

## Обоснование разработки валочно-трелевочно-процессорной машины (ВТПМ)

И. Р. Шегельман<sup>1</sup>,

*Петрозаводский государственный университет,*

В. И. Скрыпник

*Карельский НИИ лесопромышленного комплекса*

### АННОТАЦИЯ

В статье дано обоснование необходимости создания универсальной лесозаготовительной машины, сочетающей функции валочно-трелевочной и сучкорезно-раскряжевочной машины – валочно-трелевочно-процессорной машины (ВТПМ). Обоснована компоновка машины, технология работы в комплексе с рубительными машинами, определена производительность машины.

**Ключевые слова:** рубительные машины, валочно-трелевочные машины, процессоры, сортименты, щепы, производительность.

### SUMMARY

Given is the substantiation of creation necessity universal forest machine combining functions feller-skidder and delimeter-logger of the machine - feller-skidder processor machine (FSPM). Configuration of the machine, technology of work in a complex with chippers is proved, productivity of the machine is determined.

**Keywords:** chipper, feller-skidder machines, processors, log, chip, productivity.

В настоящее время все большее значение придается развитию альтернативной энергетики с использованием местных видов топлива, в том числе отходов лесозаготовок. РУП «МТЗ» разработаны передвижные рубительные машины МР-25 и МР-40 для производства топливной щепы на лесосеках из дровяной древесины, вершинок деревьев, сучьев; подобные машины производятся и зарубежными фирмами.

При сортиментном способе лесозаготовок, когда на валке, обрезке сучьев, раскряжке используются бензопилы или харвестеры, а на транспортировке (трелевке), сортировке и штабелевке – форвардеры, древесные отходы остаются на лесосеке в рассредоточенном виде. Это же происходит при заготовке леса харвардерами – машинами, сочетающими функции харвестеров и форвардеров.

Рубительные машины могут работать непосредственно на лесосеке либо на погрузочной площадке. Про-

изводительность этих машин на час чистого времени работы непосредственно на основных операциях: загрузка древесных отходов в загрузочное окно манипулятором, их дробление и укладка щепы в бункер-накопитель, или в кучи, составляет 25 – 40 насыпных м<sup>3</sup> щепы (8,3 – 13,2 плотных м<sup>3</sup>). Непосредственно на лесосеке концентрация древесных отходов по площади незначительна, поэтому большая часть оперативного времени при заготовке непосредственно на лесосеке будет расходоваться на переезды машины между стоянками.

После загрузки бункера-накопителя, имеющегося у МР-25, щепой она должна транспортироваться на погрузочную площадку, где укладывается в кучи. Ввиду сравнительно небольшого объема бункера-накопителя (10 насыпных м<sup>3</sup> щепы) удельные затраты времени на эту операцию также достаточно значительны.

Кроме того, проходимость машины МР-25, транспортируемой трактором МТЗ-1221 по лесосеке на грунтах с низкой несущей способностью и в пересеченной местности, недостаточна ввиду низкого коэффициента сцепного веса (0,25).

Второй вариант – лесосечные отходы с лесосеки на верхний склад доставляются специальными машинами, разработанными для сбора и транспортировки древесных отходов. Ранее КарНИИЛПом для этих целей была разработана машина ЛП-23 на базе ТБ-1, оборудованная самосвальным кузовом, манипулятором, грейферным захватом большой вместимости с ротатором. Машина выпускалась Петрозаводским ремонтно-механическим заводом.

ЦНИИМЭ была разработана погрузочно-транспортная машина ЛП-168, которая представляет собой трелевочный трактор ТБ-1, оборудованный полуприцепом для транспортировки древесных отходов.

При транспортировке древесных отходов с лесосеки эти машины недостаточно эффективны ввиду низкой концентрации лесосечных отходов на лесосеке и их низкой плотности, что минимизирует нагрузку на машины. Для повышения производительности машин требуется производить укладку древесных отходов в кучи, что требует больших затрат ручного труда. Следует отметить, что в настоящее время машины ЛП-23 и ЛП-168 не выпускаются.

За рубежом (США, Швеция, Финляндия) ведутся довольно интенсивные работы по разработке технологии и созданию техники для механизации сбора, упаковке и транспортировке древесных отходов. Наиболее известна машина TJ-1490D.

