

УДК 630.181

**Машадов Тимур Байрамович**

Студент бакалавриата  
Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
official.mashadov@gmail.com

**Timur B. Mashadov**

Bachelor  
St. Petersburg State Forestry University Russia  
St. Petersburg, Russia

**Захаренкова Ирина Анатольевна**

канд. экон. наук, доцент кафедры экономики,  
учета и анализа хозяйственной деятельности  
Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет  
Санкт-Петербург, Россия  
irina\_hs@bk.ru

**Irina A. Zakharenkova**

Candidate of Economic Sciences, Associate  
Professor of the Department of Economics,  
Accounting and Analysis of Economic Activities  
St. Petersburg State Forestry University Russia  
St. Petersburg, Russia

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ**

## **APPLICATION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR WASTE PROCESSING FROM FOREST COMPANIES**

### **Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы перспективных инновационных технологий в области переработки древесных отходов в древесноугольные брикеты. Проанализировано влияние древесных отходов на окружающую среду, выявлены основные проблемы их утилизации и необходимость перехода на устойчивые методы переработки. Представлен технологический процесс производства брикетов. Выделены преимущества этого вида топлива перед традиционными исходными материалами, такими как уголь или древесные брикеты. Сделан акцент на необходимости внедрения инновационных методов в промышленность для устойчивого использования природных ресурсов и подчеркивают важность дальнейших исследований и разработок в этой области.

### **Ключевые слова:**

древесные отходы, переработка,  
древесноугольные брикеты, инновационные  
технологии

### **Abstract**

The article discusses the issues of promising innovative technologies in the field of processing wood waste into charcoal briquettes. The impact of wood waste on the environment is analyzed, the main problems of their disposal and the need to switch to sustainable processing methods are identified. The technological process for producing briquettes is presented in detail. The advantages of this type of fuel over traditional source materials such as coal or wood briquettes are highlighted. The authors emphasize the need to introduce innovative methods into industry for the sustainable use of natural resources and emphasize the importance of further research and development in this area.

### **Keywords:**

wood waste, processing, charcoal briquettes,  
innovative technologies

Вопросы переработки древесных отходов на сегодняшний день как никогда актуальны. При добыче древесины в лесу остается значительное количество неиспользуемой биомассы. Отходы также образуются и после первичной обработки круглого леса. В процессе деревообработки древесного сырья значительная часть его объема используется неэффективно.

Нерациональное использование древесных отходов может создать большое количество проблем [3]:

1. Экологические проблемы. Накопление отходов на мусорных свалках приводит к эвтрофикации водоемов и к ухудшению состояния грунта. Сжигание этих же отходов, способствует опасным выбросам токсичных веществ в атмосферу и к выработке парниковых газов, что приводит к усилению климатических изменений.

2. Влияние на здоровье человека. Не стоит забывать, что в результате сжигания в воздух попадают диоксины и тяжелые металлы, способные оказать неблагоприятные воздействия на здоровье человека, включая повышения риска развития респираторных заболеваний и онкозаболеваний.

3. Утрата природных ресурсов. Неправильное использование ненужных остатков древесины приводит к исчезновению природных ресурсов, из чего вытекает деградация лесного сектора, что вызывает критические последствия для биоразнообразия из-за разрушения естественных сред и мест обитания многочисленных видов растений и животных.

4. Экономические потери. Недостаточно эффективная переработка древесных отходов может также привести к экономическим потерям. В них можно включить упущение дополнительного дохода, а также возможность снижения затрат на топливо путем задействования этих отходов в производстве продукции.

Отходы возникают на различных этапах лесозаготовительного и деревоперерабатывающего процессов. По месту образования они могут быть классифицированы как лесосечные и как отходы, образующиеся в результате переработки древесины.

Лесосечные отходы формируются в процессе заготовки древесины и в основном остаются в лесу. К ним относятся порубочные остатки (сучья, ветки, верхушки, откомлевки), опилки, пни, корни, а также древесина низкого качества и неликвидная продукция.

Отходы от переработки древесины генерируются на предприятиях, расположенных в населенных пунктах или их близости, и их вид зависит от типа обработки древесины.

По оценкам специалистов в Российской Федерации ежегодно образуется порядка 35,5 млн м<sup>3</sup> древесных отходов (32,2 % от объемов используемого пиловочника).

За последние годы, когда древесные отходы в большинстве случаев не используют, а иногда и не утилизируют, в лесопромышленных районах их накопилось огромное количество [3].

В таблице 1 представлены источники и объемы образования отходов в зависимости от типа лесопромышленного производства.

Таблица 1 – Объемы накопления отходов [2]

Вид производства	Доля выхода, %		
	Конечная продукция	Отходы	Потери (распыл)
1. Лесозаготовки и лесное хозяйство	63-80	20-37	-
2. Лесопиление и деревообработка			
2.1. Лесопиление и механическая обработка древесины	45-55	38-48	7
2.2. Плитное производство (в т.ч. древесные пластики)	85-90	5-10	5
2.3. Фанерное производство	40-50	42-52	8
2.4. Комбинированное производство	65-70	22-27	8
3. Лесохимическое производство (целлюлозно-бумажное и гидролизное производство, в т.ч. производство этилового спирта)	62-68	35-38	-

Суммируя все выше сказанное, возникает необходимость принятия комплексных мер в виде разработки и внедрения современных технологий по переработке древесного мусора и отходов.

