

3. Волков, П. И., Михайлов, Е. Л. «Альтернативные источники энергии в нефтегазовой промышленности» // Нефтегазовое дело. — М.: Изд-во МГУ, 2019. — С. 114–126.

4. Григорьев, Д. В. «Солнечная и ветровая энергетика в нефтегазовой промышленности: экономические и экологические аспекты» // Журнал энергетики и экологии. — 2021. — Т. 9, № 3. — С. 78–89.

УДК 630

**А.А. Борозна<sup>1</sup>, И.К. Козлова<sup>1</sup>, Б.М. Локшанов<sup>2</sup>, В.В. Орлов<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова»

<sup>2</sup>Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная орденов Жукова и Ленина Краснознаменная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного»  
Санкт-Петербург, Россия

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ НА ТЕРМИНАЛЕ НА ЛЕСОСЕКЕ**

***Аннотация.** Одним из решений проблемы обеспечения потребителей древесным сырьем является создание промежуточных складов-терминалов на лесосеке. Рассмотрены терминалы для перегрузки сортиментов и производства щепы из лесосечных отходов.*

**A.A. Borozna<sup>1</sup>, I.K. Kozlova<sup>1</sup>, B.M. Lokshanov<sup>2</sup>; V.V. Orlov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint Petersburg State Forestry University named after S.M. Kirov"

<sup>2</sup>Federal State Military Educational Institution of Higher Education "Military Order of Zhukov and Lenin Red Banner Academy of Communications named after Marshal of the Soviet Union S.M. Budyonny"  
St. Petersburg, Russia

## **TECHNOLOGICAL AND TRANSPORT AND RE-LOADING OPERATIONS AT THE TERMINAL ON THE FOREST**

***Abstract.** One of the solutions to the problem of providing consumers with wood raw materials is the creation of intermediate warehouses-terminals in the logging area. Terminals for the reloading of sorted materials and the production of wood chips from logging waste have been considered.*

**Введение.** В последние годы из-за потепления климата в межсезонные периоды, когда лесозаготовки прекращаются, возникает

проблема обеспечения потребителей древесным сырьем. Кроме того, среднее расстояние вывозки древесины в России увеличилось почти в два раза.

В последние годы в России получают развитие предприятия с объёмом заготовки от 300 тыс. пл.м<sup>3</sup> в год. Такие предприятия имеют большие возможности по приобретению новой лесозаготовительной техники, лесовозов, щеповозов, погрузчиков и т.п.

Одним из решений проблем в лесозаготовках и отгрузки продукции является создание промежуточных складов – терминалов[1], на которых можно организовать складирование в запас больших объемов круглых лесоматериалов – сортиментов и щепы, полученной от переработки лесосечных отходов. Терминалы располагают вблизи магистрали (лесовозной дороги повышенной проходимости).

Основная часть. Терминалы могут быть однофункциональными, на которых производят только формирование штабелей круглых лесоматериалов, их перегрузку на большегрузные автомобили. Такие терминалы могут быть организованы со штабелями по породам древесины и по ее назначению: пиловочник, балансы, фанерный кряж, столбы, низкокачественная древесина (НКД) и т.п. Однофункциональный терминал относится к простым складам. Предлагается доставлять древесину (сортименты) с делянки на терминал автомобилями-лесовозами Урал-4220, оснащенные манипуляторами и прицепами –ропусками, позволяющие перевозить 12-14 пл.м<sup>3</sup> древесины длиной 6 м по лесным дорогам: веткам и усам (по дорогам пониженной несущей способности). Автомобиль УРАЛ-4220 с манипулятором перегружает сортименты в штабель на терминале.

