

Е.Н. ГРИГОРЬЕВА, студент гр. ПВм-11 (ПГТУ)

П.В. СКВОРЦОВА, студент гр. ТТ-31(оу) (ПГТУ)

Научный руководитель А.Г. ПОЗДЕЕВ, д.т.н., профессор (ПГТУ)
г. Йошкар-Ола

ПЕЛЛЕТЫ ИЗ НЕЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ КАК СПОСОБ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Человек с момента своего появления взаимодействует с окружающим миром. Зачастую данное взаимодействие наносит серьезный урон экологии. В ходе производственной деятельности человек загрязняет атмосферу (ТЭЦ, ТЭС, химическое производство, предприятия черной и цветной металлургии, автомобильные выхлопы, добыча угля и нефти с их последующей переработкой), уничтожает леса, животных, загрязняет почву и Мировой океан (нефтепродукты, отходы, стоки предприятий) [1, 2].

В конце XX века начали разрабатываться программы по сохранению окружающей среды, а надзор и контроль в области экологического планирования регулируется с помощью государственных структур. В РФ они образованы Указом Президента РФ от 09.03.2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» (рисунок 1) [3].



Рис. 1. Федеральные органы исполнительной власти в сфере управления экологической безопасностью

Рациональное природопользование предполагает максимально полное извлечение из природного ресурса всех полезных продуктов с наименьшим нарушением интегрального ресурсного потенциала и состоя-

ния природной среды, необходимой для жизни и поддержания здоровья населения [4]. Можно выделить следующие источники проблем природопользования:

- рост численности населения;
- несовершенство технологий производства;
- недооценка особенностей природных территорий и т.д.

В связи с усложнением процессов взаимодействия общества и природы, спектр экологических проблем расширился и стал проявляться более интенсивно.

Экологическая безопасность и рациональное использование природных ресурсов является актуальной проблемой, требующей всестороннего рассмотрения. Главной задачей является максимальная экономия энергетических, природных и материальных ресурсов. Для РФ одной из перспективных в этом вопросе является лесная и деревоперерабатывающая промышленность.

Цель работы - исследование состояния лесов Республики Марий Эл и решение задачи их рационального использования за счет эффективного применения неликвидной древесины.

Уровень газификации населения природным газом в Республике Марий Эл составляет более 80%. Однако есть районы, газификация которых затруднена, например, Килемарский и Юринский. В Килемарском районе - 5 котельных, в Юринском районе – 2 котельные, которые обеспечивают теплом муниципальные учреждения и многоквартирные дома. Котельные работают на каменном угле марки Д с содержанием серы 0,5%, расчетный объем потребления – 6195,85 т/год [5,6]. Использование каменного угля приводит к загрязнению атмосферы выбросами SO_2 (до 49 т/год), загрязнению почвы золой и шлаком (зольность каменного угля марки Д - 11%).

Решением данной задачи может стать перевод угольных котельных на более экологически чистый вид топлива – пеллеты.

Преимущества пеллет:

- 1) невысокая, но достаточная теплота сгорания (0,7 т.у.т.);
- 2) удобная транспортировка и простой способ хранения;
- 3) достаточно высокая насыпная плотность; ($800 \text{ кг}/\text{м}^3$ – у каменного угля; $650 \text{ кг}/\text{м}^3$ – у пеллет);
- 4) низкая влажность;
- 5) низкая энергоемкость при производстве ($0,6-1,1 \text{ МВт}^*\text{ч}/\text{т}$ при брикетировании угля; $0,12-0,18 \text{ МВт}^*\text{ч}/\text{т}$ – при производстве пеллет);
- 6) низкая зольность;
- 7) выбросы CO_2 в атмосферу при горении минимальны.

Доля лесов в площади муниципальных образований Марий Эл в Килемарском районе составляет 76,6%, а в Юринском - 74,1%. Топливные пеллеты в основном изготавливаются из деловой древесины, что создает

конкуренцию сырья производителям других продуктов из древесины. Однако кроме деловой древесины, есть большие запасы лесов, поврежденных различными заболеваниями – неликвидная древесина. Рациональное природопользование предполагает комплексное использование древесных ресурсов, т.е. использование безотходных технологий переработки древесины. Примером такой технологии является использование неликвидной (пораженной гнилью) древесины при производстве топливных пеллет.

«В лесном фонде Российской Федерации площади лесонасаждений, ослабленных различными болезнями достигают 100 тыс. га. Ежегодные объемы поражённой гнилью древесины, заготавливаемой при всех видах рубок, только в Республике Марий Эл составляют не менее 200 тыс. куб. м. Существенную часть неликвидной древесины (до 50 %) составляет древесина, поражённая гнилью, для переработки которой сегодня нет эффективных технологий, и она не только не приносит доходов, но и требует значительных затрат на утилизацию.

Особенно много поражённой гнилью древесины появляется при санитарных рубках значительных площадей поражённых лесонасаждений, когда на ограниченной территории может скапливаться до нескольких десятков тысяч кубических метров гнилой древесины, что очень негативно сказывается на экологической обстановке в данной местности.» [7]

На рисунке 2 представлена диаграмма площади лесного массива, пораженного болезнями, за 2023 год согласно данным центра защиты леса РМЭ [8].

