

акации белой и гледичии обыкновенной.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 3, с. 158—159. [4]. Кулыгин А. А. Влияние температурных условий на сроки зацветания древесных пород.— Лесоведение, 1979, № 2, с. 103—105. [5]. Шнголев А. А., Шиманюк А. П. Сезонное развитие природы.— М.: Географгиз, 1949.— 237 с.

УДК 630\*377.1

## О ПОГРУЗКЕ ДЕРЕВЬЕВ РЫЧАЖНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ОБОРУДОВАНИЕМ ЛЕСНЫХ МАШИН

Д. Г. МЯСИЦЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Некоторые лесозаготовительные машины, например ВМ-4А, осуществляют сбор пачки деревьев погрузочным рычагом.

Для изыскания возможностей снижения динамических нагрузок при погрузке и уменьшения энергоемкости погрузочных операций необходимы многогранные теоретические и экспериментальные исследования взаимодействия предмета труда с рычажным погрузочным органом. Актуальность таких исследований трудно переоценить, особенно при проектировании новых и модернизации существующих машин этого типа.

В лаборатории по проблемам механизации лесозаготовок ЛТА спроектирован и изготовлен экспериментальный образец подборочно-транспортной машины (ПТМ) для первичной транспортировки деревьев (хлыстов) в полностью погруженном положении (рис. 1). Машина включает трактор с гидроманипулятором ТБ-1 и модернизированный прицеп-ропуск ГКБ 9383-012, на котором смонтировано гидравлическое рычажное погрузочное устройство с двумя степенями подвижности.

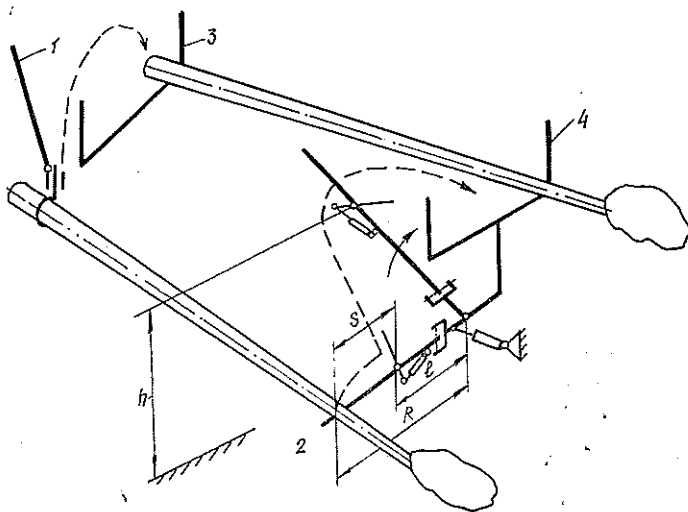


Рис. 1. Принципиальная схема погрузки деревьев на ПТМ.

1 — гидроманипулятор трактора ТБ-1; 2 — погрузочный рычаг прицепа; 3 — зажимной конек трактора ТБ-1, 4 — конек прицепа.

Подъем дерева в вертикальной плоскости на рычаге можно разбить на три этапа: 1 — до начала скольжения; 2 — во время скольжения; 3 — после скольжения. Полезная работа погрузочного устройства равна изменению потенциальной энергии груза

$$A_{\text{п}} = Gh,$$

Здесь  $G$  — сила тяжести дерева;

$h$  — высота подъема предмета труда на рычаге до положения сброса в конек прицепа ПТМ.

Удельную грузовую работу механизма по этапам можно представить так:

$$\frac{A_1}{G} = R\omega \int_{t_0}^{t_1} \cos(\alpha_n + \omega t) dt = R [\sin(\alpha_n + \omega t_1) - \sin \alpha_n]; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{A_2}{G} = & \omega \int_{t_0}^{t_2} [R - S(t)] \cos(\alpha_0 + \omega t) dt = R [\sin(\alpha_0 + \omega t_2) - \sin \alpha_0] - \\ & - \frac{g}{4\omega} \left\{ f t_2 + \frac{f}{2\omega} [\sin 2(\alpha_0 + \omega t_2) - \sin 2\alpha_0] - \frac{1}{\omega} [\sin^2(\alpha_0 + \omega t_2) - \right. \\ & \left. - \sin^2 \alpha_0] \right\} - 0,5 [(C_1 e^{\omega t_2} - C_2 e^{-\omega t_2}) \cos(\alpha_0 + \omega t_2) + (C_1 e^{\omega t_2} + \\ & + C_2 e^{-\omega t_2} + 2R) \sin(\alpha_0 + \omega t_2) - (C_1 - C_2) \cos \alpha_0 - \\ & - (C_1 + C_2 + 2R) \sin \alpha_0]; \quad (2) \end{aligned}$$

$$\frac{A_3}{G} = \omega l \int_{t_0}^{t_3} \cos(\alpha_1 + \omega t) dt = l [\sin(\alpha_1 + \omega t_3) - \sin \alpha_1], \quad (3)$$

где  $S(t)$  — текущее значение перемещения дерева вдоль рычага на этапе скольжения\*;

$$S(t) = \frac{g}{2\omega^2} [f \cos(\alpha_0 + \omega t) - \sin(\alpha_0 + \omega t)] + C_1 e^{\omega t} + C_2 e^{-\omega t} + R;$$

$A_1, A_2, A_3$  — грузовая работа механизма на первом, втором и третьем этапах соответственно;

$g$  — ускорение свободного падения;

$l$  — расстояние от оси вращения рычага в вертикальной плоскости до упора (см. рис. 1);

$\omega$  — угловая скорость вращения рычага в плоскости подъема груза при установившемся режиме погрузки;

$f$  — коэффициент трения скольжения ствола о поверхность рычага;

$R$  — расстояние от оси вращения до точки контакта дерева с поверхностью рычага в начальной стадии погрузки;

$t_0$  — время начала этапов,  $t_0 = 0$ ;

$t_1, t_2, t_3$  — продолжительность этапов;

$\alpha_1, \alpha_0, \alpha_1$  — углы наклона рычага, соответствующие началу этапов;

$C_1, C_2$  — произвольные постоянные, определяемые из начальных условий погрузки.