Машина TJ-1490D, собранная на базе форвардера TJ-1410, включает в себя стандартное оборудование для этого типа машин. На месте кузова установлен поворотный пакующий модуль, состоящий из подающей системы, обвязочного узла, цепной пилы,

<sup>1</sup> Авторы – соответственно заведующий кафедрой технологии и оборудования лесного комплекса, заведующий лабораторией КарНИИЛПКа

системы измерения. В машине реализован непрерывный принцип формирования пачек. Лесосечные отходы после пакетирования проходят насквозь через установку и обрезаются на выходе цепной пилой. Длина пачек может меняться в незначительных пределах.

Технологический процесс с применением машин для пакетирования отходов может быть реализован в трех вариантах:

1. После работы харвестера (процессора) и форвардера на лесосеке.
2. После работы валочно-пакетирующей машины и сучкорезной машины на лесосеке.
3. После трелевки деревьев и обрезки сучьев на погрузочной площадке.

В первом варианте после харвестера или процессора и форвардера упаковщик работает непосредственно на лесосеке, двигаясь по следу этих машин после вытрелевки всех сортиментов. По окончании разработки пачки машина, двигаясь передним ходом по волоку, собирает лесосечные отходы и манипулятором доставляет их в загрузочный узел. После подачи нескольких порций отходов и загрузочный узел они вальцами подаются в обжимное кольцо, где уплотняются и обвязываются шнуром. При достижении длины 3,1–2 м пачка обрезается, готовый пакет выталкивается и падает на землю. При втором варианте упаковщик формирует пачки из лесосечных отходов, предварительно собранных на лесосеке в кучи. В третьем варианте пачки формируются из древесных отходов, сконцентрированных на погрузочных площадках.

Производительность упаковщика пачек TJ-1490D при работе на волоке после харвестера или валки, обрезки сучьев, раскряжевки бензопилами составляет 10–15 пакетов/ч, т. е. 7,5 т/ч, или 9,3 пл. м<sup>3</sup>, а при работе на погрузочной площадке – 12,75 т/ч, или 15,9 пл. м<sup>3</sup>.

Производительность форвардера при транспортировке пакетов с волоков и укладке их в штабеля в местах погрузки на автопоезд – 7,7 т/ч; при укладке пакетов, сформированных на погрузочной площадке, производительность форвардера – 23 т/ч.

Удельные эксплуатационные затраты по первому варианту технологического процесса составляют 243 руб./т, по третьему – 103,9 руб./т; приведенные затраты соответственно 372,8 и 180,2 руб./т.

Таким образом, проведенный анализ показал, что работа рубительной машины непосредственно на лесосеке малоэффективна, так как велики затраты времени на сбор лесосечных отходов в кучу, на переезд рубительной машины между стоянками и на транспортировку щепы к погрузочным площадкам.

При работе рубительных машин на погрузочных площадках (верхних складах) большие затраты времени и средств необходимы для доставки древесных

отходов, образующихся на лесосеке после работы комплексов машин для заготовки сортиментов.

Для минимизации затрат на доставку древесных отходов до верхних складов, повышения производительности рубительных машин за счет снижения расстояния и количества их переездов между стоянками предлагается более рациональный и эффективный технологический процесс, при котором основная масса лесосечных отходов доставляется на погрузочные площадки в процессе трелевки деревьев и концентрируется после обрезки сучьев, раскряжевки и штабелевки сортиментов.

Для реализации этого технологического процесса пригодны следующие комплексы машин: валка бензопилами, трелевка тракторами с тросочерным оборудованием или тракторами для бесчочерной трелевки, валка-трелевка валочно-трелевочными машинами; во всех вариантах обрезка сучьев, раскряжевка должны производиться процессорами. Однако в настоящее время в России и Белоруссии однозахватные и двухзахватные процессоры не производятся.

Поэтому на основе анализа работы валочно-трелевочных машин считаем необходимым разработать универсальную лесозаготовительную машину, обеспечивающую валку, трелевку деревьев, а также обрезку сучьев и раскряжевку на верхнем складе – валочно-трелевочно-процессорную машину (ВТПМ).

**Компоновка машины.** На транспортной модуль форвардера (без стоек, ограждающих платформу для перевозки сортиментов) устанавливается зажимной коник, на манипулятор вместо захватного устройства устанавливается харвестерная головка.

