

Производство щепы из лесосечных отходов на лесопромышленном складе при объеме заготовок 50–100 тыс. пл. м³ в год

Б.М. Локштанов^{1a}, В.В. Орлов^{1b}, А.Р. Бирман^{2c}, Д.А. Ильюшенко^{2d}, С.А. Чжан^{3e},
М.В. Степанищева^{3f}, В.А. Никифорова^{3g}, В.А. Иванов^{3h}

¹ Военная академия связи им. С.М. Буденного, Тихорецкий пр., 3, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова, Институтский пер., 5, Санкт-Петербург, Россия

³ Братский государственный университет, ул. Макаренко, 40, Братск, Россия

^a blokshtanov@mail.ru, ^b artictvetal1987@gmail.com, ^c birman1947@mail.ru, ^d dilium@yandex.ru,

^e schzan@rambler.ru, ^f marina01031977@inbox.ru, ^g nikiforovabr@mail.ru, ^h ivanovva55@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-5390-1457>, ^b <https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-7758-5110>,

^e <https://orcid.org/0000-0001-9708-8990>, ^f <https://orcid.org/0000-0003-4867-3901>,

^g <https://orcid.org/0000-0002-1808-245X>, ^h <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>

Статья поступила 07.09.2020, принята 25.09.2020

Авторы рассматривают технологический процесс производства топливной щепы из лесосечных отходов низкокачественной древесины на лесопромышленном складе лесозаготовительного предприятия. Предложено лесосечные отходы при сортиментной заготовке древесины собирать форвардерами с модернизированным кузовом и трелевать на пункт погрузки, где их перегружают на автомобиль с большим кузовом (например, щеповоз). Далее лесосечные отходы перевозят на лесопромышленный склад, где из них создают кучу, возле которой располагают передвижную установку, включающую устройства для очистки лесосечных отходов от загрязнений, рубки их на щепу, сортирование щепы, обезвоживание щепы и подачу щепы в котельную. В кучу лесосечных отходов подают и низкокачественную древесину, отсортированную от сортиментов, завозимых на лесопромышленный склад. В данной работе рассматривается предприятие с объемом заготовки 50–100 тыс. м³ в год, на котором объем лесосечных отходов и низкокачественной древесины может достигать 30 тыс. м³. Получаемая топливная щепка имеет высокие качественные (эксплуатационные) показатели: засоренность минеральными включениями не более 1,5 %, влажность 35–40 % (абс.), щепка длиной 5–50 мм — 90 %, теплотворная способность в пределах 4 500 ккал/кг. Такие высокие показатели щепы позволяют получать большее количество тепловой энергии с единицы массы щепы. Излишки топливной щепы, полученной от лесосечных отходов и низкокачественной древесины, могут быть поставлены другим потребителям по высоким ценам, что даст большой экономический эффект и снизит срок окупаемости предлагаемой технологии до двух лет.

Ключевые слова: щепка; лесосечные отходы; обезвоживание; центрифугирование; очистка щепы; лесозаготовка; низкокачественная древесина.

Production of wood chips from logging waste at a timber warehouse with a volume of harvesting 50–100 thousand m³ per year

B.M. Lokshtanov^{1a}, V.V. Orlov^{1b}, A.R. Birman^{2c}, D.A. Ilyushenko^{2d},
S.A. Chzhan^{3e}, M.V. Stepanishcheva^{3f}, V.A. Nikiforova^{3g}, V.A. Ivanov^{3h}

¹ Military Academy of Communication under name of S.M. Budenny; 3, Tikhoretsky Ave., St. Petersburg, Russia

² St. Petersburg State Forest Technical University under name of S.M. Kirov; 5, Institutsky Per., St. Petersburg, Russia

³ Bratsk State University; 40, Makarenko St., Bratsk, Russia

^a blokshtanov@mail.ru, ^b artictvetal1987@gmail.com, ^c birman1947@mail.ru, ^d dilium@yandex.ru,

