

DOI: 10.58168/E-SESTTI2025\_52-55

УДК 674.81

## СПОСОБ ОЧИСТКИ ПОРУБОЧНЫХ ОСТАТКОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧАСТИЦАМИ ПОЧВОГРУНТА НА ЛЕСНОМ ТЕРМИНАЛЕ

A METHOD FOR CLEANING FELLING RESIDUES FROM CONTAMINATION BY SOIL  
PARTICLES AT A FOREST TERMINAL

**Трушевский П.В.**, директор ООО «Сибирский биоуголь», Россия, Калуга.

**Trushevsky P.V.**, Director of Sibirsky Biogol LLC, Kaluga, Russia

**Куницкая О.А.**, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

**Kunitskaya O.A.**, Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

**Борисов В.И.**, аспирант, ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», Россия, Якутск.

**Borisov V.I.**, Postgraduate Student, FGBOU VO «Arctic State Agrotechnological University», Yakutsk, Russia.

**Аннотация:** В настоящее время в связи с постоянным ростом расстояния вывозки заготовленной древесины, особенно в Сибири на Дальнем Востоке, все активнее развивается практика первичной обработки древесины на лесных терминалах. В работах предшественников доказана перспективность производства на лесных биотоплива из древесных отходов, к которым относятся и порубочные остатки. Но для их эффективной переработки необходимо их предварительно очистить от загрязнения частицами почвогрунта. В работе предложен способ такой очистки при помощи мобильных барабанов. 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/>.

**Abstract:** Currently, due to the constant increase in the distance of export of harvested wood, especially in Siberia and the Far East, the practice of primary wood processing at forest terminals is increasingly developing. The works of the predecessors proved the prospects of producing biofuels from wood waste on forest, which also include felling residues. But for their effective processing, they must first be cleaned of contamination by soil particles. The paper suggests a method for such cleaning using mobile drums. The work was carried out within the framework of the scientific school "Innovative developments in the field of the logging industry and forestry". The research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation No. 23-16-00092, [https://rscf.ru/project/23-16-00092 /](https://rscf.ru/project/23-16-00092/).

**Ключевые слова:** лесные терминалы, порубочные остатки, биотопливо, мобильные окорочные барабаны.

**Keywords:** timber terminals, felling residues, biofuels, mobile ham drums.

При проведении лесосечных работ, на пасеках, или на верхних складах, образуется значительный объем порубочных остатков, представляющих собой части кроны (ветви, сучья,

вершины), а также откомлевки, сломы стволов. Объем этого ресурса достигает 40% от объема заготовленной стволовой древесины. При выполнении обрезки сучьев и раскряжевки на верхнем складе (при канадской технологии лесосечных работ) большая часть порубочных остатков может быть собрана и использована для дальнейшей переработки. При выполнении обрезки сучьев и раскряжевки на пасеке (при скандинавской технологии лесосечных работ) собрана может быть несколько меньшая часть порубочных остатков, но также значительная по объему для организации ее переработки [1].

Как известно, коэффициент полнодревесности ввоза порубочных остатков не превышает 0,3, что делает совершенно нерациональным их перевозку на большие расстояния. Но получающая все большее распространение технология лесных терминалов (непостоянных лесных складов) позволяет очень существенно сократить расстояние перевозки древесного сырья к местам первичной обработки. На лесных терминалах из порубочных остатков возможно производить прессованное биотопливо – топливные брикеты, которые могут быть использованы непосредственно на лесном терминале для получения тепловой и электрической энергии (при помощи газогенераторов), или перевезены для дальнейшей реализации.

Как показали предварительные промышленные эксперименты на мобильной брикетной линии, основной проблемой переработки порубочных остатков на данный вид продукции является их загрязнение частицами почвогрунта, которые приводят к очень быстрому износу ножей рубительных машин, а также подвижных частей брикетных прессов. Получаемая интенсивность износа рабочих органов технологического оборудования мобильной брикетной линии делает экономически нерациональной переработку загрязненных частицами почвогрунта порубочных остатков.

В наибольшей степени эта проблема касается порубочных остатков, собранных на пасеках в теплый период года. Также достаточно сильно оказываются загрязнены порубочные остатки, получаемые при осуществлении канадской технологии лесосечных работ в теплый период года, что, очевидно, связано с трелевкой деревьев за комли в полуподвешенном положении.

Выполненный анализ возможных технических решений показал, что наиболее перспективными вариантами мобильных установок для очистки собранных порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта, в условиях лесных терминалов, будут или встряхивающие устройства, наподобии сепараторов щепы - виброгрохотов, или мобильные барабаны, наподобии барабанов шишкосушилок, или окорочных.

Наиболее предпочтительным представляется использование установок барабанного типа, которые лучше отработаны и их проще перемещать при смене места дислокации лесного терминала.

Мобильные окорочные барабаны не очень распространены в лесной отрасли России, но вполне доступны, и производятся достаточно широкой линейкой в Китае (таблица 1), ранее подобные барабаны производились и в СССР (таблица 2).

Для доставки порубочных остатков на лесной терминал желательно на месте их сбора увязывать в сигарообразные пакеты, при помощи известных пакетирующих порубочные остатки машин. На лесном терминале эти пакеты надо раскряжевывать в требуемый размер, соответствующий используемому барабану, при помощи установки с цепной пильной гарнитурой [2].

