

Е. М. Царев, М. Н. Волдаев, М. К. Герасимов,
А. Р. Хисамеева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ОТХОДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Ключевые слова: древесные отходы, древесное топливо, пеллеты, контейнер, экологическая безопасность.

Рассмотрен вопрос получения топливных брикетов из отходов лесопромышленных производств и дан сравнительный анализ их изготовления с точки зрения энергетических затрат. Предложен способ получения брикета и конструкция контейнера.

Keywords: a wood waste, wood fuel, ecological safety, pellets, the container.

The question of reception of fuel briquettes from a waste of timber industry manufactures is considered. The comparative analysis of manufacture of reception of fuel briquettes from the point of view of power expenses is given. For recycling of a wood waste the way of reception of a briquette and a container design is offered.

Введение

Ситуация в области образования, накопления, использования, хранения и утилизации отходов лесопромышленного производства ведет к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных ресурсов и, как следствие, к значительному экономическому ущербу. При современных объемах заготовки древесины сегодня в переработку поступает около 67% заготовленной древесины, при этом в круглом виде отгружается до 28%. Оставшаяся древесина используется в качестве дров. Балансы, образовавшиеся после раскряжевки, не только не находят место в дальнейшей переработке, а зачастую остаются на лесосеке [1, 2].

Отходы на различных этапах лесозаготовительного и деревоперерабатывающего производств могут достигать нескольких десятков процентов (пни, сучья, хвоя, опил, обрезки, горбыль и т.д.) в общем балансе древесины, которые в лучшем случае просто сжигаются, в худшем - сваливаются в непосредственной близости от предприятия, неблагоприятно воздействуя на экологическую обстановку и нарушая естественный баланс в локальной экосистеме. Одним из путей решения проблемы недоиспользования отходов от переработки древесного сырья в лесопромышленном производстве является их использование для нужд самих предприятий и населения в качестве топлива [3]. В настоящее время на западном рынке востребовано древесное топливо в виде пеллетов и брикетов [4,5].

Следует отметить, что производство пеллетов связано с большими энергетическими затратами. При этом необходимо проводить подготовительные операции, для подготовки сырья к спеканию. Суммарная мощность производства брикетов с принудительным подогревом зоны прессования и наличием оборудования для измельчения древесной массы колеблется от 150 до 800 кВт [6].

Целью работы является разработка альтернативной технологии получения топливных брикетов и конструкции контейнера для брикетирования при использовании древесных отходов лесопромышлен-

ных производств, обеспечивающей при незначительных технологических затратах экологичность данных производств и позволяющей повышать их энергоэффективность [7].

Решаемые задачи:

- 1) анализ характера процесса прессования топливного брикета при использовании различных видов фракций (опилки, стружка, щепа, обрезки);
- 2) изучение процесса формирования брикета по времени.
- 3) сравнительный анализ эффективности предлагаемого способа с передовыми технологиями производства топливных брикетов.

Экспериментальная часть

Для решения поставленных задач в качестве альтернативного предлагается холодный метод получения брикетов. В данном методе в отличие от широко применяемого, прессования брикетов жестким формообразованием с подачей исходного сырья коническим вращающимся шнеком при температуре 170 – 220 градусов не предусматривается использование устройств, нагревающих обрабатываемый материал.

Загрузка отходов (опил, щепа, стружка и т.п.) и их прессование осуществляется в специальном контейнере, выполненном в виде полого бумажного цилиндра. Основой всего технологического процесса является принцип послойного прессования отходов, которые равными партиями загружаются в контейнер. При этом каждый спрессованный слой отделяется от другого с помощью бумажной прокладки диаметром равным внутреннему диаметру контейнера. Количество приемов может колебаться от 3 до 5, в зависимости от давления пресса, вида отходов и в незначительной степени температурно-влажностных характеристик отходов и помещений, в которых осуществляется прессование (рис.1). Сам контейнер помещается в металлическую пресс форму, выполненную в виде цилиндра с боковой прорезью. При этом пресс форма по своим краям сжимается двумя хомутами, которые после прессования ослабляются, что способствует бес-

препятственному освобождению и удалению контейнера из пресс формы.

На рис. 1 показана последовательность прессования опила (стружки) в бумажном контейнере.