^e schzan@rambler.ru, ^f marina01031977@inbox.ru, ^g nikiforovabr@mail.ru, ^h ivanovva55@mail.ru

^a <https://orcid.org/0000-0002-5390-1457>, ^b <https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>,

^c <https://orcid.org/0000-0002-1693-0515>, ^d <https://orcid.org/0000-0002-7758-5110>,

^e <https://orcid.org/0000-0001-9708-8990>, ^f <https://orcid.org/0000-0003-4867-3901>,

^g <https://orcid.org/0000-0002-1808-245X>, ^h <https://orcid.org/0000-0003-0707-972X>

Received 07.09.2020, accepted 25.09.2020

In this paper the authors consider the technological process for the production of fuel chips from logging waste and from low-quality wood at the timber warehouse of a logging enterprise. It is proposed to collect logging waste from assortment harvesting by forwarders with a modernized body and skid to the loading point, where it is loaded onto a car with a large body (for example, a wood chip truck). Further, the felling waste is transported to a timber warehouse, where a heap is formed. Near the heap it is necessary to

locate a mobile unit equipped with the devices for cleaning logging waste from pollution, chopping them into chips, sorting chips, de-watering chips and feeding chips to the boiler room. Low-quality wood, sorted from the assortments brought to the timber warehouse, is also fed into the heap of felling waste. This paper considers an enterprise with a harvesting volume of 50-100 thousand m³ per year, where the volume of felling waste and low-quality wood can reach 30 thousand m³. The resulting fuel chips have high quality (operational) indicators: contamination with mineral inclusions no more than 1.5%, humidity 35-40% (abs.), Chips 5-50 mm long - 90%, calorific value within 4500 kcal / kg. Such high indicators of chips allow getting more heat energy per unit mass of chips. Surplus fuel chips obtained from felling waste and low-quality wood can be supplied to other consumers at high prices, which will give a great economic effect and reduce the payback period of the proposed technology to two years.

Keywords: wood chips; logging waste; dehydration; centrifugation; cleaning of wood chips; logging; low quality wood.

Введение. Процесс лесозаготовок связан не только с производством круглых лесоматериалов (хлыстов, сортиментов, дров), но и с утилизацией лесосечных отходов. По лесному кодексу [1], лесосека должна быть очищена от лесосечных отходов в короткие сроки. К лесосечным отходам относятся ветки, сучья, вершины, ломаные части ствола дерева, мелкие деревья и кустарники, мешающие проведению лесозаготовок (табл. 1). Количество лесосечных отходов таксаторы оценивают величиной 20–25 % от объема стволовой части дерева [2]. Следует отметить, что лесосечные отходы не входят в объем лесозаготовок [13], но они есть, и их надо убирать — очищать лесосеку. Именно последнее обстоятельство становится проблемой для лесозаготовителей, и подавляющее большинство из них в России идут по самому простому пути — собирают лесосечные отходы в большие кучи и сжигают. Этот путь небезопасен в пожарном и экологическом отношении, а экономически и нерационален.

Таблица 1. Состав лесосечных отходов

Наименование	% от стволовой части дерева
Ветки и сучья	9–12
Вершина (часть ствола с кроной диаметром менее 6 см)	7–10
Мелкие деревья (диаметром менее 10 см)	< 5
Кустарники	1,5–2
Надломленные деревья	2–3

Более привлекательным способом утилизации является производство топливной щепы из лесосечных отходов. В мировой и российской практике разработаны технологии и созданы различные мобильные установки для производства щепы из лесосечных отходов непосредственно на лесосеке [3]. В Европе эти технологии нашли самое широкое распространение, а вот в России производство топливной щепы из лесосечных отходов не превышает 2 млн пл. м³ в год из 20 млн пл. м³ расчетных [4]. Такое положение с лесосечными отходами связано с тем, что для производства топливной щепы лесосечные отходы необходимо собрать на лесосеке и перевести их (трелевать) до пункта погрузки, нарубить из них щепу и доставить ее на

лесопромышленный склад лесозаготовительного предприятия или другим потребителям [5]. Для осуществления этих операций необходимы дополнительные специальные машины, стоимость которых составляет многие миллионы рублей. Их приобретение дорого для большинства лесозаготовителей в России, объемы заготовок которых не превышают 50–100 тыс. пл. м³ в год [6].