Технология работы машины заключается в следующем. При разработке каждой пачки (рис. 1) ВТПМ задним ходом заходит вглубь лесосеки и разрабатывает волок (технологический коридор), укладывая деревья по его краям, освобождая проезд. Двигаясь в обратном направлении, подбирает и укладывает в коник деревья, находящиеся в пределах доступности с обеих сторон машины.

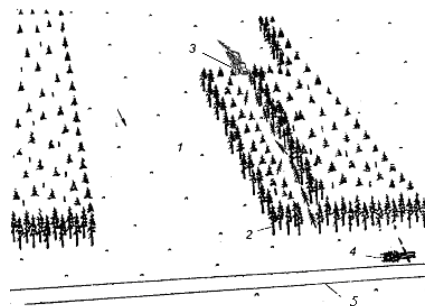


Рис. 1. Разработка лесосеки ВТПМ: 1 – вырубка; 2 – растущий лес; 3 – ВТПМ; 4 – штабель деревьев; 5 – лесовозный ус

После набора пачки деревьев она трелюется на погрузочную площадку. На погрузочной площадке ма-

шина производит обрезку сучьев, раскряжевку деревьев, штабелевку сортиментов. Древесные отходы (вершинки, сучья, откомлевки) остаются на погрузочной площадке. После нескольких рейсов ВТПМ рубительная машина перерабатывает указанные отходы в щепу, складывает их в бункер-накопитель или в кучи на погрузочной площадке.

Предложенная технология заготовки сортиментов и щепы на лесосеке имеет значительные преимущества перед всеми известными способами

1. Валка деревьев на лесосеке и заготовка сортиментов на погрузочной площадке (обрезка сучьев, раскряжевка, штабелевка) производятся одной машиной.
2. Для транспортировки отходов лесозаготовок не нужно использовать специальную транспортную машину, они образуются на погрузочной площадке после трелевки деревьев и раскряжевки их на сортименты ВТПМ.
3. Повышается производительность рубительных машин, так как кардинально снижаются непроизводительные затраты времени на переезды.

Удельные затраты времени  $\text{сек}/\text{м}^3$  на валке деревьев, трелевке и штабелевке определяются по формуле:

$$t_{y\partial} = \frac{L_n}{v_n Q} + \frac{L_{zp}}{v_{zp} Q} + \frac{10000}{l \cdot u \cdot v_{nep}} + \frac{t_y}{q} + \frac{T_p}{Q}, \quad (1)$$

где  $L_n$  – расстояние движения в порожнем направлении, м;  $v_n$  – скорость движения в порожнем направлении, м/сек;  $L_{zp}$  – расстояние движения в грузовом направлении, м;  $v_{zp}$  – скорость движения в грузовом направлении, м/сек;  $l$  – свободный вылет манипулятора, ширина ленты набора пачек, м;

$l = l_M - C$ ,  $(2)$   
 $C$  – расстояние от центра стойки манипулятора до ближайшей точки, в которой возможен повал и погрузка дерева, м;  $u$  – запас леса на га,  $\text{м}^3$ ;  $v_{nep}$  – скорость переездов между стоянками при валке и погрузке деревьев в коник, м/сек;  $t_y$  – время на валку и погрузку одного дерева в коник, сек;  $q$  – средний объем хлыста на лесосеке,  $\text{м}^3$ ;  $T_p$  – время разгрузки, сек;  $Q$  – объем трелеваемой пачки,  $\text{м}^3$ .

Время цикла на валке-погрузке деревьев в коник зависит от расстояния до деревьев. При минимальном вылете оно составляет в среднем 30 сек. При увеличении расстояния  $t_y$  увеличивается.

