

# ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

---

УДК 630\*6

А. С. Федоренчик, кандидат технических наук, профессор (БГТУ)

## ИННОВАЦИОННОЕ ПРОИЗВОДСТВО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ НА ЛЕСОСЕКЕ

Выполнена лесоэксплуатационная оценка лесосечного фонда ОАО «Витебскдрев». Показана целесообразность заготовки технологической щепы в насаждениях ольхи серой. Обоснованы технология и варианты систем машин для ее заготовки из целых или частей деревьев в условиях лесосеки.

Evaluation of «Vitebskdrev» enterprise forest fund is completed. The efficiency of harvesting wood chips in a gray alder plantations is considered. The foundations of technologies and options for machine systems harvesting of the whole or parts of trees in a logging site are provided.

**Введение.** Внедрение рыночных отношений в лесном комплексе Республики Беларусь привело к тому, что лесозаготовители, независимо от формы собственности и подчиненности, и переработчики древесины конкурируют за долю дохода от государственных лесных ресурсов. Это выражается в установлении рыночных цен на круглые лесоматериалы. Для гарантированного обеспечения древесным сырьем в такой ситуации каждый переработчик решает задачу снижения рыночной неопределенности в поставках сырья как по цене, так и по объему.

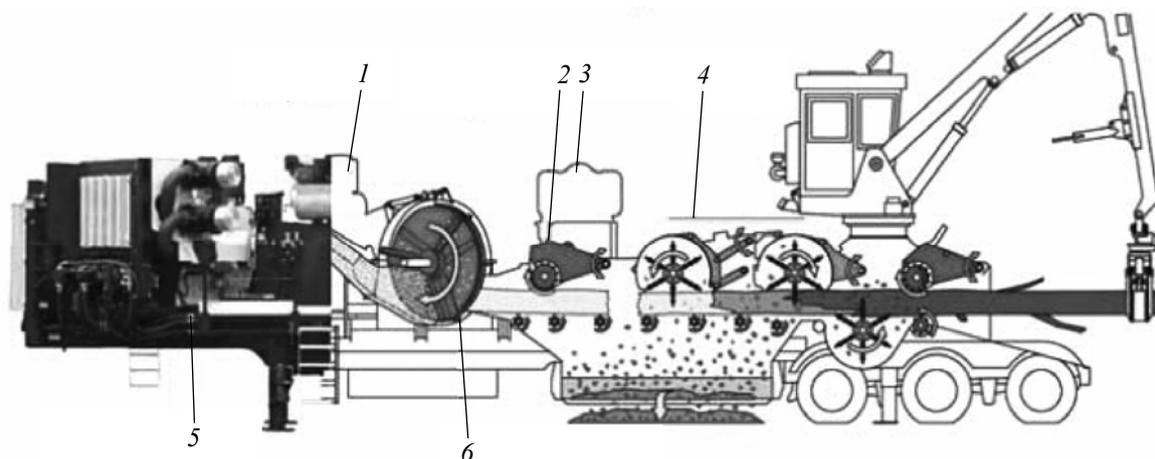
Несмотря на ожидаемый в стране рост объема заготовки древесины к 2015 году по всем видам рубок более 170 000 тыс. м<sup>3</sup> [1] в связи со строительством и вводом в действие в данный период ряда крупных заводов по производству древесных плитных материалов (ДСП, МДФ, OSB, ДВП) в ОАО «Ивацевичдрев», ОАО «Витебскдрев», ОАО «Фандок», ОАО «Речицадрев», ОАО «Гомельдрев», ОАО «Мостовдрев» суммарной мощностью по переработке сырья 1030 тыс. м<sup>3</sup> [2], решение задачи гарантированного обеспечения сырьем современных заводов химико-механической переработки древесины, строящихся с привлечением значительных иностранных инвестиций, становится еще более актуальной. Положительное решение вопроса может быть обеспечено путем реализации двух стратегий. Стратегия 1: поддерживать заведомо более высокие закупочные цены, чем у конкурентов. Возможности данной стратегии ограничиваются прибыльностью производства. Стратегия 2: создавать вертикально-интегрированную структуру, в состав которой наряду с перерабатывающими предприятиями

будут входить лесозаготовительные, обеспечивающие сырьем на длительный срок (например, с помощью механизма долгосрочной аренды лесов), или лесохозяйственные предприятия, обеспечивающие поставки сырья, выведенные из конкурентного поля.