Если в подынтегральной функции выражения (2) принять  $R = 0$ , а результат интегрирования умножить на  $f$ , то определим удельную работу силы трения в период скольжения  $\frac{A_T}{G}$ .

Фактическая грузовая работа механизма — сумма работ трех этапов

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_T.$$

Разность между  $A$  и  $A_{\Gamma}$  — кинетическая энергия дерева, которая расходуется на преодоление сил трения и сил инерции, возникающих при погрузке. Расчеты показали, что работа на преодоление сил инерции не превышает 0,03 % от  $A_{\Gamma}$ , т. е. эту составляющую энергозатрат в инженерных расчетах можно не учитывать.

\* Разработать перспективные технологические процессы в лесной промышленности на основе применения машин с автоматизированными манипуляторами. Проверка в производственных условиях технологического процесса заготовки деревьев, их погрузки и первичной транспортировки одной или двумя машинами с автоматизированными гидроманипуляторами, преимущественно на постепенных выборочных рубках с сохранением подроста и ухода за лесом: Отчет/ЛТА; Руководитель работы К. Н. Баринев; № ГР 01818006597.— Л., 1984.— 92 с.

Анализ выражений (1), (2) и (3) указывает на то, что коэффициент трения скольжения между погружаемым деревом и поверхностью рычага, при прочих равных условиях, определяет фактическую грузовую работу механизма.

На рис. 2 представлены расчетные графики-зависимости удельной энергоемкости погрузки от коэффициента трения скольжения (кривые 1—6), а также значение удельной полезной работы механизма (линия 7).

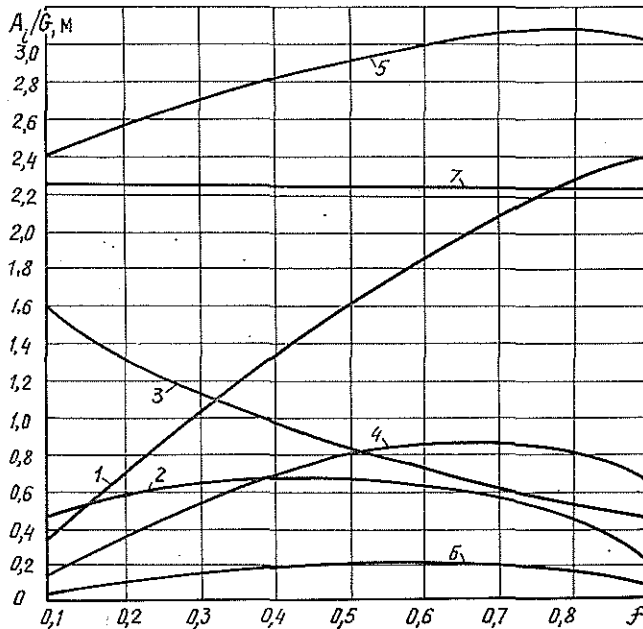


Рис. 2. Расчетные зависимости удельной энергоемкости погрузки от коэффициента трения скольжения.

$$1 - \frac{A_1}{G} = \Phi_1(f); \quad 2 - \frac{A_2}{G} = \Phi_2(f); \quad 3 - \frac{A_3}{G} = \Phi_3(f);$$

$$4 - \frac{A - A_{\Pi}}{G} = \Phi_4(f); \quad 5 - \frac{A}{G} = \Phi_5(f); \quad 6 - \left| \frac{A_T}{G} \right| = \Phi_6(f).$$

Расчеты проведены для конкретных параметров погрузочного устройства экспериментального образца ПТМ —  $R = 3,6$  м,  $\omega = 0,1$  1/с,  $\alpha_0 = \arctg f = 0,38$  рад. Длина рабочей поверхности консольной части рычага равна 1,3 м, а максимальный угол поворота рычага в вертикальной плоскости относительно горизонтального уровня равен 1,4 рад. За начальные условия погрузки, по аналогии с результатами полевых испытаний ПТМ, приняты:  $S_{1t=0} = 0$ ;  $\dot{S}_{1t=0} = 0$ ;  $\alpha_{\Pi} = 0$ .

Полученные зависимости позволяют сделать вывод, что при уменьшении  $f$  снижаются энергозатраты механизма при погрузке, а значит, и кинетическая энергия дерева в завершающей стадии скольжения.

Таким образом, снижение энергоемкости погрузки деревьев рычажным технологическим оборудованием лесных машин, уменьшение динамических нагрузок на детали и узлы рычажного погрузочного устройства могут быть достигнуты путем проведения технических мероприятий по уменьшению коэффициента трения скольжения между поверхностями предмета труда и рычага.