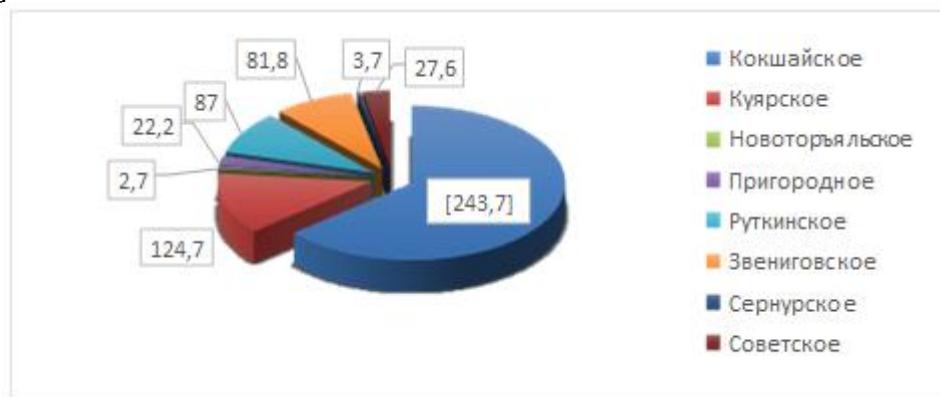


Рис. 2. Площадь лесного массива РМЭ, пораженного болезнями

Неликвидная древесина отличается от здоровой по своему химическому составу. Для получения качественных пеллет, соответствующих европейским стандартам, используется добавка – лигнин. С помощью метода ядерно-магнитного резонанса (ЯМР) определяется степень поражения древесины гнилью. На основе этих данных корректируется количество лигнина, добавляемого в сырье. [9]. Прессование выполнялось с помощью гидравлического пресса ПГЛ-60 и пресс-формы (рисунок 3).

Характеристика сырья: древесина – сосна; содержание лигнина в сырье – 30%; температура прессования – 950°C; влажность сырья – 10%.

Параметры прессования: скорость прессования – 0,4 сек; давление прессования – 300 бар.

Характеристика пеллет: влажность – 9%; степень истирания – 12,86%; насыпная масса – 721 кг/м³; теплота сгорания – 20,87 МДж/кг; зольность – 3% [7].



Рис. 3. Процесс прессования пеллет

Срок окупаемости котельного оборудования при переводе сжигания с каменного угля на пеллеты составляет 2 года [10]. Себестоимость 1 Гкал производства и передачи тепловой энергии потребителям при использовании пеллет в 2 раза ниже, чем при использовании угля [11].

На основе данной работы можно сделать следующие выводы:

1) Республика Марий Эл располагает большими запасами древесины, в том числе пораженной гнилью;

2) пеллеты из неликвидной древесины являются более экологически безопасным видом топлива, способным частично заменить каменный уголь;

3) использование пеллет в энергетическом хозяйстве – один из способов рационального использования природных ресурсов леса.

Список литературы:

1. Рациональное использование природных ресурсов: Учеб. пособие/ Сост. О.Ю. Деревенская. – Казань: Казан. ун-т. – 2023. – 169 с.
2. Шентерова, Е. М. Рациональное природопользование: учеб. - практ. пособие / Е.М. Шентерова, И.М. Мазиров; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. – 2022. – 353 с.
3. Масленникова, И. С. Управление экологической безопасностью и рациональным использованием природных ресурсов / И.С. Масленникова, В.В. Горбунова. – СПб.: СПбГИЭУ. – 2011. – 556 с.
4. Реймерс, Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. - М.: Мысль. – 1990. – 639 с.

5. Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения Килемарского муниципального района Республики Марий Эл (актуализация на 2025 г.). – URL: <https://mari-el.gov.ru/upload/medialibrary/1aa/4quo9md2t1rdsexqewc57fc4wz77bal5.pdf>. (дата обращения: 10.11.2025г.)

6. Схема теплоснабжения городского поселения Юрино Юринского муниципального района Республики Марий Эл на период до 2034 года. – URL: <https://mari-el.gov.ru/upload/medialibrary/be3/2fywptn04y9oclla9gy02jvenl8a4zkn.pdf>. (дата обращения: 10.11.2025г.)

7. Сидорова Е. Н. Обоснование технологии производства топливных пеллет из неликовидной древесины: специальность 05.21.01 "Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сидорова Елена Николаевна. – 2021. – 211 с.

8. Результаты госуд. лесопатологич. мониторинга Рослесхоз: реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, не отнесенных к карантинным объектам, в разрезе субъектов Российской Федерации по состоянию на 01 сентября 2024 г. – Режим доступа: https://rosleshoz.gov.ru/activity/forest_security_and_protection/stat.

9. A study of the structure of wood damaged by rot using nuclear magnetic resonance / E. Onuchin, A. Medyakov, L. Grunin, E. Sidorova // Journal of Applied Engineering Science. – 2018. – Vol. 16, No. 2. – P. 258-262.

10. Скворцова, П. В. Определение рентабельности производства пеллет из пораженной гнилью древесины / П.В. Скворцова, Е.Н. Григорьева // Проблемы современной теплоэнергетики: сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию специальности «Промышленная теплоэнергетика» в ЛГТУ, 70-летию Липецкой области и 90-летию Новолипецкого металлургического комбината, Липецк, 06 декабря 2024 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Бук". – 2024. – С. 213-220.

11. Григорьева, Е. Н. Оценка эффективности перевода угольной котельной на топливные пеллеты из неликовидной древесины / Е.Н. Григорьева, Е.М. Онучин // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2025. – Т. 18, № 1. – С. 44-56.

Информация об авторах:

Григорьева Елена Николаевна, студент гр. ПВм-11, ПГТУ, 242000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, GrigorevaEN@volgatech.net

Скворцова Полина Владиславовна, студент гр. ТТ-31(оу), ПГТУ, 242000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, prostopolya90@gmail.com

Поздеев Анатолий Геннадьевич, д.т.н., профессор, ПГТУ, ПГТУ, 242000, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3, PozdeevAG@volgatech.net