Однако включение лесхозов в состав крупных перерабатывающих предприятий влечет необходимость для них нести дополнительные расходы на лесовосстановление, охрану и защиту леса – иными словами, на ведение лесного хозяйства. Все это отражается на себестоимости конечной продукции и с экономической точки зрения формирует единый технологический процесс от посадки леса до выпуска готовой продукции. В нашей стране первым таким предприятием стало ОАО «Витебскдрев», в состав которого вошли Городокский и Бешенковичский лесхозы с расчетной лесосекой 360 тыс. м<sup>3</sup>.

Учитывая, что уже имеющиеся заводы ДСП, ДВП в объединении ОАО «Витебскдрев» и, особенно, строящийся завод ДВП с использованием немецкого оборудования с потребляемой мощностью 140 тыс. м<sup>3</sup> требуют больших инвестиций, логично рассматривать стоимость технологической щепы (исходного сырья для них) как один из существенных источников экономии, повышения конкурентоспособности готовой продукции по ценовому фактору и наращивания экспертного потенциала.

**1. Системы производства технологической щепы.** С целью снижения затрат на получение конечной продукции проанализируем взаимосвязанную технологическую цепочку от заготовки леса до получения технологической щепы.



Принципиальная схема работы сучкорезно-окорочно-рубильной машины:  
 1 – воздушный компрессор; 2 – точное регулирование подачи; 3 – водяной бак и насос;  
 4 – система привода цепей; 5 – двигатель; 6 – диск рубильной машины

В настоящее время в европейских странах наиболее широко распространена технология производства технологической щепы, включающая 14 этапов: 1) заготовка сортиментов харвестерами; 2) подвозка сортиментов на погрузочную площадку; 3) погрузка (штабелевка) сортиментов на лесовозный транспорт; 4) уборка порубочных остатков; 5) утилизация (сжигание) порубочных остатков; 6) доставка сортиментов на заводы потребителя; 7) сбор упавших круглых лесоматериалов; 8) выгрузка лесоматериалов; 9) складирование сортиментов; 10) перемещение бревен по складу к цеху; 11) поштучная выдача бревен на обработку; 12) окорка лесоматериалов; 13) измельчение бревен на технологическую щепу; 14) сортировка щепы.

Крупными и известными производителями бумаги и плит в США, Канаде, Австралии применяется технология производства высококачественной окоренной технологической щепы прямо на лесосеке из целых деревьев (хлыстов) [3].

Производство технологической щепы состоит всего из четырех этапов и на практике выглядит следующим образом. На первом и втором этапах осуществляется заготовка и трелевка деревьев (хлыстов) до промежуточного склада соответственно с помощью валочно-пакетирующих машин и скидеров. На третьем этапе на промежуточном складе устанавливается машина производства компании «Perterson Corp.» (рисунок), выполняющая операции обрезки сучьев, окорки, измельчения целых деревьев в щепу и загрузку технической щепы в щеповоз.