Следует отметить, что производимая топливная щепка из лесосечных отходов непосредственно на лесосеке имеет повышенное содержание минеральных примесей и большую влажность, что не всегда удовлетворяет требованиям энергетиков к щепе как к топливу [7].

Постановка задачи. Цель данного исследования — разработать новые технологические процессы производства топливной щепы из лесосечных отходов с повышенными энергетическими свойствами непосредственно на лесопромышленном складе.

Решение задачи. Нами разработаны технологические процессы производства топливной щепы из лесосечных отходов для предприятий с объемом заготовок 50–100 тыс. пл. м³ в год и для предприятий с объемом заготовок 250–300 тыс. пл. м³. В данной статье рассматривается технологический процесс производства топливной щепы из лесосечных отходов для предприятий с объемом заготовки 50–100 тыс. пл. м³.

Лесосечные отходы могут располагаться как по всей лесосеке (делянке), так и возле волоков и непосредственно на пункте погрузки, в зависимости от технологии лесозаготовок [8]. В последнее время в России преобладающее распространение получил сортиментный способ заготовки древесины [9]. При таком способе лесосечные отходы располагаются возле волоков (рис. 1).



Рис. 1. Лесосечные отходы после харвестерной заготовки

Количество лесосечных отходов зависит от состава древостоя, бонитета, способа заготовок древесины, почвенно-климатических показателей, от времени года заготовок и составляет четверть биомассы дерева. Следует отметить, что именно эта часть дерева не входит в объем заготовок, так как объемы заготовок учитывают по стволу части дерева [12].

Часть лесосечных отходов лесозаготовители используют на укрепление волоков, на это уходит 10–15 %, а оставшаяся часть, 10–12 %, представляет собой сырье для производства топливной щепы [13]. Для удобства расчетов мы принимаем количество лесосечных отходов, из которых можно производить топливную щепу, в пределах 10 %.

По нашим данным, из лесосечных отходов на лесосеке получают щепу со следующими средними показателями качества (табл. 2). Из приведенных в табл. 2 данных видно, что щепы, нарубленная из лесосечных отходов на лесосеке, имеет повышенное содержание минеральных примесей (песок, глина, камешки), что вызывает большие проблемы у энергетиков; щепы имеет повышенную влажность и связанную с этим пониженную теплотворную способность. Большое количество крупной щепы и мелочи затрудняет стабилизацию процесса горения щепы в топках котельных с автоматизированной системой управления [11].

Нами разработана мобильная установка, позволяющая очищать лесосечные отходы от грубых минеральных включений, проводить рубку лесосечных отходов на щепу, сортирование полученной щепы, центрифугирование щепы с целью ее обезвоживания, в результате чего мы получаем щепу с повышенными эксплуатационными свойствами (табл. 2) [4].

При технологическом процессе загрязненность минеральными включениями получаемой щепы снижается до 1,5 % (в результате работы вибротолка и сортировки щепы), количество щепы длиной 5–50 мм находится в пределах 90 % (при включении процесса сортировки щепы), влажность щепы снижается до 35–40 % (абс.) (при использовании центрифуги) [10].

Технологический процесс производства топливной щепы из лесосечных отходов на лесопромышленном складе с годовым объемом заготовки сортиментов 50–100 тыс. пл. м³ представлен на рис. 2.

По этой технологии сбор лесосечных отходов и трелевку их до пункта погрузки производит форвардер со съемными дополнительными стойками (для предотвращения выпадения таких отходов из кузова). Пример такого форвардера изображен на рис. 3, а). Следует отметить, что для перемещения лесосечных отходов разработаны специальные форвардеры с подвижными стойками (рис. 3, б, в).

