышленного производства, переработка древесных отходов будет актуальна, вследствие не только улучшения экологического состояния окружающего мира, но и получения дополнительной прибыли при реализации продукта на товарном рынке.

Цель: анализ эффективности технологии переработки древесных отходов в качестве наполнителя для получения древесно-цементных композитов в сравнении с производством топливных гранул

Задачи:

- 1) обзор существующих технологий переработки древесных отходов;
- 2) оценка потенциального объема сырья, используемого для получения топливных гранул;
- 3) прогнозирование спроса на конкурирующую продукцию;

4) сравнительный анализ преимуществ и недостатков выбранных способов переработки древесных отходов.

В России находится около 50% мировых запасов древесины. Анализ потребления древесины показывает, что ее заготовка и переработка сопровождаются огромными потерями. До 50% всей перерабатываемой древесины составляют побочные продукты в виде отходов, большая часть которых сжигается или вывозится в отвал.

Все отходы древесины являются ценным сырьем для производства различной продукции, однако по возможности утилизации они не равноценны. Наибольшую ценность представляют деловые отходы, из которых можно изготавливать разнообразную мелкую пилопродукцию. К ним относятся горбыли, рейки, крупные кусковые отходы. Их можно использовать и для производства целлюлозы, древесноволокнистых плит (ДВП), древесностружечных плит (ДСП), цементно-стружечных плит (ЦСП) и химической продукции.

Меньшей ценностью обладают отходы, возможность использования которых ограничена (стружка, опилки, мелкие кусковые отходы, щепа). Опилки и стружку благодаря адсорбирующим, абразивным, изоляционным и другим свойствам широко используют в различных производствах: для хозяйственных целей и как технологическое сырье. Щепа и мелкие кусковые отходы являются исходным химическим сырьем при производстве строительных материалов, вискозного волокна (а затем тканей), технического спирта, кормовых дрожжей, уксуса, целлюлозы, бумаги, картона и многих других продуктов.

Еще одним промышленным направлением, использующим древесные отходы, является производство древесно – цементных композиций. Сырьем для ДЦК, выступающим в качестве органического заполнителя, служит древесная щепа (дробленка).

Древесные отходы используются в качестве топлива для бытовых и промышленных печей – пеллеты. Материал для изготовления топливных

гранул – опилки. Поскольку щепа и опилки являются наименее ценными материалами, то в большинстве случаев их не утилизируют, оставляя на местах заготовок и переработки, тем самым нанося вред экологической обстановке.

Проанализировав показатели, характеризующие процентный выход отходов лесопиления и деревообработки, представленные в источнике [3], можно сделать вывод о том, что наименее ликвидные виды отходов (щепа, опилки) следует также перерабатывать на какую – либо продукцию, как и деловые отходы.

ДЦК - строительный материал, изготавливаемый в процессе смешивания органического заполнителя (щепа, опилки, стружка) с цементным вяжущим и химическими добавками. Достоинства ДЦК: повышенная прочность на изгиб, способность поглощения звука, низкая теплопроводность, негорючесть, удобство обработки и пластичность, малый вес и т.д, позволяют строительным блокам на основе ДЦК конкурировать с традиционными строительными материалами, а минусы делают невозможным использование в определенных условиях (высотное строительство, влажная среда) [4].

Материалы на основе древесно – цементных композитов используются для возведения промышленных и сельскохозяйственных объектов, в строительстве малоэтажных домов.

Топливные гранулы (пеллеты) – биотопливо, получаемое из древесных отходов (кора, опилки, щепа и др.) и представляющее собой цилиндрические гранулы стандартного размера. Технологический процесс изготовления гранул заключается в следующем: сырье поступает в дробильное устройство, где измельчается до состояния муки; полученная масса сушится и поступает в пресс-гранулятор, в котором сжимается в гранулы. При прессовании повышается температура массы, и лигнин, содержащийся в древесине, размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндры.

По оценке СУПР, в России за 2019 году было произведено 1,9 млн тонн древесных топливных гранул.[5] Высокая цена является недостатком пеллет, поэтому их большую часть отправляют на экспорт, а не используют в качестве местного топлива.

В настоящее время средняя цена на 1 т топливных брикетов (с учетом затрат на транспортировку) составляет 5000 р., каменного угля – 2000...3000 р. Таким образом, применение топливных брикетов как местного топлива регламентируется их ценой.

Проблема внедрения биотоплива обусловлена наличием традиционно используемых горючих материалов. Газ и уголь являются основными ресурсами нашей страны, поэтому осуществление перехода на биотопливо, без существенной поддержки государства, будет являться сложной задачей. Конкурентами ДЦК на сегодняшний день являются пено и газобетоны, получившие широкое распространение в качестве строительных материалов. Объемы работ предприятий, производящих ДЦК (Арболит 33, Тимфорт, Sibar) не превышают 100 тыс. м³ в год, что является незначительной величиной в сравнении с объемом производства газобетона - 16 млн. м³. Проблема распространения ДЦК в России объясняется тем, что психология потребителя сформировала достаточно неоднозначное отношение к использованию вторичных ресурсов. Тем временем за рубежом применение материалов на основе древесно-вяжущих композитов и их аналогов в зарубежных странах распространено достаточно широко. В нашей стране производители древесно-цементных композиционных материалов работают в формате индивидуальных застройщиков – энтузиастов, экспериментаторов и пока не могут претендовать на освоение обширного рынка строительных материалов для малоэтажного строительства.

При производстве топливных гранул, производитель сталкивается со следующими проблемами: отсутствует готовая инфраструктура заготовки и хранения топливных ресурсов биомассы, в том числе - технологии, учитывающие местные условия; разрушены механизмы взаимодействия

предприятий различных отраслей, отсутствует государственное регулирование обоюдных взаимоотношений потребителей и поставщиков основных видов топливных ресурсов биомассы - отходов древесины и соломы; отсутствует эффективная система государственного стимулирования использования альтернативных видов топлива; отсутствует эффективная система государственной поддержки в регионах создания и внедрения инновационных технологий; не развиваются промышленные предприятия, резко ограничиваются возможности внедрения энергетических технологий на биомассе.

Для производства топливных гранул требуется больше оборудования, чем для производства ДЦК. Топливные гранулы должны храниться в специально обустроенном месте, без возможности проникновения влаги. Стоит сказать, что перевозка пеллет в контейнерах морем или в тентах автотранспортом нерентабельна. На больших расстояниях эффективны только морские перевозки топливных гранул судовыми партиями в несколько тысяч тонн.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день существует многообразие технологий переработки древесных отходов, но ни одна из них в полной мере не решает проблему переработки всех объемов. Объемы таких отходов, как щепа и опилки существенны и их также необходимо перерабатывать. Выполнить однозначный прогноз спроса на ДЦК и топливные гранулы очень сложно, поскольку он будет зависеть от множества неконтролируемых факторов, требуемых дальнейшего изучения. Производства топливных гранул и ДЦК имеют определенные достоинства и недостатки. Ни одна из технологий не имеет явных подавляющих преимуществ, т.к. любой из них присущи объективные ограничения.