На четвертом этапе осуществляется транспортировка щепы щеповозами к потребителю. Не менее 95% от общего объема произведенной щепы в зимний период содержит коры до 1%, летом – до 0,8%. «Американская» система производства и поставок щепы от лесозаготовите-

лей к переработчику сокращает целый ряд этапов технологического процесса, включая большое количество техники и людей, и позволяет использовать следующие преимущества:

- при выработке щепы из коротких балансов последние резы не позволяют получить щепу нужной длины, и она превращается в отходы, которые можно сократить при измельчении целых стволов;

- снижаются затраты на выработку щепы за счет совмещения операций, уменьшения переместительных операций, исключения трудоемкой работы по производству сортиментов;

- отсутствуют капитальные затраты на строительство цехов по подготовке сырья и измельчения на щепу;

- свежесрубленная древесина легче окаричивается, нет проблем с утилизацией коры;

- за счет переработки крон и деревьев малого диаметра, которые раньше не перерабатывались, возрастает выход технологической щепы на 15–20%, отпадает необходимость в очистке лесосек, уменьшаются проблемы возникновения пожаров при их утилизации;

- улучшается экологическая ситуация и достигается экономия затрат при производстве щепы до 10%.

При организации работ системой машин в две смены по 12 ч, или 24 ч в сутки, удастся произвести около 900 м<sup>3</sup> технологической щепы высокого качества [3].

**2. Лесоэксплуатационная оценка лесосечного фонда ОАО «Витебскдрев».** Проанализируем возможность применения «североамериканской» технологии производства щепы в нашей стране на примере ОАО «Витебскдрев». Расчетная лесосека предприятия характеризуется высокой долей мягколиственных пород – 78,2%. Особенно неблагоприятной породной структурой

отличается лесосечный фонд Городокского лесхоза, где на древостой березы, осины, ольхи черной и серой приходится 85% запаса расчетной лесосеки. При этом почти половина эксплуатационных запасов мягколиственных пород приходится на малоценные древостой осины и ольхи серой. Средняя площадь делянок сплошных рубок как для хвойных (2,1 га), так и лиственных (3,3 га) пород весьма мала по сравнению с аналогичными показателями для лесов страны (3,9 и 5,7 га соответственно). Среднее расстояние вывозки леса на нижний склад ОАО «Витебскдрев» составляет около 35 км.

При машинной валке и обрезке сучьев важное значение имеет диаметр ствола дерева, являющийся лимитирующим для пильной шины, величины раскрытия сучкорезных ножей и др. Установлено, что средний диаметр для всех пород, кроме ели, не превысил 26,3 см, для ольхи черной – 23,5 см и ольхи серой – 20,5 см. Количество стволов всех пород в процентах с диаметром 8–20 см для ольхи черной и серой составило соответственно 42,6 и 61,2, с диаметром 24–32 см по аналогии 51,6 и 36,2. В неизреженных древостоях 1–2-го классов бонитетов среднюю их высоту приблизительно можно принять равной среднему диаметру.

В соответствии с разработанной лесозащитной классификацией [4] распределение лесосечного фонда объединения по типам местности приведено в табл. 1.

Таблица 1  
**Распределение лесосечного фонда  
ОАО «Витебскдрев» по типам местности**

Объект	Площадь по типам местности, %				
	I	II	III	IV.1	IV.2
Филиал «Бешенковичский лесхоз»	29,0	36,2	5,7	19,0	10,0
Филиал «Городокский лесхоз»	17,0	42,7	6,8	25,2	8,3
ОАО «Витебскдрев»	19,9	41,1	6,5	23,8	8,8
Витебская обл.	18,4	41,8	10,5	15,0	7,2

Как показано в таблице, лесосечный фонд отличается высокой долей (32,6%) четвертого типа местности, который представляет переувлажненные (глеевые) минеральные и торфяно-болотные почвы, наиболее неблагоприятные для лесозащиты – как имеющие низкую несущую способность грунтов и высокий уровень залегания грунтовых вод. Отметим, что сероольховые насаждения произрастают преимущественно на таких почвах.

В этой связи при выборе машин для разработки серо- и черноольховых насаждений с

учетом лесозащитной оценки природно-производственных условий объединения «Витебскдрев» приоритет должен отдаваться машинам:

- исключаящим и минимизирующим ручной труд;
- с многоосным колесным двигателем, позволяющим при необходимости устанавливать съемные гусеничные ленты для повышения проходимости;
- обеспечивающим, по возможности, заготовку лесоматериалов и утилизацию топливного сырья;
- имеющим срезающую головку и накопительное устройство для одновременного удержания нескольких тонкомерных деревьев.

