

Выражения, определяющие углы δ_1 и β_1 и расстояние L , во втором варианте, согласно рис. 2, б, имеют вид

$$L = \sqrt{k^2 + L_n^2 - 2kL_n \cos \delta_1};$$

$$\delta_1 = \delta - \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n};$$

$$\beta_1 = \beta + \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n}.$$

Предложенный алгоритм расчета траектории прицепа-ропуски позволяет с высокой степенью точности определять кинематические характеристики взаимодействия звеньев автопоезда на повороте. Анализ показал, что максимальное отклонение траектории S' прицепа-ропуски от основной траектории S при радиусе поворота 11 м для автопоездов МАЗ-5434+ГКБ-9362 и МАЗ-509А+ТМЗ-803 достигает 1,9 и 2,0 м, при радиусе 20 м соответственно 0,9 и 1,0 м. Расхождения между расчетными данными и результатами приемочных испытаний названных лесовозных автопоездов не превышают 5%. Изложенная методика была использована при проектировании систем управления [4], позволяющих регулировать передаточное отношение привода прицепа-ропуски на повороте. Разработан способ управления прицепным звеном длиннобазного автопоезда [1], обеспечивающий следование колес прицепа-ропуски по колее ведущих колес тягача.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1592209 СССР, МКИ⁵ В 62 D 13/02. Способ управления движением транспортного средства / А. В. Жуков, О. В. Петрович, А. И. Кирильчик, М. К. Асмоловский.— № 4442441 / 31-11; Заявлено 14.06.88; Оpubл. 15.09.90 // Открытия. Изобретения.— 1990.— № 34.— С. 85. [2]. Жуков А. В., Петрович О. В., Кирильчик А. И. Методика оценки кинематических параметров тросовой системы управления лесовозного автопоезда // Лесн. журн.— 1990.— № 1.— С. 29—33. [3]. Закин Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда.— М., 1986.— 135 с. [4]. Петрович О. В. Устройства копирного типа для управления прицепом-ропуском лесовозного автопоезда // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1989.— Вып. 4.— С. 51—56. [5]. Петрович О. В., Кирильчик А. И. Кинематический анализ работы системы управления лесовозного автопоезда с применением ЭВМ // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1988.— Вып. 3.— С. 45—49.

Поступила 7 июня 1991 г.

УДК 630*31.003

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРЕЛЕВКИ К УСАМ И ВЕТКАМ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО

Ю. А. ШИРНИН, Г. П. ЗАХАРЕНКО

Марийский политехнический институт

Схемы вариантов трелевки, принятые для сравнения, представлены на рис. 1. В лесосырьевой базе 1 с магистралью 2 и ветками 3 лесовозные усы 4 могут прокладываться (вариант 1, рис. 1, а) или не прокладываться (вариант 2, рис. 1, б). В первом случае погрузочные пункты 5 расположены у уса, во втором — у ветки. Лесосеку 6 разбирают на делянки с магистральными волоками 7. В варианте 1 лесоматериалы вывозят по усу, ветке, магистрали, в варианте 2 — по ветке и магистрали.

Таким образом, в первом варианте значительно короче расстояние трелевки и выше производительность трелевочных машин, во втором

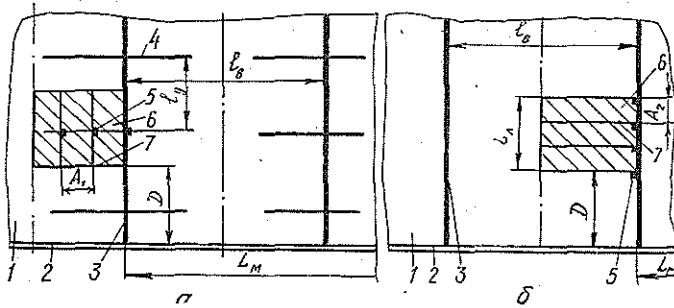


Рис. 1. Схемы к расчету расстояний трелевки и вывозки древесины

короче расстояние вывозки и выше производительность лесовозного транспорта, к тому же отпадает необходимость в затратах на строительство и содержание усов.

