

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА – ЮГРА

**Инна Геннадьевна Первова¹, Артем Вячеславович Артемов²,
Анна Михайловна Антонова³, Татьяна Сергеевна Чемезова⁴**

^{1, 2, 3, 4} Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹ pervovaig@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ ann21022000@gmail.ru

⁴ motanya01@bk.ru

Аннотация. В работе рассмотрены методы переработки отходов лесопильного производства во вторичное сырье для использования в экономически востребованных направлениях. Выбрана оптимальная технология переработки отходов деревоперерабатывающего предприятия, расположенного в Ханты-Мансийском автономном округе – Югра.

Ключевые слова: деревообработка, древесные отходы, утилизация, сжигание, пиролиз

Для цитирования: Выбор оптимальной технологии переработки отходов лесного комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югра / И. Г. Первова, А. В. Артемов, А. М. Антонова, Т. С. Чемезова // Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXI века = Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : материалы XX Международного евразийского симпозиума. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 122–127.

CHOOSING THE OPTIMAL TECHNOLOGY FOR WASTE RECYCLING FROM THE FOREST COMPLEX OF THE KHANTY-MANSIYSK AUTONOMOUS OKRUG – YUGRA

Inna G. Pervova¹, Artyom V. Artyomov², Anna M. Antonova³,
Tatiana S. Chemezova⁴

^{1, 2, 3, 4} Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ pervovaig@m.usfeu.ru

² artemovav@m.usfeu.ru

³ ann21022000@gmail.ru

⁴ motanya01@bk.ru

Abstract. The article considers methods of recycling sawing production waste into secondary raw materials for use in economically demanded directions. The optimal technology for recycling waste from a wood processing plant located in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra has been selected.

Keywords: woodworking, wood waste, utilization, incineration, pyrolysis

For citation: Vybor optimal'noj tekhnologii pererabotki othodov lesnogo kompleksa Hanty-Mansijskogo avtonomnogo okruga – Yugra [Choosing the optimal technology for waste recycling from the forest complex of the Khanty-Mansiysk autonomous okrug – Yugra] / I. G. Pervova, A. V. Artyomov, A. M. Antonova, T. S. Chemezova // Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century [Woodworking: technologies, equipment, management of the XXI century : materials of the XX International Eurasian Symposium]. Ekaterinburg : USFEU, 2025. P. 122–127 (In Russ).

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра – (ХМАО-Югра) является крупным производителем древесины, что приводит к образованию внушительных объемов отходов деревоперерабатывающих производств, и, следовательно, создает напряженную экологическую обстановку. Для снижения негативного влияния отходов лесопильного производства на окружающую среду необходимо обеспечить комплексную переработку древесных отходов, учитывающую специфику местных условий, состав и характеристику отходов, что позволит повысить эффективность переработки и снизить экологические риски.

Вид древесины влияет на состав отходов. В лесах ХМАО-Югра преобладают хвойные породы деревьев (80,01 %): сосна обыкновенная, ель, кедр, пихта, лиственница. Наибольшую площадь занимают сосновые леса (45,5 %), затем следует кедр (21,6 %) и береза (14,7 %) [1].

Отходы, образующиеся в процессе переработки древесины, включают в себя опилки, древесную стружку, кору, обрезки древесины и другие побочные продукты. Каждый из этих видов отходов имеет свои характеристики, которые необходимо учитывать при разработке технологий их переработки.

Древесное сырье содержит органические вещества: лигнин – 21,2...30,1 %, целлюлозу – 45,8...58,3 % (таблица), которые способствуют гумусообразованию в почве, а также минеральные вещества (фосфор, калий, азот, углерод).

Химический состав древесины, %

Порода	Целлюлоза	Лигнин
Сосна	51,9	28,2
Ель	58,3	29,0
Листваница	45,8	29,5
Пихта	48,0	29,9
Кедр	50,0	30,1

Компосты из коры, опилок, стружки и мелкой фракции щепы являются естественным органическим удобрением, обладают способностью удерживать в почве влагу и питательные вещества, способствуют аэрации почвы. Для компостирования частицы древесины должны быть не более 10 мм [2].

Стружка, как и опилки, требует особого подхода к переработке, поскольку ее свойства зависят от типа древесины. Предварительно отходы должны быть очищены от присутствия бытовых отходов, так как существует опасность загрязнения почвы тяжелыми металлами и другими опасными химическими элементами, а также болезнетворными, в том числе инфекционными, бактериями.

Сжигание древесных отходов, как метод утилизации, имеет свои недостатки и преимущества. Сжигание позволяет сократить количество отходов и одновременно используется для выработки энергии или тепла, однако сопровождается выбросами вредных загрязняющих веществ, в том числе углекислого газа и твердых частиц.

Пиролиз и газификация относятся к термическим методам переработки древесной биомассы. Пиролиз осуществляется при высоких температурах и ограниченном доступе воздуха либо его полном отсутствии [3].

В процессе переработки древесных отходов методом пиролиза образуются ценные продукты: пиролизный газ, биоуголь, жидкое топливо, которые можно использовать в различных сферах промышленности и энергетики. При газификации образуется синтез-газ, который также можно использовать в качестве топлива.

