

товительного производства в условиях районов распространения вечной мерзлоты // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 3 (51). С. 59-67.

7. Каляшов В.А., Григорьев И.В., Иванов В.А., Юдилевич А.М., Бурмистрова О.Н., Охлопкова М.К., Григорьева О.И. Особенности лесных почвогрунтов криолитозоны как объекта воздействия движителей лесных машин // Системы. Методы. Технологии. 2023. № 4 (60). С. 94-101.

8. Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В. Оценка энергоэффективности шасси гусеничных лесных машин // Транспортные и транспортно-технологические системы. материалы международной научно-технической конференции. 2017. С. 145-149.

9. Добрецов Р.Ю., Григорьев И.В., Куницкая О.А., Фам Н.Л. Адаптация принципа низкочастотного импульсного управления поворотом к трансмиссиям лесных и транспортно-тяговых гусеничных машин // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 11. С. 29-35.

10. Чемшикова Ю.М., Давтян А.Б., Григорьева О.И. Транспортно-технологические системы для лесоразведения на базе гусеничных вездеходов // Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы Международной научно-технической конференции. Отв. редактор Н.С. Захаров. 2020. С. 400-403.

УДК 67.08

П.В. Трушевский, директор
(ООО «Сибирский биоуголь» г. Калуга, Россия);
И.В. Григорьев, проф., д-р. техн. наук
(АГАТУ, г. Якутск, Россия);
С.А. Войнаш, мл.науч. сотр.
(РИИ (филиал) АлтГТУ, г. Рубцовск, Россия)

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ НА НЕПОСТОЯННЫХ ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

При проведении рубок леса, особенно спелых и перестойных насаждений образуется значительно количество порубочных остатков – кроновая часть деревьев, откомлевки, обломки стволов, часть из которых (не менее 10% от объема стволовой древесины при заготовке по наиболее распространенной в настоящее время скандинавской технологии заготовки древесины) может быть собрана и эффективно использована [1]. Одним из перспективных направлений эффективного использования порубочных остатков является энергетическое – получение из них тепловой и электрической энергии после предварительной обработки.

Перевозка порубочных остатков насыпью, или в виде, например, топливной щепы, на дальние расстояния экономически не выгодно. Поэтому наиболее целесообразным вариантом является использование получаемой из порубочных остатков тепловой и электрической энергии непосредственно на месте ее получения. Например, для привода мобильного деревообрабатывающего оборудования, или обогрева мобильных сушильных камер.

В работах [2-6] показано, что наиболее эффективным способом получения тепловой и электрической энергии из порубочных остатков, а также отходов основного производства лесных терминалов является их измельчение и прессование в короткоживущие брикеты, которые в дальнейшем используются в газогенераторе.

Но если объем порубочных остатков, а также отходов основного производства лесных терминалов значителен, то в ряде случаев эффективным будет производство прессованного биотоплива и в качестве готовой продукции [7, 8].

В этом случае встает вопрос оптимального выбора мобильной брикетной (пеллетной) установки, производящей продукцию товарного качества. Такие установки производятся российскими и зарубежными компаниями, в дружественных и в недружественных странах. Часть из них представлена в таблице, материалы для которой получены из презентаций представителей различных компаний-производителей, представленных на лесопромышленных конференциях и форумах последних лет.

Таблица – Мобильные модульные брикетные и пеллетные линии

№	Модель	Страна	Производитель	Производительность т/ч	Размеры, м*м*м	Масса, т	Установленная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Для сухого сырья</i>							
1	Мобильный брикетный комплекс	Россия	ООО «Полимер»	до 0,4	40-фут. контейнер	н/д	250
<i>Для сырья влажностью до 30%</i>							
2	Модульная пеллетная линия, «Скарабей»	Россия	«Завод Техприбор»	до 0,5	5,75x2,8x4,7	3,1	69
3	Мобильная линия гранулирования	Китай	Whirlston	до 0,5	3,8x2,0x2,5	6,0	70

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Для сырья естественной влажности</i>							
4	Модульный мобильный мини-завод пеллет КПГБ-С-400ТТ	Россия	ООО "Портал-Инжиниринг", ООО «СПиКо»	до 0,4	7,0х4,4х4,5	17	125
5	Модульная мобильная линия гранулирования, МЛГД8П	Россия	ООО «БТК ПолиНОМ»	до 0,8	13,7х2,4х5,6	14	125
6	Мобильная линия по производству древесных гранул модель LIT-MLG-WM-1000-2-W	Россия	ООО «ЛесИнТех»	до 1,1	40-фут. контейнер	21,5	260

В таблице приведены лишь несколько примеров мобильных модульных линий, способных быть быстро развернутыми, и выпускать прессованное биотопливо товарного качества.