Средние значения расстояний трелевки и вывозки по вариантам 1 и 2 определяем соответственно по формулам:

расстояния трелевки l_{T1} и l_{T2}

$$l_{T1} = k_0 \left(k_0 \frac{l_y}{2} + k_2 A_1 \right); \quad (1)$$

$$l_{T2} = k_0 \left(k_1 \frac{l_b}{2} + k_2 A_2 \right); \quad (2)$$

расстояния вывозки l_{B1} и l_{B2}

$$l_{B1} = \frac{l_b}{2} + \frac{l_y}{2} + D + L_M; \quad (3)$$

$$l_{B2} = \frac{l_l}{2} + D + L_M, \quad (4)$$

где k_0 — коэффициент развития трассы волока;
 k_1, k_2 — коэффициенты, зависящие от схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке;
 l_y, l_b — расстояние соответственно между усами и ветками, м;
 A_1, A_2 — расстояния между погрузочными пунктами при их расположении соответственно у усов и веток, м;
 D — длина ветки от лесосеки до магистрали, м;
 L_M — расстояние вывозки по магистрали, м;
 L_l — длина лесосеки, м.

В качестве критерия оптимальности принимаем удельные приведенные затраты U , р./м³, которые для сравниваемых вариантов находим по следующим формулам:

$$U_1 = U_{1,1} + U_{1,2} + U_{1,3} + U_{1,4} + U_{1,5} + U_{1,6}; \quad (5)$$

$$U_2 = U_{2,1} + U_{2,2} + U_{2,3} + U_{2,4} + U_{2,6}, \quad (6)$$

где U_1, U_2 — удельные суммарные затраты соответственно по первому и второму вариантам на валку и пакетирование лесоматериалов ($U_{1,1}, U_{2,1}$), трелевку ($U_{1,2}, U_{2,2}$), обустройство погрузочных пунктов ($U_{1,3}, U_{2,3}$), вывозку древесины ($U_{1,4}, U_{2,4}$), строительство и содержание усов ($U_{1,5}$), веток ($U_{1,6}, U_{2,6}$).

Если в сравниваемых вариантах валку и пакетирование выполняет одна и та же машина по одной технологической схеме, то затраты

$U_{1,1}$ и $U_{2,1}$ равны и их можно не учитывать в выражениях (5) и (6). Значения $U_{1,2}$, $U_{2,2}$, $U_{1,4}$, $U_{2,4}$ находят как частное от деления себестоимости 1 маш.-см., р., на трелевке (U_T) и вывозке (U_B) на сменную производительность той же машины, м³. Значения $U_{1,3}$ и $U_{2,3}$ определяют делением стоимости обустройства одного лесопогрузочного пункта (C_n , р.) на объем древесины площади, тяготеющей к одному лесопогрузочному пункту. Значения $U_{1,5}$, $U_{1,6}$, $U_{2,6}$ находят как частное от деления затрат на строительство и обслуживание 1 м уса (C_y , р.) и ветки (C_b , р.) на объем древесины с площади, тяготеющей к 1 м уса или ветки.

Используя формулы (1) — (4), получаем

$$U_1 = \frac{U_T \left(\Sigma t_T + \frac{k_0(k_1 l_y + 2k_2 A_1)}{v_{cp}} \right)}{3600 M_T \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_n}{q l_y A_1} + \frac{10^4 C_y f \rho_y}{q l_y} + \frac{U_B \left(\Sigma t_B + \frac{l_b}{v_y} + \frac{l_y + 2D}{v_b} + \frac{2L_M}{v_M} \right)}{3600 M_B \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_b f \rho_b}{q l_b}; \quad (7)$$

$$U_2 = \frac{U_T \left(\Sigma t_T + \frac{k_0(k_1 l_{b2} + 2k_2 A_2)}{v_{cp}} \right)}{3600 M_T \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_n}{q l_{b2} A_2} + \frac{U_B \left(\Sigma t_B + \frac{L_n + 2D}{v_b} + \frac{2L_M}{v_M} \right)}{3600 M_B \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_b f \rho_b}{q l_{b2}}, \quad (8)$$

где Σt_T , Σt_B — суммарное время на погрузку и разгрузку пачки при трелевке и вывозке древесины, с;
 v_{cp} — средняя скорость трелевочной машины при движении в грузовом и холостом направлениях, м/с;
 M_T , M_B — объем пачки соответственно на трелевке и вывозке древесины, м³;
 φ_1 — коэффициент использования рабочего времени смены;
 m — продолжительность смены, ч;
 q — запас древесины на 1 га, м³;
 f — коэффициент, учитывающий наличие неэксплуатационных площадок в тяготеющей к усу или ветке площади;
 ρ_y , ρ_b — коэффициент развития трассы соответственно уса и ветки (отношение их фактической длины к длине по прямой);
 v_y , v_b , v_M — средняя скорость лесовоза при движении соответственно по усу, ветке и магистрали, м/с.