**3. Технологическая и система машин для производства технологической щепы.** Целевым продуктом, получаемым при освоении сероольховых насаждений в объединении, могут быть сортименты, технологическая и топливная щепы. С учетом того, что выход деловых сортиментов при этом невелик, для предприятия наибольший интерес представляет технология заготовки и переработки ольховых насаждений на технологическую щепу. Разработанная и применяемая в странах Северной Америки технология производства окоренной технологической щепы прямо на лесосеке из целых хлыстов, несмотря на видимые преимущества, применительно к условиям ОАО «Витебскдрев» реализована быть не может. Основные причины: невозможность применения в четвертом типе местности тяжелых валочно-пакетирующих гусеничных машин экскаваторного типа и большегрузных скидеров; малые размеры лесосек и эксплуатационные запасы сырья на них, что приведет вследствие большой производительности данных машин к многочисленным их перебазировкам; на лесосеках отсутствуют места для работы сучкорезно-окорочно-рубительных машин; трелевка деревьев от места заготовки до места измельчения скидерами в полупогруженном состоянии приводит к дополнительному загрязнению кроны и части стволов минеральными примесями и ухудшает качество технологической щепы.

Так как в ОАО «Витебскдрев» заболоченные лесосеки чередуются с участками лесосечного фонда, имеющими хорошую несущую способность грунтов и позволяющими создать надежную транспортную сеть, местом работы сучкорезно-окорочно-рубительных машин должны стать промежуточные склады. Сырье, желательнее в полностью погруженном состоянии, к ним должно доставляться с нескольких лесосек. Это позволит создать запасы чистого сырья и тем самым обеспечить фронт работы сучкорезно-окорочно-рубительной машины, а также надежную доставку

технологической щепы щеповозами на головное предприятие к цехам по производству плит. В качестве транспортных средств могут использоваться отечественные автопоезда-щеповозы МАЗ-5516 + МАЗ-8561 или МАЗ-6501А5 + МАЗ-857102 с емкостью кузовов 70 м<sup>3</sup>, а также автомобили с механизмом смены контейнеров емкостью 35 м<sup>3</sup> марки МАЗ-6501А3 [5].

Анализ современных конструкций лесных машин [5–7] и принятых к рассмотрению условий их применения показал, что для заготовки сероольховых насаждений, доставки сырья в виде деревьев (частей деревьев) и его измельчения на технологическую щепу могут применяться следующие системы машин.

I. Широкозахватная валочно-трелевочная машина со срезающим устройством ножевого действия с накопителем + сучкорезно-окорочно-рубительная машина.

II. Широкозахватная валочно-трелевочная машина с цепным срезающим устройством и прицепной тележкой + сучкорезно-окорочно-рубительная машина.

III. Широкозахватная валочно-трелевочная машина со срезающим устройством ножевого действия с накопителем и трелевочной лебедкой + бензопила + сучкорезно-окорочно-рубительная машина.

IV. Валочно-пакетирующая машина с накопительной срезающей головкой + скидер + сучкорезно-окорочно-рубительная машина

V. Валочно-сучкорезно-раскряжевно-трелевочная машина (харвардер) с изменяемой геометрией грузовой платформы + сучкорезно-окорочно-рубительная машина.

С учетом низкой несущей способности грунтов и того, что порубочные остатки не всегда будут использоваться для укрепления трелевочных волоков, базой для данных машин должен являться движитель с колесной формулой 8К8, позволяющий для улучшения проходимости на каждую пару колес надевать гусеничные ленты. Вылет манипулятора с целью увеличения расстояния между трелевочными волоками должен быть не менее 9 м. На лесосеках, где подготовка трелевочных волоков требует больших трудозатрат, с целью их сокращения целесообразно использовать III систему машин. Возможность подтрелевки поваленных бензиномоторной пилой деревьев в зону вылета манипулятора позволит увеличить дополнительно расстояние между пасечными волоками до 60–75 м. Альтернативой предложенной системе машин могут явиться трелевочные канатные установки. Однако из-за большой доли ручного труда при эксплуатации их не рассматривали.