Проведенные исследования при изучении работы валочно-трелевочных машин (ЛП-17, ВП-80, ВП-100), а также тракторов для бесчokerной трелевки ТБ-1, ТБ-1М, ТБ-1М-15 показали, что время цикла на операции валки-погрузки дерева в коник можно аппроксимировать зависимостью

$$t_y = t_0 + kl^2. \quad (3)$$

Расчеты показали, что время цикла при объеме хлыста 0,2–0,35 с достаточной точностью аппроксимируется зависимостью

$$t_y = 30 + 0,37l^2. \quad (4)$$

При этом среднее время цикла на одно дерево в диапазоне от 0 до  $l$  определяется по формуле:

$$t_y = \frac{\int_0^l t_{y0} + kl^2}{l} = t_{y0} + \frac{kl^2}{3}, \quad (5)$$

а в расчете на  $\text{м}^3$

$$t_{y\partial} = \left( t_{y0} + \frac{kl^2}{3} \right) / q. \quad (6)$$

Поставлена задача определения оптимальной ширины ленты, обрабатываемой машиной за один проход, и оптимального вылета манипулятора.

Известно, что экстремальное значение функции достигается в точке, где первая производная равна 0. Следовательно,

$$\left[ \frac{L_n}{v_n Q} + \frac{L_{np}}{v_{np} Q} + \frac{10000}{l \cdot u \cdot v_{nep}} + \left( t_{y0} + \frac{kl^2}{3} \right) / q + \frac{T_p}{Q} \right]' = 0$$

$$-\frac{10000}{l^2 \cdot u \cdot v} + \frac{k \cdot 2l_{onm}}{3q} = 0,$$

$$l_{onm} = \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 3q}{u \cdot v_{nep} \cdot k \cdot 2}}. \quad (7)$$

Пример 1. Определить оптимальную ширину ленты набора пачки и максимальный вылет манипулятора при следующих условиях.

Средний объем хлыста  $0,3 \text{ м}^3$ ; запас на 1 га  $150 \text{ м}^3$ . Скорость переезда между технологическими стоянками  $0,2 \text{ м/сек}$ .

$$l_{onm} = \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 3 \cdot 0,3}{150 \cdot 0,2 \cdot 0,37 \cdot 2}} = 7,4 \text{ м}.$$

Оптимальная ширина ленты набора пачки 7,4.

Максимальный вылет манипулятора

$$l_M = 7,4 + 1,55 = 8,95 \text{ м}.$$

Пример 2. Определить те же показатели при среднем объеме хлыста  $0,22 \text{ м}^3$ ; запасе на 1 га  $130 \text{ м}^3$ .

Используя зависимость (7), получаем  $l_{onm} = 7 \text{ м}$ .

Максимальный вылет манипулятора

$$l_{\max} = 7,00 + 1,38 = 8,38 \text{ м}.$$

В таблице 1 приведены значения оптимальной ширины ленты набора пачки (свободный вылет манипулятора) в зависимости от объема хлыста и запаса на 1 га.

Таблица 1

и	q						
	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60
75	7,4	8,14	8,77	9,32			
100	6,72	7,40	7,97	8,47			
125	6,24	6,87	7,40	7,86	8,65	9,35	9,93
150	5,87	6,46	6,96	7,40	8,13	8,80	9,35
175	5,58	6,14	6,61	7,03	7,76	8,36	8,88
200	5,34	5,87	6,33	6,72	7,42	7,99	8,49
225	5,13	5,64	6,08	6,46	7,14	7,69	8,17
250	4,95	5,45	5,87	6,24	6,80	7,24	7,89
275	4,80	5,28	5,69	6,05	6,67	7,19	7,64
300	4,66	5,13	5,52	5,87	6,48	6,98	7,42

Анализ приведенных данных показывает, что оптимальная ширина ленты набора пачки уменьшается с увеличением запаса леса на 1 га и возрастает с увеличением среднего объема хлыста.

Так как запас леса на 1 га коррелируется с объемом хлыста (при увеличении объема хлыста возрастает, как правило, и запас на 1 га), то в рассматриваемом диапазоне и и q оптимальная ширина ленты набора пачки 7,4–7,5 м и, следовательно, вылет манипулятора 8,95–9,05 м.

Анализ формулы (1) показывает, что производительность машин на валке – трелевке кроме исследованных выше факторов (запаса леса на 1 га, объема хлыста, вылета манипулятора) зависит также от расстояния трелевки, скорости движения с грузом и порожняком, объема трелюемых пачек.