Своим манипулятором такие форвардеры перегружают лесосечные отходы на пункте погрузки из своего кузова или в кучу, или в большой кузов автомобиля (щеповоза) для перевозки на лесопромышленный склад лесозаготовительного предприятия.

Таблица 2. Показатели топливной щепы после рубки лесосечных отходов на лесосеке и после работы на предлагаемой специальной установке

Наименование показателей	Показатели щепы	
	на лесосеке	на установке
Засоренность щепы корой	10–12 %	8–9 %
Засоренность щепы гнилью	2–3 %	1–2 %
Засоренность щепы лиственной	2–3 %	1,5–2,0 %
Засоренность щепы минеральными примесями	6–8 %	< 1,5 %
Влажность щепы	100–135 %	35 % (абс.)
Фракционный состав:		
крупная щепы > 50 мм	15 %	5 %
нормальная щепы	55–60 %	90 %
мелкая щепы	15–20 %	5 %
Плотность	800 кг/м ³	600 кг/м ³
Теплотворная способность	2 500 ккал/кг	4 100 ккал/кг

Лесосечные отходы на лесопромышленном складе погрузчик с манипулятором выгружает и формирует из них кучу.

Отметим, что при принятом нами сортиментном способе заготовки древесины сортировка сортиментов на деловые и низкокачественные (НКД) происходит на стационарных линиях, установленных на лесопромышленном складе. Предлагаем отсортированную НКД направлять в кучу лесосечных отходов для производства из такого древесного сырья топливной щепы.

Предложено топливную щепу из лесосечных отходов и НКД производить на специальной передвижной установке [12] (рис. 3), позволяющей производить щепу с повышенными эксплуатационными свойствами (табл. 2).

Установка смонтирована на платформе (трейлере) 5 (рис. 4) и состоит из различных узлов, позволяющих принимать лесосечные отходы и НКД и вырабатывать из них топливную щепу с повышенными показателями. Лесосечные отходы из кучи или из автомобиля (щеповоза) с помощью манипулятора 1 подают на наклонный вибротолк 2 длиной 4 м. На этом лотке происходит отделение камней, глины и песка, которые поступают в контейнер 4, а лесосечные отходы и НКД направляют в патрон рубительной машины 6. Нарубленная щепы по щепопроводу 7 попадает в бункер 8 с дозирующим устройством и далее в барабанную сортировку щепы 9. В устройстве

принят такой тип сортировки, так как она работает в спокойном режиме, без динамических нагрузок, а это важно для передвижного устройства. В первой части сортировки выполнены отверстия диаметром 5 мм, с помощью которых отсеиваются мелкая щепа длиной менее 5 мм и мелкие минеральные примеси (отсев). Отсев направляют в контейнер 11. Во второй части сортировки выполнены отверстия диаметром 50 мм, через которые проходит нормальная щепа, которую направляют

через элеватор 14 в бункер 17 с дозатором в центрифугу 18, с помощью которой из щепы удаляют свободную влагу, снижая ее влажность до 35 % (абс.). Из торца барабанной сортировки выпадает крупная щепа длиной более 50 мм, которую направляют в патрон рубительной машины для доизмельчения. Влагу (условно, воду), выведенную из щепы в центрифуге, сливают в емкость 12. Отходы в виде камней и отсева от сортирования щепы используют в строительных целях.