Эти процессы сопровождаются минимальным загрязнением воздуха, поскольку проходят в бескислородной среде. Следует отметить, что установки требуют высокого уровня технического обслуживания и квалифицированного персонала. Строительство установок требует значительных капиталовложений, что ограничивает массовое внедрение технологии.

Гидролиз и биохимическая переработка относятся к химическим технологиям переработки. Заводы по производству целлюлозы и бумаги используют древесные отходы в качестве источника сырья для производства целлюлозы и бумаги. При биохимической переработке древесные отходы обрабатываются ферментами или микроорганизмами, что приводит к их разложению на биогаз, органические кислоты или другие полезные продукты.

Однако химическая переработка древесины способствует возникновению целого ряда экологических проблем на предприятиях, связанных со значительным потреблением свежей воды, образованием и сбрасыванием значительного количества загрязненных сточных вод.

Затраты на строительство очистных сооружений достигают 20...25 % общих затрат на строительство целлюлозных заводов [4].

Заводы по производству целлюлозы и бумаги в ближайшей местности отсутствуют.

Механическая переработка представляет собой измельчение крупных древесных отходов на более мелкие компоненты, которые затем используются для создания ДСП, МДФ и пр.

Этот процесс не только снижает количество отходов, но и обеспечивает ценными материалами строительную промышленность. Рыночный спрос на такие продукты является важнейшим фактором, определяющим целесообразность применения механической переработки как метода утилизации.

Важно отметить, что обрезки древесины могут содержать остатки клея или других химических веществ, поэтому требуется дополнительная чистка перед переработкой.

Сейчас в Югорском ЛПК работает множество предприятий первичной обработки и несколько крупных предприятий более углубленной переработки, производящих фанеру, ДСП, ДВП, МДФ (ООО «Югра-плит», АО «Завод МДФ» и пр.).

Топливные брикеты – экологически чистое топливо из сухих опилок всех пород древесины, а также других растительных отходов. Брикеты не включают в себя никаких вредных веществ и примесей [5].

Переработанное в брикет сырье значительно уменьшается в объеме, что позволяет в несколько раз снизить расходы на хранение и транспортировку. В основе технологии производства древесных топливных брикетов лежит процесс прессования опилок под высоким давлением при нагревании. Связующим веществом является лигнин, содержащийся в клетках растений.

Для повышения эффективности работы предприятий лесного комплекса ХМАО-Югра целесообразно создать региональный центр по переработке древесных отходов. Этот центр будет отвечать за координацию процессов сбора, переработки и распределения вторичного древесного сырья. Данная инициатива не только оптимизирует логистические процессы, но и привлечет дополнительные инвестиции в сферу переработки древесных отходов, что, в свою очередь, поспособствует созданию новых рабочих мест и устойчивому развитию региона.

На основе анализа представленных технологий предлагается разработать рекомендации для предприятий лесного комплекса и региональных властей по созданию эффективной системы управления древесными отходами. Реализация предложенных мероприятий может значительно улучшить экологическую ситуацию в ХМАО-Югра и послужить примером для других регионов, сталкивающихся с аналогичными вопросами в области обращения с древесными отходами.

Список источников

1. Соколов С. Н. Оценка лесных ресурсов Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 27, № 3. С. 25–31.
2. Кислицына С. Н., Шитова И. Ю. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности. Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016. 140 с.
3. Тарасов С. М., Кононов Г. Н. Комплексная химическая переработка древесины. Технология лесохимических и гидролизных производств : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 18.03.01, 18.04.01. М. : Московский государственный университет леса, 2016. 122 с.
4. Терентьева Э. П., Удовенко Н. К., Павлова Е. А. Комплексная химическая переработка древесины : учебное пособие. СПб., 2016. 74 с.
5. Утилизация отходов деревоперерабатывающих предприятий Республики Саха (Якутия) в топливные брикеты / Л. А. Николаева, С. Н. Попов, О. Н. Буренина, Т. М. Соловьев // Интернет-журнал Науковедение. 2017. Т. 9, № 6. С. 56.

References

1. Sokolov S. N. Assessment of forest resources of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra // Samara Region: problems of regional and global ecology. 2018. Vol. 27, № 3. P. 25–31. (In Russ).

2. Kislitsyna S. N., Shitova I. Yu. Methods of recycling waste from the woodworking industry. Penza : Penza State University of Architecture and Construction, 2016. 140 p. (In Russ).

3. Tarasov S. M., Kononov G. N. Complex chemical processing of wood. Technology of forest chemical and hydrolysis industries : educational and methodological guide for students of the field of 18.03.01, 18.04.01. M. : Moscow State University of Forests, 2016. 122 p. (In Russ).

4. Terentyeva E. P., Udovenko N. K., Pavlova E. A. Complex chemical processing of wood : textbook. St. Petersburg, 2016. 74 p. (In Russ).

5. Utilization of waste from wood processing enterprises of the Republic of Sakha (Yakutia) in fuel briquettes / L. A. Nikolaeva, S. N. Popov, O. N. Burenina, T. M. Soloviev // Online journal of Science Studies. 2017. Vol. 9, № 6. P. 56. (In Russ).