На основе анализа работы лесосечных машин различного назначения на базе специальных колесных и гусеничных машин (тракторов для бесчokerной трелевки с манипулятором, валочно-трелевочных машин, тракторов с пачковым захватом, скиддеров, форвардеров) определено, что в типичных условиях эксплуатации на лесосеке скорость движения гусеничных тракторов составляет с грузом 0,5-1,0 м/сек, а порожняком – 1,1-1,3 м/сек, колесных, соответственно, 0,9-1,3 м/сек и 2-2,5 м/сек. При оснащении лесосечных машин на колесной базе для повышения проходимости гусеничными лентами их скорость на лесосеке в производственных условиях практически равна скорости гусеничных машин того же назначения. Например, при исследовании работы форвардеров, тракторов-сортиментовозов МЛ-131, Джон-Дир 1010Д, Харви-Форести Ф, Тj-1010В скорость движения в типичных условиях эксплуатации в порожнем направлении варьировалась в диапазоне 1,1-1,25 м/сек, в грузовом 0,86–1,13 м/сек; при работе в сложных природно-производственных (третий тип местности, избыточное увлажнение) скорость составляла 0,7–0,56 м/сек, соответственно в порожнем и грузовом направлении.

Объем трелюемых пачек зависит от объема хлыста и средней высоты древостоя. Время разгрузки и штабелевки составляет 100 сек на 1 рейс.

При одинаковом диаметре деревьев на расстоянии примерно 1,3 м от места срезания длины деревьев в насаждениях различных разрядов высот сильно варьируются. Например, в 3-м разряде высот (сосновые насаждения) высота деревьев почти в 2 раза больше, чем в 10-м. Не меньше различие по объемам хлыста.

Объем пачки деревьев, которую можно погрузить в коник, определяется по формуле:

$$Q = \frac{V_k k_n \cdot 4q}{\pi D^2}, \quad (8)$$

где  $V_k$  – площадь поперечного сечения коника,  $m^2$ ;  
 $q$  – объем хлыста,  $m^3$ ;  $D$  – диаметр дерева, м;  
 $k_n$  – коэффициент полнодревесности.

При площади сечения коника тракторов ТБ-1 и ТБ-1М-15, а также ВТМ ЛП-17, ВП-100 1,1  $m^2$  и коэффициенте полнодревесности 0,6 максимальный объем пачки по вместимости коника:

- для 3-го разряда высот

$$Q_{\max} = \frac{1,1 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 0,52}{\pi \cdot 0,24^2} = 7,59 \text{ м}^3.$$

С учетом коэффициента использования вместимости коника средний объем трелюемых пачек

$$Q_{\text{ср}} = Q_{\max} \cdot 0,9 = 6,83 \text{ м}^3;$$

- для 10-го разряда высот

$$Q = \frac{1,1 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 0,55}{\pi \cdot 0,322^2} = 4,51 \text{ м}^3;$$

$$Q_{\text{ср}} = 4,51 \cdot 0,9 = 4,05 \text{ м}^3.$$

Валочно-трелевочная машина на базе ТБ-1М-15 имеет площадь коника 1,1  $m^2$ , рассчитанную на загрузку в коник при трелевке за когли пачки максимальным объемом 8  $m^3$ , т. е. нагрузка на коник составляет 4,8 т. Грузоподъемность форвардера МЛ-131 и МЛПТ-364 составляет 10 т. Поэтому имеется возможность установить на ВТМ или ВТПМ созданный на базе МЛ-13 или МЛПТ-364 коник площадью 2-2,2  $m^2$ . При этом практически вдвое повысится объем трелюемых пачек.

Например, при установке на ВТПМ вместо коника вместимостью 1,1, коника площадью 2,2  $m^2$  при работе в лесонасаждениях третьего разряда высот

$$Q_{\max} = \frac{2,2 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 0,52}{\pi \cdot 0,24^2} = 15,2 \text{ м}^3.$$

$$Q_{\text{ср}} = 13,66 \text{ м}^3.$$

Для 10-го разряда высот средний объем трелюемых пачек увеличится с 4,05 до 9,1 м<sup>3</sup>.