Применение в системах машин с колесным движителем позволяет увеличить эффективное расстояние подвозки сырья на промежуточные

склады с нескольких лесосек до 1,5 км. В случае использования скидеров (IV система машин) расстояние может быть большим. Подвозка заготовленной древесины в полностью погруженном состоянии (за исключением IV системы машин) не загрязняет ее минеральными примесями и позволяет получать чистую щепу.

Для заготовки сероольховых насаждений в связи с небольшими их диаметрами рекомендуются валочные головки, оборудованные накопителем. Ими возможно производить валку, пакетирование сразу нескольких деревьев или их частей, укладку сформированной пачки в кониковое устройство, погрузку, выгрузку и штабелевку сырья. Они могут агрегатироваться со специализированными (харвестерами, харвардерами, валочно-пакетирующими) или другими (погрузочно-транспортными, общего назначения) машинами. Как правило, головки крепятся на рукояти манипулятора базовой машины и оснащены ножами силового резания. В качестве захвата-накопителя служат от 3 до 7 рычагов. В положении срезания дерева головка обладает устойчивостью, что обеспечивает удержание пачки срезанных деревьев (их частей) в вертикальном положении. Такая конструкция позволяет в зависимости от высоты срезать сероольховые насаждения в два приема. Сначала, на середине дерева, – верхнюю, а затем, с удержанием верхней, оставшуюся часть дерева. Заготовка частей дерева дает возможность транспортировать их в полностью погруженном состоянии. Краткая техническая характеристика новых срезающих головок с накопителем приведена в табл. 2.

Таблица 2

Валочные головки с накопительным устройством

Марка	Основные параметры		
	Максимальный срезаемый диаметр, мм	Возможность подъема пачки деревьев с земли	Эксплуатационная масса, кг
Ponsse EH25	25	да	400
Moipu 400 E	30	да	540
Kesla 1500-40E	32	да	560
Silvatec 235 MD 35	45	нет	615
Log Max 4000	50	нет	620
AFM-45 Corona	50	нет	850

Базовыми машинами, максимально удовлетворяющими заданным условиям эксплуатации и обладающие высоким уровнем эксплуатационной надежности, могут являться: харвестеры фирм «Ponsse», «Entracon», «Silvatec», имеющие колесную формулу 8К8 и вылет манипулятора 9–11 м;

форвардеры фирм «Ponsse» – Wisent, Elk. Buffalo 10 W (колесная формула 10K8), имеющие возможность изменять геометрию грузовой платформы и обеспечивать перевозку частей дерева, а также других фирм: «Entracon», «John Deere», «Valmet», «Амкодор», «Rottne», «Logset» и пр. Все они должны быть оснащены срезающими головками с накопительным устройством и иметь колесную формулу 8K8.

Как правило, разработка сероольховых насаждений машинами следует проводить в зимний период или сухим летом. При петлевой схеме разработки делянки (III тип местности) ее ширину ( $B$ ) и при кольцевой схеме (IV.1 тип местности) расстояние между магистралями волока ( $B_1$ ) необходимо выбирать такими, чтобы они были равны кратному числу расстояний, которые необходимы для набора одной пачки:

$$B = B_1 = l + B_0 = n \frac{10\,000 Q_n}{bq} + B_0,$$

где  $l$  – путь, проходимый машиной при наборе пачки, м;  $B_0$  – ширина зоны безопасности, м;  $n$  – количество пачек, формируемых на одной ленте;  $Q_n$  – объем трелюемой пачки, м<sup>3</sup>;  $b$  – ширина разрабатываемой ленты, м;  $q$  – средний запас леса на 1 га, м<sup>3</sup>.