К основным достоинствам таких мобильных линий принято относить: полную заводская готовность, относительно небольшие габариты и вес, компактность, мобильность, низкие капитальные вложения, относительно низкое электропотребление, небольшое время ввода в эксплуатацию (1-2 рабочие смены), минимальное необходимое количество обслуживающего персонала, что весьма важно в современных условиях работы лесозаготовительных предприятий России.

Произведенное на лесном терминале товарное биотопливо возможно реализовать в ближайшие муниципальные котельные. Топливные брикеты могут успешно, полностью или частично заменять уголь, использоваться вместо дров в печах или каминах местного населения.

Анализ технологии производства и требований к исходному сырью говорит о предпочтительности выпуска именно топливных брикетов. Они значительно проще и дешевле в производстве, по сравнению с топливными гранулами (энергопеллетами) [9]. Кроме того, в Российской Федерации спрос на энергопеллеты достаточно небольшой. Производство высококачественных пеллет (экспортных) в усло-

виях непостоянных лесных складов организовать затруднительно, и, скорее всего, нецелесообразно.

Значительно проблемой использования порубочных остатков для производства прессованного биотоплива, впрочем, как и просто при измельчении в топливную щепу, является их засоренность минеральными частицами почвогрунта. Но технически эта проблем достаточно несложно решается при помощи мобильного отбивочного барабана, аналогичного по конструкции мобильным окорочным барабанам, которые представлены на рынке (производства китайских компаний), или при помощи, например, мобильного виброгрохота.

Для того, чтобы пучки порубочных остатков помещались в отбивочное устройство целесообразно использовать небольшую раскряжевочную установку для пачковой раскряжевki, оснащенную пильной цепью. Сушка исходного измельченного сырья для производства прессованного биотоплива может производиться при помощи части измельченных порубочных остатков, по принципу известной конструкции брикетной станции завода имени Егорова. Упаковка получаемого прессованного биотоплива также больших проблем не вызывает, например, при помощи упаковочных автоматов.

Работа выполнена в рамках научной школы «Инновационные разработки в области лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства».

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-16-00092, <https://rscf.ru/project/23-16-00092/>.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трушевский П.В., Должиков И.С., Григорьев И.В., Григорьева О.И., Ревяко С.И., Баранов А.Н. Определение доступного запаса порубочных остатков на лесосеке после сплошной рубки по скандинавской технологии // Resources and Technology. 2024. Т. 21. № 3. С. 57-74.
2. Помигуев А.В., Куницкая О.А., Тихонов Е.А., Чжан С.А. Математическая модель брикетирования измельченных древесных материалов на лесных терминалах // Системы. Методы. Технологии. 2021. № 3 (51). С. 129-134.
3. Куницкая О.А., Помигуев А.В., Бурмистрова Д., Тихонов Е.А., Стородубцева Т.Н. Результаты экспериментальных выдержек брикетирования лесосечных отходов в условиях лесных терминалов // Лесотехнический журнал. 2021. Т. 11. № 3 (43). С. 109-120.
4. Куницкая О.А., Помигуев А.В., Калита Е.Г., Швецова В.В., Тихонов Е.А. Анализ газогенерирующих систем для автономного

энергоснабжения лесных терминалов // Resources and Technology. 2021. Т. 18. № 3. С. 53-76.

5. Kunickaya O., Pomiguyev A., Kruchinin I., Storodubtseva T., Voronova A., Levushkin D., Borisov V., Ivanov V. Analysis of modern wood processing techniques in timber terminals // Central European Forestry Journal. 2022. Т. 68. № 1. С. 51-59.

6. Куницкая О.А., Помигуев А.В. Эффективная система преобразования тепловой энергии в электрическую для энергоснабжения лесных терминалов // Повышение эффективности лесного комплекса. Материалы Седьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием. Петрозаводск, 2021. С. 104-105.

7. Григорьев В.И., Ермакова Н.А. Региональная конкурентоспособность и задачи эффективного использования лесных ресурсов Дальнего Востока // Инновационная экономика. 2021. № 4 (29). С. 53-68.

8. Григорьев В.И., Беляева Н.Б. Политико-экономические аспекты развития производства древесного биотоплива в России // Инновационные процессы в науке и технике XXI века. Материалы XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, ученых, педагогических работников и специалистов-практиков. Тюмень, 2020. С. 116-119.

9. Куницкая О.А., Григорьев И.В., Давтян А.Б., Григорьев В.И., Нгуен Т.Н. Техничко-экономический анализ производства биотоплива из древесины // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2020. № 12. С. 29-35.