С учетом зависимости (3) удельные затраты времени на валке, трелевке и штабелевке деревьев определяются по формуле:

$$t_{y\partial} = \frac{L_n}{v_n Q} + \frac{L_{cp}}{v_{cp} Q} + \frac{10000}{l \cdot u \cdot v_{nep}} + \frac{t_0 + kl^2}{q} + \frac{T_p}{Q}. \quad (9)$$

Пример 2. Определить удельные затраты времени и сменную производительность ВТПМ на валке-трелевке при следующих условиях. Разряд высот 5; средний объем хлыста 0,28; скорость движения в грузовом направлении 0,8 м/сек, в порожнем – 1,1 м/сек;  $t_{ц0} = 30$  сек; запас на 1 га 150 м<sup>3</sup>; ширина ленты набора пачки 7,40 м. Расстояние трелевки до 300.

Максимальный объем пачки, сформированной в конике ВТПМ,

$$Q_{max} = \frac{2,2 \cdot 0,6 \cdot 4 \cdot 0,28}{0,20^2 \cdot 3,14} = 11,76 \text{ м}^3.$$

$$Q_{cp} = 11,76 \cdot 0,9 = 10,58 \text{ м}^3.$$

Ширина пачки, разрабатываемой за один проход машины (ВТПМ),

$$l_n = 2l + b, \quad (10)$$

где  $b$  – ширина машины, м;  $l_n = 2 \cdot 7,4 + 3,1 = 17,8$  м.

Расстояние, пройденное ВТПМ при наборе пачки

$$L_n = \frac{1000 \cdot Q}{u \cdot l_n} = \frac{1000 \cdot 10,58}{150 \cdot 17,8} = 39,6 \text{ м}.$$

Среднее расстояние движения в порожнем направлении 163 м; среднее расстояние движения с грузом 123 м.

$$t_{y\partial} = \frac{175}{1,1 \cdot 10,68} + \frac{125}{0,8 \cdot 10,68} + \frac{10000}{17,8 \cdot 150 \cdot 0,2} + \frac{30 + 0,37 \cdot 7,4^2}{0,28} + \frac{100}{10,68} = 235,73 \text{ сек} / \text{м}^3$$

Часовая производительность составляет 15,27 м<sup>3</sup>. При шести часах чистого времени работы в смену сменная производительность по циклу работ валка – трелевка составит:

$$P_{cm} = \frac{3600 \cdot 6}{235,73} = 91,63 \text{ м}^3; \quad P_{ч} = 91,63 / 6 = 15,27 \text{ м}^3.$$

ВТПМ кроме валки-трелевки деревьев осуществляет обрезку сучьев, раскряжевку, сортировку и штабелевку сортиментов.

Производительность универсальной лесозаготовительной машины по циклу работ валка деревьев, трелевка деревьев на погрузочную площадку, обрезка

сучьев, раскряжевка, штабелевка определяется по формуле:

$$P = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}, \quad (11)$$

где  $P_1$  – часовая производительность машины по циклу работ валка – трелевка деревьев, м<sup>3</sup>;  $P_2$  – часовая производительность по циклу работ обрезка сучьев, раскряжевка, штабелевка, м<sup>3</sup>.

Для данных условий производительность ВТПМ при работе на погрузочной площадке в режиме процесса –  $P_n = 21 \text{ м}^3/\text{час}$ .

$$P_{cm} = \frac{15,27 \cdot 21}{15,27} = 8,84 \text{ м}^3/\text{час}.$$

$$P_{cm} = 33,05 \text{ м}^3.$$

В сопоставимых условиях эксплуатации при использовании на валке деревьев, обрезке сучьев, раскряжевке харвестеров, а на трелевке, сортировке, штабелевке сортиментов форвардеров выработка на человеко-день составляет 41-45 м<sup>3</sup>. Таким образом, выработка на человеко-день по циклу работ валка деревьев – штабелевка сортиментов на погрузочной площадке производительность ВТПМ выше, чем в комплексе машин харвестер – форвардер на 18-28 %.

При заготовке сортиментов в лесосеках с низкой несущей способностью грунтов, особенно в период избыточного увлажнения, для обеспечения проходимости лесовозных автопоездов на дорогах временного действия (усах) требуется укрепление проезжей части. При отсутствии в пределах экономически допустимого расстояния доставки гравия карьеров дорожно-строительных материалов проезжая часть укрепляется древесными отходами (сучьями, вершинками хлыстов и др.). Для этого используются погрузочно-транспортные машины, например, ЛП-23 или ЛТ-168, которыми древесные отходы доставляются в лесосеки и укладываются в покрытие усов.