Таблица 1 – Характеристики мобильных окорочных барабанов компании «Чэнян» (Китай)

| Модель   | Производительность<br>(т) | Габариты<br>(Длина×Ширина), м | Вес, т | Мощность,<br>кВт | Скорость<br>вращения, мин <sup>-1</sup> |
|----------|---------------------------|-------------------------------|--------|------------------|-----------------------------------------|
| 2500N1.0 | 1                         | 2,5×1,4                       | 1,8    | 5,5              | 30                                      |
| 3000N1.2 | 1,2                       | 3,0×1,6                       | 2,4    | 7,5              | 27                                      |
| 3000N1.5 | 1,5                       | 3,0×1,9                       | 3,2    | 7,5              | 25                                      |
| 3000N2.0 | 2                         | 3,0×2,2                       | 4,5    | 11               | 22                                      |

Таблица 2 – Характеристики окорочных барабанов производства СССР

| Параметры                                  | Марка барабана |            |             |       |
|--------------------------------------------|----------------|------------|-------------|-------|
|                                            | БК 1,8х1,8     | БК 1,8х2,4 | БМП 1,9х2,8 | ЛО-20 |
| Диаметр барабана, м                        | 1,8            | 1,8        | 1,9         | 3,0   |
| Длина барабана, м                          | 1,8            | 2,4        | 2,8         | 3,6   |
| Число оборотов барабана мин <sup>-1</sup>  | 4-31           | 30         | 24          | 10    |
| Мощность привода, кВт                      | 14-17          | 17         | 22          | 50,8  |
| Сменная производительность, м <sup>3</sup> | 8-10           | 12-14      | 16-18       | 50    |
| Вес барабана, т                            | 1,6            | 2,4        | 3,7         | 24    |

Безусловно, для эффективного использования мобильных окорочных барабанов на очистке порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта необходимо теоретически и экспериментально обосновать оптимальные режимы их работы, и, возможно, некоторые конструктивные изменения. При этом необходимо учесть, что степень загрязнения порубочных остатков может быть различной, также различными могут быть влажность порубочных остатков и частиц почвогрунта, состав частиц почвогрунта – от песка до глины, что безусловно скажется на их липкости.

Также безусловно, при наличии возможности, желательно осуществлять предварительную естественную подсушку предназначенных для дальнейшей переработки порубочных остатков, что должно позволить снизить энергозатраты на дальнейшую их принудительную очистку от минеральных загрязнений.

Предварительная промывка порубочных остатков водой под давлением, в большинстве случаев, будет нерациональным вариантом, ввиду отсутствия доступных источников воды, непосредственно на терминале, а ее доставка, в больших объемах для этих целей будет экономически не целесообразной.

При разработке и апробации математической модели выбора оптимальных режимов мобильных окорочных барабанов на очистке порубочных остатков от загрязнения частицами почвогрунта целесообразно взять за основу ранее разработанные модели оптимизации работы окорочных барабанов сухой окорки для балансового коротья [3-6].

Практическая проверка адекватности разработанных математических моделей возможна на лабораторной модели, с учетом масштабного коэффициента.

### Список литературы

1. Григорьева О.И. Новая машина для очистки лесосек // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2. № 5-3 (10-3). С. 96-99.
2. Рябухин П.Б., Григорьев И.В., Трушевский П.В., Курочкин П.А., Охлопкова М.К., Жук А.Ю. Постановка задачи поиска оптимальных параметров конструкции установки для групповой раскряжевki пачек порубочных остатков // Системы. Методы. Технологии. 2024. № 1 (61). С. 130-137.
3. Шапиро В.Я., Григорьев И.В., Гулько А.Е. Анализ методов расчета параметров и обоснование математической модели разрушения коры при групповой окорке древесины // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия естественные и технические науки. № 8 (121), 2011. С. 92-97.
4. Григорьев И.В., Шапиро В.Я., Гулько А.Е. Математическая модель групповой окорки лесоматериалов в окорочных барабанах // Научное обозрение, 2012. № 4, С. 154-172.
5. Grigorev I., Shadrin A., Kostyukevich N., Levushkin D., Borisov V., Diev R., Voronova A. Improving the efficiency of wood chipping operations // INMATEH - Agricultural Engineering. 2020. T. 61. № 2. С. 217-224.
6. Grigorev I., Shadrin A., Katkov S., Borisov V., Gnatovskaya I., Diev R., Kaznacheeva N., Levushkin D., Druzyanova V., Akinin D. Russian sawmill modernization (a case study). Part 2: improving the efficiency of wood chipping operations // International Wood Products Journal. 2021. T. 12. № 2. С. 128-134.

### References

1. Grigoreva O.I. A new cutting machine // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2014. Vol. 2. No. 5-3 (10-3). pp. 96-99.
2. Ryabukhin P.B., Grigorev I.V., Trushevsky P.V., Kurochkin P.A., Okhlopkova M.K., Zhuk A.Yu. Formulation of the problem of finding optimal design parameters of an installation for group bucking of bundles of felling residues // Systems. Methods. Technologies. 2024. No. 1 (61). pp. 130-137.
3. Shapiro V.Ya., Grigorev I.V., Gulko A.E. Analysis of methods for calculating parameters and substantiation of a mathematical model of bark destruction during group hauling of wood // Scientific Notes of Petrozavodsk State University. A series of natural and technical sciences. No. 8 (121), 2011. pp. 92-97.
4. Grigorev I.V., Shapiro V.Ya., Gulko A.E. A mathematical model of group legging of timber in leg drums // Scientific Review, 2012. No. 4, pp. 154-172.
5. Grigorev I., Shadrin A., Kostyukevich N., Levushkin D., Borisov V., Diev R., Voronova A. Improving the efficiency of wood chipping operations // INMATEH - Agricultural Engineering. 2020. T. 61. № 2. С. 217-224.
6. Grigorev I., Shadrin A., Katkov S., Borisov V., Gnatovskaya I., Diev R., Kaznacheeva N., Levushkin D., Druzyanova V., Akinin D. Russian sawmill modernization (a case study). Part 2: improving the efficiency of wood chipping operations // International Wood Products Journal. 2021. T. 12. № 2. С. 128-134.