Одним из наиболее распространенных способов утилизации древесных отходов является их использование в качестве топлива для производства тепловой энергии путем сжигания. В последние несколько лет производство биотоплива привлекает все больше внимания промышленных предприятий. Производство пеллет и брикетов фактически стало неотъемлемой частью бизнеса эффективных лесопромышленных компаний. Однако в этой сфере есть еще один вид продукции, который пока еще не так широко распространен, но обладает значительным потенциалом — древесно-угольные брикеты.

Древесно-угольные брикеты представляют собой одно из наиболее реальных и перспективных решений всех этих проблем. Этот продукт, получаемый после качественного процесса переработки, содержит ряд преимуществ в сравнении с традиционными видами топлива.

При анализе структуры древесины как уникального полимерного материала и его разнообразных релаксационных состояний была выявлена перспектива систематического изменения этих свойств с целью превращения древесины в пластичный материал. Такие изменения могут быть достигнуты путем модификации надмолекулярной структуры лигноцеллюлозной матрицы, воздействуя на водородные связи полимеров в процессе гидротермической обработки, а также через сдвиговые деформации, возникающие при прессовании.

Инновационная технология производства древесно-угольных брикетов (рис. 1) предоставляет возможность эффективной переработки разнообразных отходов лесопереработки и лесозаготовки, включая хвойные и лиственные породы. Эта технология также позволяет использовать древесные остатки, пролежавшие в отвалах в течение длительного времени, достигая при этом высокой энергоэффективности и снижения воздействия на окружающую среду.



Рисунок 1 – Древесно-угольные брикеты

Технология производства древесно-угольного брикета включает ряд основных стадий, на которых осуществляется направленное изменение релаксационного состояния полимерных компонентов древесины (рис. 2).

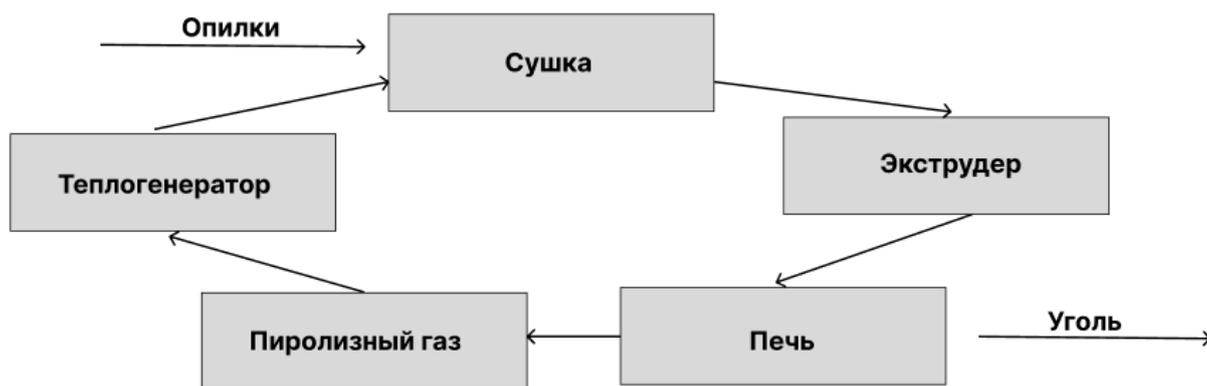


Рисунок 2 – Упрощенная схема производства древесно-угольных брикетов

Стадии производства [5]:

- сортировка опилок;
- измельчение древесины до микрощепы 2–4 мм.
- сушка опилок до влажности 0–2 %;
- истирание опилок при влажности 0–2 % в турбулентном потоке;
- паровая обработка измельченных опилок во взвешенном слое;
- термообработка опилок при высокой температуре в течение короткого времени;
- кондиционирование опилок до влажности 3–4 %,
- экструзионное прессование древесного сырья – перевод древесины в вынужденно вязко-текучее (пластическое) состояние,
- формование древесного брикета с получением остеклованного водостойкого брикета (может находиться несколько дней в воде без разрушения),
- карбонизация брикета в печах-регенераторах посредством пиролиза.

Брикеты после остывания стабилизируются и упаковываются. Полученные древесно-угольные брикеты обладают высокой плотностью и могут транспортироваться в 40-футовых контейнерах с загрузкой до 26 т.

Благодаря структуре, полученной при низкотемпературном термостабилизированном пиролизе в регулируемой парогазовой среде, они обладают высокой реакционной способностью и температурой горения и, по своим свойствам практически отвечают требованиям к активированным углям [1].