Для примера, возьмем предприятие по заготовке сортиментов в объёме 300 тыс. пл.м<sup>3</sup> в год. На терминале[2] формируется запас несортированных сортиментов длиной, например, 6 м на срок 2 месяца или объём древесины в штабелях должен составить  $Q_1=50$  тыс.пл.м<sup>3</sup>. Так как древесина в штабеле имеет коэффициент полндревесности  $K_1$ , который зависит от длины сортиментов и их качества, и составляет  $K_1=0,55-0,75$  (ГОСТ...), то в случае несортированных сортиментов, (принимая  $K_1=0,65$ ), объём древесины в штабелях составит  $Q_2$ :

$$Q_2 = Q_1 / K_1$$

Тогда складочный объём древесины  $Q_2$  составит:

$$Q_2 = \frac{50}{0,65} = 80 \text{ тыс.скл.м}^3$$

Пока нам известна только длина бревен в штабеле  $l_1 = 6$ м, а требуется определить высоту штабеля и рассчитать длину штабелей.

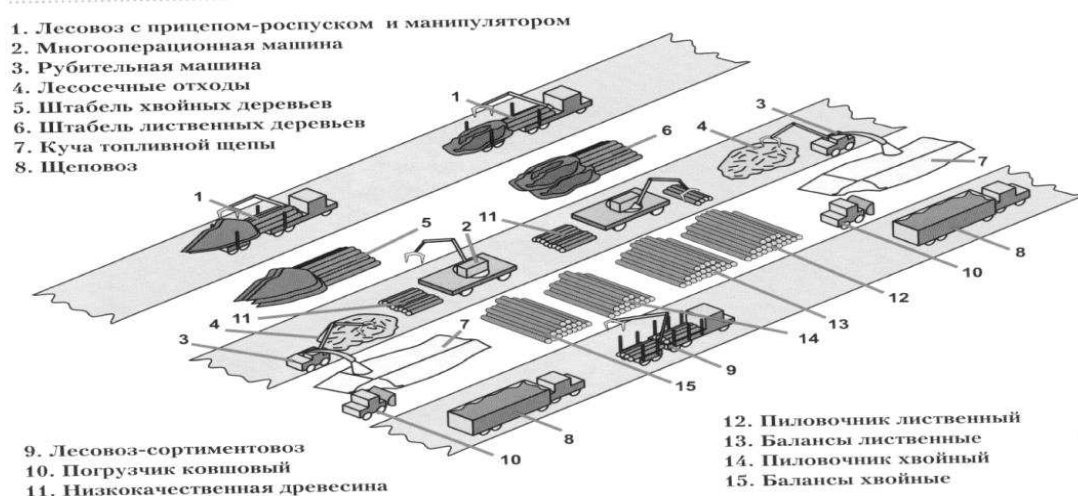
Автомобиль-лесовоз своим манипулятором может создать штабель высотой от 4 до 7 м, но чем выше штабель, тем сложнее на него складывать бревна. Если принять высоту штабеля  $H=5,5$  м, то длина штабеля  $L$  будет:

$$L = \frac{Q_2}{l_1 * H} = \frac{80000}{6 * 5.5} = 2424 \text{ м} = 2,4 \text{ км}$$

Полученная общая длина штабеля (почти 2,5 км) является очень большой величиной, а площадь основания такого штабеля займет почти 1,5 га. Есть пути снижения полученных показателей: создать 6 штабелей длиной по 400 м каждый; применить на терминале перегрузчики, которые могут создавать штабеля древесины высотой 10-12 м, а это позволит создавать более компактные терминалы. Перегрузчики должны иметь манипуляторы с вылетом не менее 18 м и иметь грейфер, захватывающий несколько бревен объемом 4-5 м<sup>3</sup>.

Штабель разгружают автомобили-лесовозы с манипулятором и прицепом типа МАЗ, КАМАЗ, которые могут загрузить 40 пл.м<sup>3</sup> сортиментов и перевезти их на расстояние до 250-300 км. Загрузку большегрузных лесовозов может производить и перегрузчик за 7-8 мин.