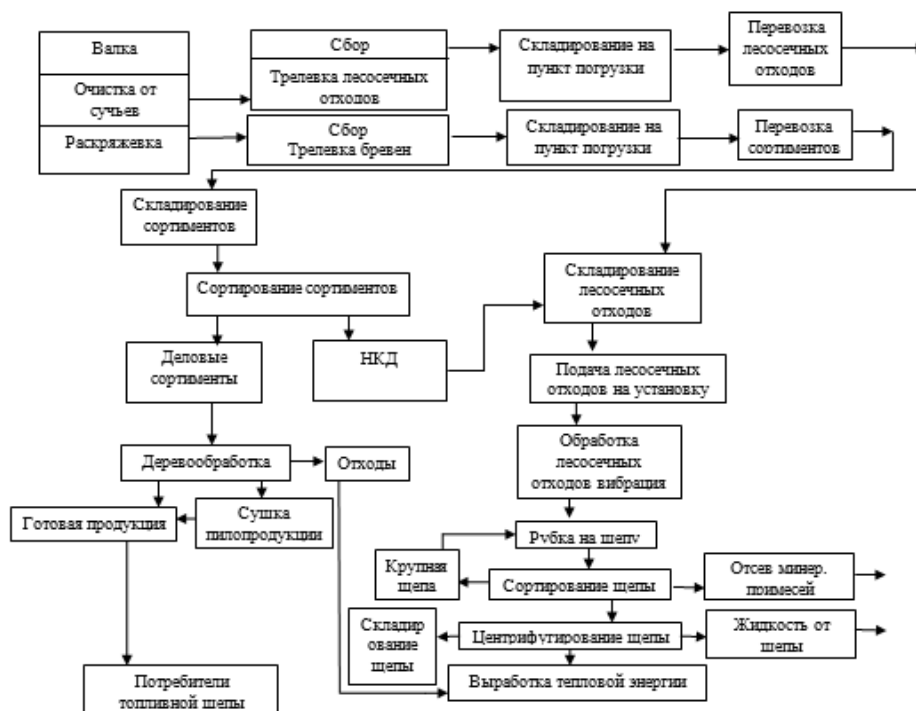


Рис. 2. Технологическая схема производства топливной щепы из лесосечных отходов и НКД на лесопромышленном складе

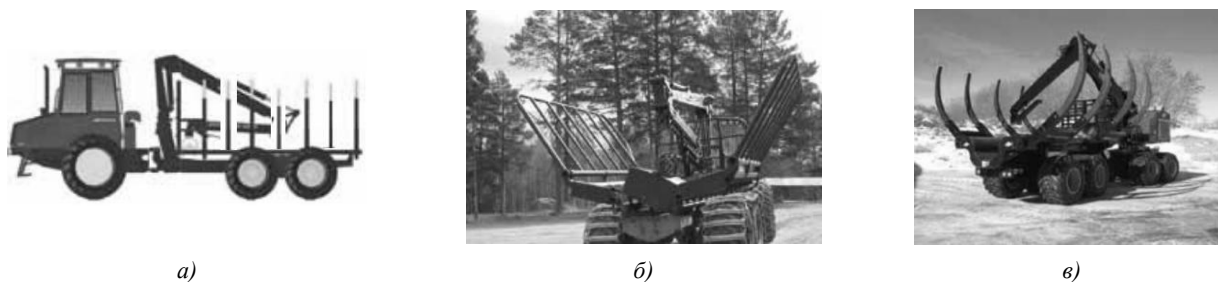


Рис. 3. Форвардеры для трелевки сортиментов и лесосечных отходов: а — форвардер со сменными дополнительными стойками; б — платформа форвардера Ponsse Buffalo с подвижными бортами кузова; в — грузовая подвижная платформа TimberPro 810B

Мощность установки (см. рис. 4) составляет 140–150 кВт, основная часть которой расходуется на рубительную машину 110–120 кВт, а остальная — на гидронасос, сортировку щепы, центрифугу, манипулятор и транспортеры.

Для примера представлен расчет объемов получаемой топливной щепы с повышенными эксплуатационными свойствами для лесозаготовительного предприятия с объемом заготовки древесины 100 тыс. пл. м³ в год.

Количество лесосечных отходов, перевозимых на лесопромышленный склад, составит:

$$Q_1 = Q \times K_1 = 100000 \times 0,1 = 10000 \text{ пл. м}^3,$$

где Q — объем заготовки древесины; K_1 — коэффициент выхода лесосечных отходов (10 %), $K_1 = 0,1$.