Ведущей в системах машин I–V является сучкорезно-окорочно-рубительная машина, которая на промежуточном складе выполняет обрезку сучьев, окорку, измельчение доставленных к ней деревьев (частей деревьев) и загрузку щепы в щеповозы. Конструкция такой машины компании «Peterson Pacific» модели DDC5000-G показана на рисунке. Машина, имеющая длину 15,8 м, выполнена на двухсекционной раме в виде трехосного прицепа. Рама также опирается на четыре гидравлические опоры, что позволяет ей занимать устойчивое рабочее положение. Подачу сырья на обработку в сучкорезно-окорочный отсек манипулятором осуществляет оператор из кабины с системой обогрева и кондиционирования.

Хлыст с помощью двойных подающих роликов, выполняющих функции обрезки сучьев и грубого окаривания, а также 6 роликов нижней подачи сначала перемещается в зону трех вращающихся барабанов, где и происходит его окорка путем нанесения многочисленных ударов по поверхности хлыста цепями, закрепленными на барабанах. Далее хлыст перемещается в рубильный отсек. Получение качественной щепы достигается за счет точной настройки пружинного подающего ролика и диска на определенную скорость и угол поворота ножей для обеспечения требуемой фракции щепы в зависимости от размеров измельченного сырья. Настройка и контроль осуществляются при помощи компьютера. Рубильный диск диаметром 1,67 м

выполнен из прочной стали. Полученная технологическая щепка, очищенная сепаратором от загрязняющих веществ, мелких частиц и щепок, по выдвижному поворотному щепопроводу выбрасывается в кузов щеповоза. Установленная мощность двигателя машины 735 кВт, емкость топливного бака – 1048,6 л, емкость гидравлического бака – 1818 л. Сучкорезно-окорочно-рубительная машина конструктивно может состоять из двух самостоятельных блоков (сучкорезно-окорочного и рубильного), выполненных каждый на своей раме-прицепе, и иметь меньшие мощности и производительность.

**Заключение.** В связи с вводом в действие мощностей по химико-механической переработке в Республике Беларусь резко возрастает спрос на древесное сырье в виде технологической щепы. Сырьевым источником ее получения могут являться сероольховые насаждения, которых ежегодно можно заготавливать более 400 тыс. м<sup>3</sup>. Предложенные системы машин и технологии производства технологической щепы в условиях лесосеки для ОАО «Витебскдрев» из сероольховых насаждений являются инновационными и могут быть реализованы в других регионах страны. Выбор варианта системы машин для заготовки технологической щепы в конкретных природно-производственных условиях должен производиться на основе соответствующих технико-экономических расчетов.

### Литература

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы: утв. 03.11.2010. – Минск, 2010. – 28 с.
2. Программа социально-экономического развития концерна «Беллесбумпром» на 2011–2015 годы: утв. 05.01.2011. – Минск, 2011. – 45 с.
3. Технологическая щепка высокого качества с минимальными затратами? Гарантируем // ЛесПромИнформ. – 2009. – № 4. – С. 18–20.
4. Федоренчик, А. С. Типизация лесных территорий Беларуси для разработки требований по организации и проведению лесосечных работ / А. С. Федоренчик, В. Г. Меркуль, И. В. Соколовский // Труды БГТУ, Сер. II. Лесная и деревооб-раб. пром-сть. – 1999. – Вып. VII. – С. 8–12.
5. Федоренчик, А. С. Энергетическое использование низкокачественной древесины и древесных отходов / А. С. Федоренчик, А. В. Ледницкий. – Минск: БГТУ, 2010. – 446 с.
6. Лесосечные машины в фокусе биоэнергетики: конструкции, проектирование, расчет: учеб. пособие / В. С. Сюнев [и др.]. – Йёнсуу: НИИ леса Финляндии METLA, 2011. – 143 с.
7. Проспекты зарубежных фирм, производящих лесозаготовительную технику. – 2010–2011.

Поступила 12.03.2012