Схема: Терминал – промежуточный склад при лесозаготовках



На рис.1 представлен терминал с общим объемом складирования бревен 100 тыс.м<sup>3</sup> с применением перегрузчика с высокими показателями вылета манипулятора и величиной раскрытия грейфера.

Лесозаготовительный процесс включает не только заготовку древесины, например, сортиментов, но и очистку лесосеки от порубочных остатков (лесосечных отходов).

Предлагается лесосечные отходы форвардерами перевозить (трелевать) на терминал, где кроме складирования сортиментов можно производить мобильными рубительными машинами топливную щепу

и складировать ее в кучу. Далее кучу формирует ковшовый погрузчик. По расчетам, при заготовке сортиментов в объеме 300 тыс.пл.м<sup>3</sup> в год образуется около 45 тыс. пл.м<sup>3</sup> лесосечных отходов, пригодных к утилизации. Ковшовыми погрузчиками типа Амкадор формируют кучу щепы высотой 4-5 м.

Количество щепы, складированное на хранение в течение двух месяцев достигает  $Q_3 = 7500$  пл.м<sup>3</sup>. так как коэффициент полндревесности щепы составляет  $K_2 = 0,36 - 0,42$  (принимая  $K_2 = 0,4$ ), то складированная щепа в куче займет объем:

$$Q_4 = Q_3 / K_2 = 7500 / 0,4 = 18750 \text{ скл.м}^3$$

Если принять высоту кучи щепы, формируемую ковшовым погрузчиком 4 м, то площадь основания кучи составит 4688 м<sup>2</sup> или квадрат 70\*70 м.

Рассматриваются и другие варианты многофункциональных терминалов. Например, терминал обрабатывающий деревья с кронами, доставляемые или автолесовозами с прицепом роспуска или трелевочными тракторами типа скиддер. На делянке деревья валит валочно-пакетирующая машина или валочно-трелевочная машина. Пакеты трелюет на пункт погрузки скиддер, а погрузчик перекидного типа перегружает деревья с кроной на автомобиль с прицепом роспуска. По другому варианту скиддер или валочно-трелевочная машина трелюет деревья до терминала, если терминал находится на расстоянии не более 5 км от делянки.

На рассматриваемом многофункциональном терминале производят разгрузку деревьев на площадку, возле которой располагают специальный мобильный перегрузчик с большой стрелой манипулятора, снабженный специальной харвестерной головкой с повышенной шириной грейферного захвата. Например, с головкой типа «Х50». Перегрузчик очищает деревья от сучьев и раскряжевывает их на сортименты по типу харвестера. Грейферным захватом забирает несколько сортиментов, например, пиловочник сосновый, и формирует из них соответствующий штабель, так же и с сортиментами-балансами. Благодаря большому вылету стрелы манипулятора перегрузчик, может формировать сразу несколько штабелей, а также собирать срезанные ветки и вершины и формировать из них кучу. К этой куче направляют мобильную рубительную машину с подвижным кузовом для щепы по типу «Амкадор». Далее рубительная машина перевозит щепу к месту ее складирования, а погрузчик формирует большую кучу. Отметим, что такая рубительная машина может рубить бревна с гнилью и другими пороками, т.е. перерабатывать низкокачественную древесину на топливную щепу.

Количество низкокачественной древесины может составить от 10 до 20%, что значительно увеличит количество получаемой топливной щепы – почти в два раза, и, возникает вопрос, что с ней можно сделать[3].

Одним из решений по утилизации топливной щепы является создание автоматизированного мобильного мини цеха по производству древесных топливных гранул. Такие цеха есть, они рентабельны уже при переработке от 45 тыс. пл. м<sup>3</sup> щепы, а у нас щепы по расчетам свыше 60 тыс. пл. м.<sup>3</sup> в год.

Коэффициент полндревесности гранул составляет 0,7-0,8, что значительно выше, чем у щепы и для перевозки гранул потребуется почти в два раза меньше автомобилей, чем для перевозки щепы. Гранулы – перспективный топливный материал для промышленных предприятий и для населения и пользуется спросом в РФ и за рубежом.