Для определения оптимальных значений A_1 и A_2 производные $\frac{\partial U_1}{\partial l_y}$, $\frac{\partial U_1}{\partial A_1}$, $\frac{\partial U_1}{\partial l_{b1}}$ и $\frac{\partial U_2}{\partial l_{b2}}$, $\frac{\partial U_2}{\partial A_2}$ приравниваем нулю. Отсюда находим

$$A_1 = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^6 M_T \varphi_1 m v_{cp} C_n}{U_T k_2 k_0 q l_y}}; \quad (9)$$

$$A_2 = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^6 M_T \varphi_1 m v_{cp} C_n}{U_T k_2 k_0 q l_{b2}}}. \quad (10)$$

Подставляя в производные $\frac{\partial U_1}{\partial l_y} = 0$ и $\frac{\partial U_2}{\partial l_{b2}} = 0$ выражения для A_1 и A_2 , получаем

$$-\frac{10^4 C_y f \rho_y}{q} + \left(\frac{L_T k_0 k_1 v_B M_B + L_B M_T v_{cp}}{3600 M_T m \varphi_1 v_{cp} v_B} \right) l_y^2 - 10 \sqrt{\frac{L_T k_2 C_n k_0}{18 M_T \varphi_1 m v_{cp} q}} l_y^{0,5} = 0; \quad (11)$$

$$l_{B1} = \sqrt{\frac{36 \cdot 10^5 M_B m \varphi_1 v_y C_B f \rho_B}{L_B q}}; \quad (12)$$

$$-\frac{10^4 C_B f \rho_B}{q} + \frac{L_T k_0 k_1}{3600 M_T \varphi_1 m v_{cp}} l_{B2}^2 - 10 \sqrt{\frac{L_T k_2 k_0 C_n}{18 M_T \varphi_1 m v_{cp} q}} l_{B2}^{0,5} = 0. \quad (13)$$

При разработке лесосеки определенными системами трелевочных машин может быть исключен их сход с магистрального волока (пачки лежат у волока), тогда $k_2 = 0$. В этом случае в выражения (7) и (8) вносят коррективы. Берут частные производные $\frac{\partial L_1}{\partial l_y}$, $\frac{\partial L_2}{\partial l_{B2}}$ (производная $\frac{\partial L_1}{\partial l_{B1}}$ не отличается от формулы (12)) и после преобразования получают

$$l_y = \sqrt{\frac{10^4 (C_y f \rho_y A_1 q + C_n)}{\frac{L_T k_0 k_1 A_1 q}{3600 M_T m \varphi_1 v_{cp}} + \frac{L_B q A_1}{3600 M_B m \varphi_1 v_B}}}; \quad (14)$$

$$l_{B2} = \sqrt{\frac{36 \cdot 10^5 (C_B f \rho_B A_2 + C_n) m \varphi_1 M_T v_{cp}}{L_T k_0 k_1 A_2 q}}. \quad (15)$$

Для решения задачи составлена программа на ЕС ЭВМ. Алгоритм предусматривает следующий порядок определения параметров. При $k_2 = 0$ сначала находят A_1 и A_2 по формуле $A = \frac{10^4 M_T}{\Delta q}$ (где Δ — ширина разрабатываемой ленты), затем l_y , l_{B1} , l_{B2} соответственно по формулам (14), (12), (15). При $k_2 \neq 0$ вначале определяют l_y , l_{B1} , l_{B2} из уравнений (11) — (13), а затем A_1 и A_2 по выражениям (9), (10). Полученные значения l_y , l_{B1} , l_{B2} , A_1 , A_2 подставляют в уравнения (7) и (8).