Отметим, что расчетный объем 10 000 пл. м³ лесосечных отходов не входит в объем лесозаготовок, а в наш расчет — входит со знаком (+).

Количество НКД, отсортированной на лесопромышленном складе, по расчету будет:

$$Q_2 = Q \times K_2 = 100000 \times 0,2 = 20000 \text{ пл. м}^3,$$

где K_2 — коэффициент количества НКД (20 %), $K_2 = 0,2$.

Полученный расчетный объем НКД 20 000 пл.

м^3 входит в объем лесозаготовок, и, таким образом, на эту величину снизят количество деловых сортиментов (со знаком (-)), но НКД используется для производства топливной щепы. Полученная топливная щепа с высокими энергетическими показателями имеет высокую стоимость в пределах 1 000 – 1 500 р./пл. м^3 .

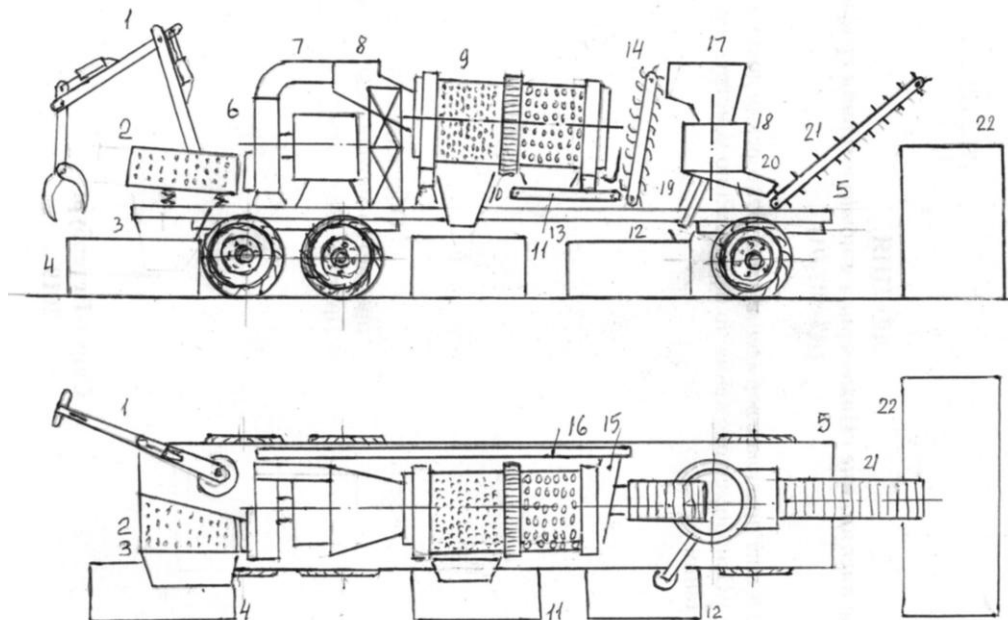


Рис. 4. Установка для производства щепы из лесосечных отходов и НКД и ее очистки от минеральных примесей и ее обезвоживания: 1 — манипулятор с грейфером; 2 — вибралоток; 3 — лоток для камней, песка; 4 — контейнер для камней; 5 — платформа; 6 — рубительная машина; 7 — щепопровод; 8 — бункер щепы; 9 — сортировка щепы барабанная, наклонная; 10 — лоток для мелочи; 11 — контейнер для мелочи; 12 — бак для жидкости; 13 — транспортер для щепы нормальной фракции; 14 — элеватор для щепы; 15 — лоток для крупной щепы; 16 — транспортер для возврата крупной щепы на рубку; 17 — бункер для щепы; 18 — центрифуга для обезвоживания щепы; 19 — трубка для слива жидкости; 20 — лоток для обезвоживания щепы; 21 — транспортер для щепы; 22 — контейнер для щепы (автощеповоз, куча щепы, приемный бункер склада щепы котельной)