Прорабатывается вариант производства из веток, вершин и НКД так называемых вязанок – прессованных сучьев в увязанный пакет цилиндрической формы длиной 3 м диаметром 0,7-0,8 м. На терминале по переработке 300 тыс. пл. м<sup>3</sup> в год сортиментов предусматривается два перегружчика, две рубительные машины, два погрузчика щепы и работа терминала в две смены.

Известен терминал на лесосеке по производству щепы для целлюлозно-бумажного комбината. Терминал основан на применении мобильного высокопроизводительного оборудования. В США компания «Peterson Corporation» разработала мобильный комплекс DDC-5000 для производства технологической щепы из мелких деревьев. Комплекс состоит из сучкорезного устройства, окорочного устройства, рубительного устройства, манипулятора, приемного устройства для деревьев, транспортеров для удаления измельченной топливной щепы в виде дробленки, полученной из веток, вершин и коры, щепопровод для загрузки технологической щепы в автощеповозы повышенной вместимости. Оборудование смонтировано на трейлере и может с помощью трактора или тягача передвигаться по лесным дорогам по лесосеке.

Комплекс DDC-5000 рассчитан на выработку щепы в объеме до 500 тыс. м<sup>3</sup> в год. При этом деревья валят и пакетируют на лесосеке три машины TimberPro, деревья трелюют три скиддера TimberPro, щепу перевозят 6 автощеповозов с объемом кузова 110 м<sup>3</sup> на расстояние до 100 км (до потребителя щепы).

В России используется несколько комплексов DDC-5000, но не в лесу, а на биржах древесного сырья ЦБП в Архангельской обл., Иркутской обл. и др. Их устанавливают возле штабелей балансов и

полученную щепу перевозят щеповозом к древесному цеху. По отзывам работников ЦБП эти комплексы производят высококачественную технологическую щепу марки Ц-1 или Ц-2 (ГОСТ 15815-83).

Лесозаготовители России пока отказались от использования таких комплексов, так как сложно на лесосеке сортировать в нужном количестве древесину одной породы. Тогда возникает вопрос, что делать с другими породами древесины, если в радиусе 100 км нет нужных потребителей, и возникают трудности с логистикой щепы высокого качества, да и комплекс стоит дорого? По нашему мнению комплексы DDC-5000 можно использовать на плантационных участках заготовки леса, когда преобладает определенная порода.

Выводы. Рассмотренные различные типы терминалов на лесосеке позволяют сделать вывод о том, что это направление перспективно, над ним работают специалисты в различных странах, уже разработано различное оборудование, позволяющее на терминале обрабатывать древесину, созданы автомобили- лесовозы ,способные перевозить сортименты 30-40 пл. м<sup>3</sup> на расстояние до 250 км, а также автощеповозы с емкостью кузова 100 м<sup>3</sup>. Однофункциональные терминалы уже применяют на лесосеках Российской Федерации, что позволило улучшить снабжение лесоперерабатывающих предприятий сырьем.

### **Список использованных источников**

1. Терминалы на лесосеке и их функции / Б. М. Локштанов, В. В. Орлов, Д. А. Ильющенко, С. А. Угрюмов //Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий: материалы Всероссийской научно-практической конференции: в 2 частях, Кострома, 18–19 марта 2021 года. Том Ч. 1. – Кострома: Костромской государственный университет, 2021. – С. 123-127.
2. Характеристика терминалов и лесных грузов / П. С. Бобарыко, С. Ф. Рапинчук, Г. С. Корин [и др.]// Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия 2. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 1998. – № 6. – С. 82-85.
3. Оценка эффективности производства топливной щепы на лесном терминале / А. А. Селиверстов, Ю. Ю. Герасимов, Ю. В. Суханов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2012. – № 8. – С. 25-27. – EDN PEUNTX.