На сегодняшний день уже существуют успешные примеры в использовании такого топлива на производствах, которые подтверждают потенциал инновационных технологий в области изготовления таких брикетов для сокращения экологического следа промышленности и в обеспечении устойчивого использования природных ресурсов [5].

Основные производители древесно-угольных брикетов в России представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Производители древесно-угольных брикетов [5]

Название компании	Краткое описание
«БрикеТТс»	БрикеТТс – производитель и поставщик твёрдого топлива №1 в Свердловской области. Свердловская область, п. Берёзовский.
«Епсоal»	Крупнейший производитель брикетов в России и СНГ. Фабрика построена в 2012 году. Новосибирская область, г. Новосибирск.
«Кредо»	Деятельность компании направлена на разработку и внедрение инновационных технологий, нацеленных на энергосбережение и импортозамещение в области производства топливных материалов, г. Москва.
«Шалинский уголь»	Предприятие по производству берёзового древесного угля, объёмом до 500 тонн в месяц и щепы для копчения: бук, дуб, ольха, яблоня, вишня, слива, груша, черешня, абрикос. Свердловская область, п. Бизь.
«Росбрикет»	Производство брикетов из берёзового угля согласно Европейскому качеству. Нижегородская область, п. Сокольское.

В преимущества древесноугольных брикетов перед другими видами топлива можно включить высокую энергетическую плотность, более высокие тепловые характеристики, равномерность горения, низкое содержание влаги и удобство в использовании.

Данная продукция также является наиболее экологически чистым видом топлива в сравнении с традиционными угольными или древесными брикетами, так как вырабатывает меньше выбросов в атмосферу.

Все это несомненно подчеркивают значимость инвестиций в исследования и разработки, а также необходимость поддержки предпринимателей и стартапов, стремящихся к внедрению новых технических решений.

С появлением растущего интереса к устойчивым и экологически чистым источникам энергии возникает значимость использования современных технологий в области преобразования древесных отходов в древесно-угольные брикеты.

К основным направлениям развития инноваций в сфере биоэнергетики относятся [4]:

- исследование новых видов биосвязующих веществ;
- оптимизация технологических процессов;
- поиск новых методов обработки древесных материалов;
- интеграция с другими отраслями;
- улучшение технологии утилизации отходов;
- изучение потенциала биомассы;
- применение нанотехнологий.

Постоянные исследования и инновации в области переработки древесных отходов в древесно-угольные брикеты открывают широкие перспективы для создания эффективных, устойчивых и экологически чистых производственных процессов.

В заключении следует отметить, что применение инновационных технологий в области преобразования древесных отходов в древесно-угольные брикеты представляет собой не только экономически выгодное решение, но и важный шаг в направлении сохранения окружающей среды.

Это также подчеркивает необходимость внедрения современных методов и подходов к управлению отходами. Более того, развитие таких технологий открывает новые перспективы для различных отраслей промышленности и создает дополнительные возможности для использования возобновляемых источников энергии [4].

Это способствует укреплению устойчивого развития и содействует достижению глобальных целей в области экологии и энергетики. Однако необходимо также признать, что эффективное внедрение инновационных технологий требует комплексного подхода и внимательного контроля за процессом производства. Непрерывное исследование и разработка новых методов и материалов также остаются ключевыми аспектами в достижении успеха в этой области.

Можно сказать, что применение инновационных технологий в переработке древесных отходов представляет собой важное направление развития, которое имеет потенциал значительно повлиять на экономику, экологию и общество в целом. Реализация этих технологий в промышленности и быту сегодня будет иметь долгосрочные положительные последствия для будущих поколений.

## Список использованных источников

1. Древесно-угольные брикеты: особенности производства - Текст: электронный // <https://lpk-sibiri.ru/> [сайт] – 09.04.2018. URL: <https://lpk-sibiri.ru/bioenergetics/biocoal-equipment/drevesno-ugolnye-brikety-osobennosti-proizvodstva/> (Дата обращения: 15.05.2024).
2. Инновационные технологии переработки древесных отходов, Пекарец, А. - Текст: электронный // <https://lesprominform.ru/> [сайт]: ЛесПромИнформ №8 (162) 2021. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6125/> (Дата обращения: 15.05.2024).
3. Мохирев А. П., Безруких Ю. А., Медведев С. О. Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона — Северо-Кавказский научный центр высшей школы Южного федерального университета. 2015. № 2 (ч. 2). 2015. 13 с.
4. Основы биоэнергетики: учебное пособие / Д. С. Дворецкий, М. С. Темнов, Е. И. Акулинин [и др.]. — Тамбов: ТГТУ, 2018. — 82 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/319568> (Дата обращения: 16.06.2024).
5. Производство древесно-угольных брикетов: сырье, технология и свойства продукции - Текст: электронный // <https://eurasia-group.ru/> [сайт] – 2024. URL: <https://eurasia-group.ru/blog/articles/proizvodstvo-drevesnougolnykh-briketov-syrye-tekhnologiya-i-svoystva-produktsii/> (Дата обращения: 16.05.2024).