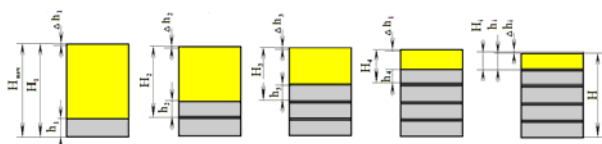


Рис. 1 - Схема последовательности прессования

При этом площадь основания контейнера в процессе прессования остается постоянной и равна S . Высота контейнера уменьшается после каждого приема (формирования спрессованного слоя) на величину Δh_i . Это происходит потому, что вместе с опилом деформируются и стенки полого цилиндра по высоте, что обуславливается тремя причинами: наличием трения скольжения между внешней поверхностью контейнера и внутренней поверхностью формы; наличием трения скольжения между краем бумажной прокладки и внутренней поверхностью контейнера; наличием трения скольжения между обрабатываемым материалом (спрессуемыми отходами) и внутренней поверхностью контейнера. При выполнении первого приема до прессования объем насыпной массы будет равен

$$V_{\text{нас}} = S \cdot H_1, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где H_1 – высота свободного пространства в контейнере, м.

Объем уплотненной массы в первом приеме составит:

$$V_{\text{спр}} = S \cdot h_1, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где h_1 – высота спрессованного слоя в первом приеме, м.

При этом высота контейнера после выполнения первого приема за счет деформации уменьшится на величину Δh_1 .

Суммарный объем насыпной массы определится по следующей формуле:

$$\Sigma V_{\text{нас}} = S \cdot (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + \dots + H_i), \text{ м}^3 \quad (4)$$

где H_2, \dots, H_i – высоты свободного пространства в контейнере во 2, ..., i-ом приемах, м.

Для определения суммарного объема спрессованных древесных отходов используем следующее выражение:

$$\Sigma V_{\text{спр}} = S \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + \dots + h_i), \text{ м}^3 \quad (5)$$

где h_2, \dots, h_i – высоты спрессованных слоев во 2, ..., i-ом приемах, м.

Сумма высот спрессованных слоев во всех приемах представляет собой общую высоту спрессованных слоев - высоту готового брикета (H), и, следовательно, суммарный объем спрессованных древесных отходов можно определить по следующей формуле:

$$\Sigma V_{\text{спр}} = S \cdot H, \text{ м}^3 \quad (6)$$

При этом высоту готового брикета можно найти следующим образом:

$$H = H_{\text{нас}} - (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \Delta h_4 + \dots + \Delta h_i), \text{ м}^3 \quad (7)$$

где H – первоначальная высота контейнера, м; $\Delta h_2, \dots, \Delta h_i$ – величины изменения высоты контейнера после 1, ..., i-ого приемов, м.

Коэффициент уплотнения древесных отходов в брикете определяется следующим образом:

$$K = \Sigma V_{\text{нас}} / \Sigma V_{\text{спр}} \quad (8)$$

Результаты исследований

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной базе кафедры технологии и оборудования лесопромышленных производств Марийского государственного технического университета.

Экспериментальная пресс-форма представляет собой открытый с двух сторон металлический цилиндр с прорезью по всей длине, параллельной продольной оси цилиндра. Внутренняя поверхность цилиндра отшлифована, обеспечение правильной круглой формы поперечного сечения в процессе прессования и предотвращение возможности проникновения спрессуемых древесных отходов сквозь прорезь происходит за счет двух хомутов, располагаемых по краям цилиндра и сжимаемых при помощи соединения болт-гайка.

Пресс-форма устанавливается в специальную форму общим диаметром несколько превышающим внешний диаметр пресс-формы, толщиной по периферийной части 1,5 см, центральной части – 1 см. Диаметр центральной части с постоянной толщиной 1 см равен внешнему диаметру пресс-формы.

Экспериментальное прессование древесных отходов проводилось гидравлическим прессом, развивающим максимальное усилие прессования 100000 Н. Передача давления от машины к древесным отходам осуществлялась с помощью специального приспособления, изготовленного из выработавшего ресурс поршня ДВС и воспринимающего давление пресса стержня, жестко соединенного с поршнем.

Экспериментальная пресс-форма для получения контейнеров и специальное приспособление для передачи давления пресса к древесным отходам показана на рис.2.



Рис. 2 - Общий вид экспериментальной пресс-формы

Для запрессовывания применялись древесные отходы двух типов: опилки хвойных (сосна) и лиственных (осина) пород в соотношении (10:1) насып-

ной плотностью порядка 150 кг/м³; древесные обрезки длиной 10-12 см, шириной 3-6 см, толщиной 0,2-0,7 см.. Следует отметить, что влажность опилок и обрезков существенной роли не играла.