Котельная расположена на рассматриваемом лесопромышленном складе и рассчитана на работу на топливной щепе, имеет мощность около 2 МВт/ч, потребляет в год порядка 10 тыс. пл. м^3 щепы. Такая котельная обеспечивает тепловой энергией лесопромышленный склад (сушильный цех и др. цеха). Избыточное количество полученной щепы в объеме ~ 20 тыс. пл. м^3 можно использовать для котельных в поселке или продать потребителям по высокой цене не только в РФ, но и за рубеж.

За счет производства топливной щепы с пониженной влажностью можно получить экономический эффект порядка 20 млн р. в год, срок окупаемости затрат у лесозаготовительного предприя-

тия с объемом заготовки 50–100 тыс. пл. м^3 составит около 2-х лет.

Выводы. Разработанный нами технологический процесс производства топливной щепы из лесосечных отходов и низкокачественной древесины для предприятий с объемом заготовок в пределах 50–100 тыс. пл. м^3 в год на лесопромышленном складе позволяет получать топливную щепу высокого качества и в больших количествах, обеспечивающих не только котельную, установленную на лесопромышленном складе, но и котельную в поселке лесозаготовителей и у других потребителей. Использование топливной щепы с высокими показателями позволяет получить большой экономический эффект с малым сроком окупаемости.

Литература

1. Лесной кодекс РФ [Электронный ресурс] URL: www.lesnoykodeks.ru/ (дата обращения: 16.09.2020).
2. Бит Ю.А., Локштанов Б.М., Грамматиков А.В., Козырев Р.С., Федоров Ю.В. Древесные отходы – биотопливо

3. Локштанов Б.М., Глуховский В.М., Орлов В.В. «Технология производства щепы из лесосечных отходов» – Современные проблемы лесозаготовительных производств, производства материалов и изделий из древесины: пило-