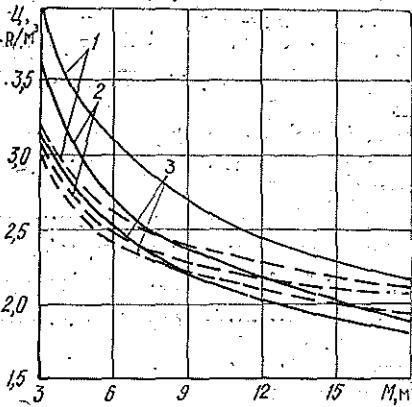


Рис. 2. График зависимости себестоимости заготовки и вывозки древесины \bar{C} от нагрузки на рейс M при средней скорости трелевочной машины 1 (1), 2 (2) и 3 м/с (3); сплошные линии — трелевка к веткам, штриховые — к усам

На рис. 2 представлены результаты расчета затрат по уравнениям (7) и (8) при следующих исходных данных, принятых по ценам 1990 г.: $C_y = 3,7$ р.; $C_B = 30$ р.; $C_T = 50,5$ р.; $C_B = 70$ р.; $C_n = 50$ р.; $v_y = 6$ м/с; $v_B = 8$ м/с; $v_M = 10$ м/с; $f = 1,2$; $\rho_y = 1,2$; $\rho_B = 1,3$;

$\varphi_1 = 0,85$; $k_0 = 1,1$; $k_1 = 0,5$; $k_2 = 0,25$; $m = 7$ ч; $M_B = 28$ м³; $q = 200$ м³/га; $\Sigma t_T = 1200$ с; $\Sigma t_B = 1800$ с; $L_n = 1000$ м; $D = 2000$ м; $L_K = 40\,000$ м.

Из графиков видно, что при $v_{cp} = 1$ м/с выгоднее трелевка к усам. Трелевка к веткам целесообразнее при нагрузке на рейс $M > 12$ м³ и $v_{cp} = 2$ м/с, а также при $M > 9$ м³ и $v_{cp} = 3$ м/с.

Предложенный метод позволяет определить оптимальные расстояния между усами и ветками, выбрать способ трелевки, обосновать оптимальные параметры трелевочных машин при трелевке к веткам лесовозных дорог.

Поступила 3 января 1990 г.

УДК 630*367.4+630*363

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОРЧЕВАЛЬНО-РАЗДЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА МАШИН ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПНЕВОГО ОСМОЛА

А. А. АНДРЕЕВ, А. И. АНДРЕЕВ-ТВЕРДОВ

Московский лесотехнический институт

Низкий уровень механизации основных работ и невысокая производительность на осмолозаготовках объясняются несовершенством применяемых машин и технологических процессов. Решение проблемы нужно искать в создании машины, выполняющей одновременно корчевку, разделку и очистку сосновых пней.

В МЛТИ предложено принципиально новое корчевально-разделочное устройство с импульсным приводом [1], которое совмещает эти операции. Устройство состоит из ножевой головки, предназначенной для разделки пней на куски и обрезки боковых корней, несущего корпуса с домкратами для извлечения кусков пня из земли, импульсного гидропривода и молота. Принцип работы заключается в следующем. На пень сверху устанавливают ножевую головку, включают гидропривод, обеспечивающий возвратно-поступательное движение молота. Последний наносит серию ударов по ножевой головке, которая разрушает пень и разрезает корни, далее включают гидроцилиндры домкратов и извлекают головку вместе с пнем из земли. Затем устанавливают ножевую головку на второй пень, при его разрушении первый выталкивается из ножевой головки. Импульсное приложение силы способствует очистке пня от грунта.

Основные параметры устройства: диаметр контурного ножа, ход ножевой головки и ее масса, масса молота, энергия импульса и скорость молота в момент удара по ножевой головке.

С увеличением диаметра контурного ножа, с одной стороны, повышается выход осмола, с другой — возрастает масса устройства и всей машины. Очевидно, что диаметр контурного ножа необходимо выбирать для каждого региона страны в зависимости от законов распределения диаметров пней и с учетом допустимых потерь канифоли. В работе [4] показано, что масса древесины собственно пня составляет около 81 %, корней первого порядка приблизительно 19 %. Содержание канифоли в корневой шейке и надземной части равно 25,2 %, в корнях 9,4 %. Принимая общий процент канифоли в пне за 100, после несложных вычислений получаем, что в корнях ее содержится около 8 %. Так как при заготовке осмола извлекается только часть корней, находящихся внутри контурного ножа, и на расстоянии 30 см