Для исключения операций по доставке древесных отходов и резкого снижения затрат на укрепление проезжей части усов предлагается следующая технологическая схема (рис. 2).

Деревья трелюются ВТПМ к трассе уса и укладываются комлями к усу. ВТПМ, двигаясь по трассе уса, протаскивает деревья, обрезает сучья, раскряжевывает; при этом сучья и вершины деревьев укладываются в покрытие уса, а сортименты укладываются с противоположной стороны дороги. При укладке сортиментов в запас для сортировки сортиментов и формирования большеобъемных штабелей используются форвардеры.

В процессе работы ВТПМ и форвардеров древесные отходы на проезжей части дороги уплотняются, в результате чего создается покрытие, обеспечивающее проезд лесовозных автопоездов.

В результате проведенных исследований доказана целесообразность разработки универсальной лесозаготовительной машины, выполняющей операции валки, трелевки, обрезки сучьев и раскряжевки деревьев – валочно-трелевочно-прорцессорной машины (ВТПМ).

Обоснованы компоновка машины, технология работы, определена производительность. Применение данной машины обеспечивает полную механизацию лесосечных работ с заготовкой сортиментов, даст возможность минимизировать затраты на доставку древесных отходов к рубильным машинам за счет исключения затрат времени на переезды по лесосеке и снижения их при переезде на верхнем складе.

Обоснована технология работы машины при заготовке леса на участках с низкой несущей способностью грунтов, где ВТПМ может использоваться на укладке древесных отходов в покрытие временных лесовозных дорог (усов), что обеспечивает снижение затрат на строительство временных дорог, особенно при дефиците гравийных материалов или значительных расстояниях их подвозки.

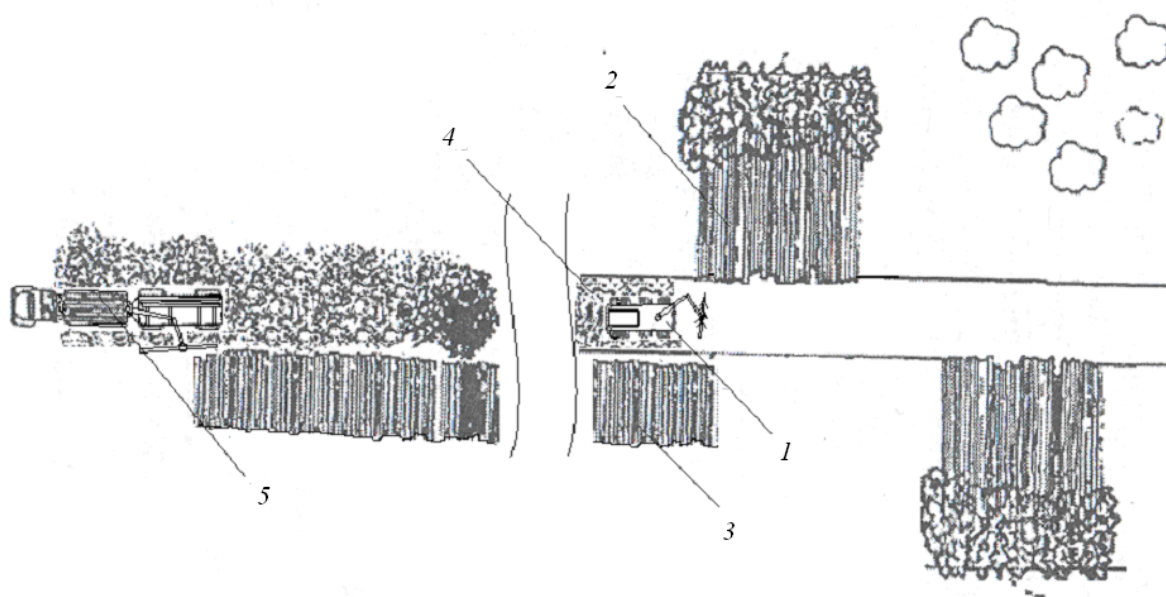


Рис. 2. Укрепление проезжей части усов с использованием ВТПМ:  
1 – ВТПМ; 2 – стрелованные деревья; 3 – сортименты; 4 – покрытие усов из древесных отходов;  
5 – автопоезд-сортиментовоз