- материалы, фанера, плиты, деревянные дома заводского изготовителя. – СПб.: НП «НЦОМТД», 2009. С 146–150.
4. Локштанов Б.М., Соколова В.А., Бачериков И.В., Парфенопуло Г.К., Неслухов В.В. Обезвоживание топливной щепы центрифугированием // Системы. Методы. Технологии. 2018. № 3 (39). С. 182–186.
 5. Проектирование лесозаготовительных производств: учебное пособие для бакалавров направления подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» / Б. М. Локштанов [и др.] – СПб.: СПбГЛТУ, 2015. 80 с.
 6. https://agrovektor.ru/physical_product/48921-mashina-rubilnaya-amkodor-2904.html (электронный ресурс)
 7. Локштанов Б.М. Технология производства щепы из лесосечных отходов и способы повышения ее энергетических характеристик [Текст] / Локштанов Б.М., Орлов В.В., Бачериков И.В., Пашков А.В. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. Вып. 212. СПб.: СПбГЛТУ, с. 140–154.
 8. Тетерин Н.М. Сравнение технологий лесозаготовок (обзор). В сборнике: Научные чтения. Сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2008 г. Ответственный редактор В.В. Жиделева. Ответственная за выпуск А.М. Попова. Г.Сыктывкар 2009. С. 536–540.
 9. Дербин В.М., Дербин М.В. Сортиментная технология заготовки древесины. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова (Воронеж) 2014. Т. 2. № 5–4 (10–4). С. 87–91.
 10. Локштанов Б.М., Орлов В.В., Бачериков И.В. Обезвоживание топливной щепы центрифугированием // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы Междунар. науч.-технической конф. Вологда: ВоГТУ, 2015. С. 108–114.
 11. Орлов В. В., Бачериков И. В. Снижение влажности щепы из лесосечных отходов // Леса России в XXI веке [Текст]: Материалы девятой международной научно-технической интернет-конференции. Сентябрь 2012 г. / Под. ред. авторов; Министерство образования и науки Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» – Санкт-Петербург, 2012. с. 87–89.
 12. Блам Ю.Ш., Машкина Л.В. Лесной комплекс: прогнозы и стратегии. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2019. Т. 3. № 1. Изд-во: Сибирский государственный университет геосистем и технологий (Новосибирск) С. 30–38.
 13. Орлов В.В. Повышение эксплуатационных свойств топливной щепы из лесосечных отходов путем ее обезвоживания – автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01. Санкт-Петербург, 2016. 20 с.
 2. Bit Yu.A., Lokshтанov BM, Grammatikov A.V., Kozyrev RS, Fedorov Yu.V. Wood waste-biofuel «Logging, logging and timber transport»: Interuniversity. Sat. scientific. tr. / SPBL-TA. Saint Petersburg: LTA, 1999.100s.
 3. Lokshтанov B.M., Glukhovskiy V.M., Orlov V.V. «Technology for the production of wood chips from logging waste» – Modern problems of logging industries, production of materials and wood products: lumber, plywood, boards, wooden houses of a factory manufacturer. – SPB: NP NTsOMTD, 2009. С 146–150.
 4. Lokshтанov B.M., Sokolova V.A., Bacherikov I.V., Parfenopulo G.K., Nesluhov V.V. Dewatering of fuel chips by centrifugation // Systems. Methods. Technologies. 2018. № 3 (39). P. 182–186
 5. Design of logging industries: a textbook for bachelors in the direction of training 35.03.02 «Technology of logging and wood processing industries» / BM Lokshтанov [and others] – SPb. : SPbGLTU, 2015. – 80 p.
 6. https://agrovektor.ru/physical_product/48921-mashina-rubilnaya-amkodor-2904.html (electronic resource).
 7. Lokshтанov B.M. Chips production technology from logging waste and ways to improve its energy characteristics [Text] / Lokshтанov B.M., Orlov V.V., Bacherikov I.V., Pashkov A.V. // Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy. 2015. Issue. 212. SPb. : SPbGLTU, pp. 140–154.
 8. Teterin N.M. Comparison of technologies of Lumberjacks (Review) In the collection: SCIENTIFIC READINGS. Collection of materials of the scientific-practical conference of the teaching staff of the Syktyvkar Forestry Institute based on the results of research work in 2008. Executive editor V.V. Zhideleva. Responsible for the issue A.M. Popov. G. Syktyvkar 2009. S. 536–540.
 9. Derbin VM, Derbin MV SORTIMENTAL TECHNOLOGY OF WOOD PROCESSING Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov (Voronezh) 2014. T. 2. No. 5–4 (10–4). S. 87–91.
 10. – Lokshтанov B.M., Orlov V.V., Bacherikov I.V. Dewatering of fuel chips by centrifugation // Aktual'nye problemy razvitiya lesnogo kompleksa: materialy Mezhdunar. nauch.-tekhnicheskoy konf. Vologda: VoGTU, 2015. P. 108–114.
 11. Orlov V.V., Bacherikov I.V. Reducing the moisture content of wood chips from logging waste // Forests of Russia in the XXI century [Text]: Proceedings of the ninth international scientific and technical Internet conference. September 2012 / Under. ed. authors; Ministry of Education and Science of the Russian Federation Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education «St. Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov» – St. Petersburg, 2012. pp. 87–89.
 12. Blam Yu.Sh., Mashkina LV FOREST COMPLEX: FORECASTS AND STRATEGIES Interexpo Geo-Siberia. 2019. V. 3. No. 1. Publishing house: Siberian State University of Geosystems and Technologies (Novosibirsk) S. 30–38.
 13. Orlov V. V. Improving the operational properties of fuel chips from logging waste by dewatering it – autoref. dis. ... cand. tech. sciences: 05.21.01. Saint Petersburg, 2016. 20 p.

References

1. Forest Code of the Russian Federation [Electronic resource] URL: www.lesnoykodeks.ru/ (date of access: 16.09.2020).