В ходе проведения лабораторных исследований коэффициент уплотнения колебался в пределах 2,5...3 и в первую очередь зависел от давления, которое мог развить гидравлический пресс. На рис. 3 показана гистограмма процесса прессования/

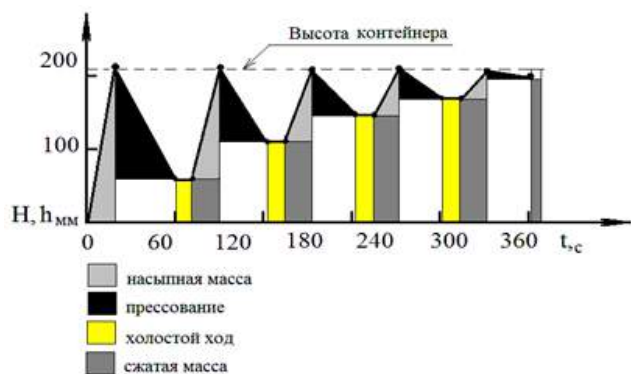


Рис. 3- Гистограмма процесса прессования

После проведения серии опытов были получены образцы контейнеров с запрессованными опилками и обрезками древесины. Образцы из опилок обладают однородной внутренней структурой, достаточной плотностью для транспортировки, легкостью и удобством в обращении.

Образцы, полученные в результате прессования обрезков древесины, нельзя назвать пригодными для использования в комплексном процессе (не только непосредственном применении – сжигании, но и транспортировке, а также хранении), что говорит о необходимости разработки отдельной методики холодного прессования относительно крупных древесных отходов с целью получения древесных топливных брикетов.

Образцы контейнеров с запрессованными опилками и обрезками древесины, представленные на рис.4.



Рис. 4- Образцы экспериментальных контейнеров

Предварительные экспериментальные исследования позволили определить пути дальнейших исследований:

разработка методики, повышающей эффективность прессования относительно крупногабаритных древесных отходов (обрезков);

разработка методики определения оптимальных технологических параметров (давление, время обработки) процесса производства контейнеров в зависимости от параметров контейнеров;

разработка методики определения оптимальных параметров контейнеров в зависимости от характеристик сырья, которые позволяют обеспечить максимальное выделение тепловой энергии при минимально необходимых затратах на производство и обеспечении неразрушаемости упаковки контейнера при транспортировке;

разработка методики комплектования оборудованием технологического потока по производству древесных брикетов методом холодного прессования в зависимости от состава сырья (однородное – один вид отходов, комплексное – несколько видов) и его объемов;

разработка принципов механизации и автоматизации производства брикетов методом холодного прессования.

Выводы

На основе проведенных исследований было установлено, что представленный способ обладает рядом преимуществ перед аналогами:

1. Исключается процесс измельчения опила, стружки, обрезков на мелкие фракции;
2. Нет необходимости досушивать исходный материал, при этом влажность не играет существенной роли;
3. Исключается спекание прессуемой массы, и, следовательно, затраты на получение тепловой энергии, расходуемой в процессе прессования;
4. Используется недорогое технологическое оборудование при минимуме энергетических затрат.
5. В процессе транспортировки контейнер не теряет потребительских свойств (не рассыпается от влажности).

Применение данного способа в условиях лесопромышленных предприятий позволит сравнительно с небольшими затратами утилизировать, а за тем и реализовать древесные отходы, которые на сегодня практически не востребованы и являются масштабным источником загрязнения окружающей среды.

Литература

1. Коновалова, Ю.М. Возможности использования отходов лесопромышленных предприятий для получения энергии/ Ю.М.Коновалова, В.П.Часовских // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6 – С. 100-104.
2. Чемоданов, А. Н. Продукция комплексной переработки древесины и древесных материалов : Учеб. пособие / А. Н. Чемоданов, Е. М. Царев, С. Е. Анисимов. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2008. – 443с.
3. Никишов, В. Д. Комплексное использование древесины/В.Д. Никишов. - М.: МГУЛ,1985- 120с.

4. Гомонай, М. В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы / М.В. Гомонай. - М.: МГУЛ, 2006. – 68с.
5. *Захаренко, Г. П.* Комплексное использование древесины: учебное пособие / Г. П. Захаренко. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. - 104 с.
6. *Ракитова, О. С.* Древесные топливные гранулы в России и СНГ : справочник / О. С. Ракитова, А. Д. Овсянко, С. Е. Александрова. – СПб: ЛПК, 2005. – 124 с.
7. *Сафин, Р.Р.* Анализ современного состояния лесопромышленного комплекса и перспективы его развития на базе кафедр лесотехнического профиля КГТУ / Р. Р. Сафин, Р. Г. Сафин // Вестн. Казанского технол. ун-та. – 2010. - № 4. –С. 120-126.

© **Е. М. Царев** – д-р техн. наук, проф. каф. технологии и оборудования лесопромышленных производств Марийского госуд. технического ун-та, 651020@mail.ru; **М. Н. Волдаев** – канд. техн. наук, ст. препод. той же кафедры, maksimvaldaev@yandex.ru; **М. К. Герасимов** – д-р техн. наук, проф. каф. оборудования пищевых производств КНИТУ; **А. Р. Хисамеева** – асп. каф. переработки древесных материалов КНИТУ, albinakhisameeva@mail.ru.