

В результате получено уравнение регрессии для фактических переменных:

$$\bar{y} = -123,073 + 2613,845 x_1 + 68,158 x_2 + 0,0695 x_3 - \\ - 1338,314 x_1 x_2 - 2,141 x_1 x_3 - 0,0427 x_2 x_3 + 1,0158 x_1 x_2 x_3.$$

Формула перехода от усилия торцевания, полученного на модельной установке в масштабе 1:10 к натуре,

$$F_n = F_m \cdot a_l^3 = F_m \cdot 1000,$$

где a_l — линейный масштаб, равный 10.

Проведенные исследования позволили установить степень влияния факторов на усилие торцевания пачек круглых лесоматериалов. Полученное уравнение регрессии адекватно описывает процесс выравнивания торцов пачек бревен, и его можно использовать для расчета усилия торцевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербakov В.А. Лесосплавные рейды. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — С. 78—80.
2. Борисов М.В., Козлов А.В. Исследование усилий торцевания пачек бревен // Тр. ВКНИИВОЛТ. — 1971. — Вып. 11. — С. 64—68.
3. Гончаренко Н.Т. Погрузка и выгрузка лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — С. 156—158.
4. Кожанов Д.И. Исследование процесса торцовки и переплотки пучков // Сб. науч. тр. ВКФУНИИлесосплава. — 1959. — Вып. 5. — С. 47—69.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
6. Пижурин А.А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 248 с.
7. Мазуренко А.П. О качестве укладки бревен в накопителе // Изв. вузов. Лесн. журн. — 1966. — № 6. — С. 67—72.
8. Лебедь С.С., Янковский Ю.В. Моделирование процесса формирования пакетов бревен // Механизация лесоразработок и транспорт леса. — Минск: Выш. шк., 1984. — Вып. 14. — С. 43—49.

УДК 634.323.7.001.6

С.С. ЛЕБЕДЬ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРАВНИВАНИЯ ТОРЦОВ ПАЧЕК БРЕВЕН

При формировании пакетов для сокращения времени простоя транспортных средств под погрузкой, а также для дальнейшей переработки круглых лесоматериалов необходимо выравнивание торцов пачек бревен. Это один из наиболее трудоемких процессов на лесных складах и лесоперевалочных предприятиях. Для механизации данного процесса нами предложено новое конструктивное решение — торцевывравнитель гравитационно-силового принципа действия [1] (рис. 1). Он состоит из совмещенной с неподвижным вертикальным щитом люльки 1, опорного коника 2, подвижного торцующего щита 3, груза-аккумулятора 4, соединенного с подвижным щитом 3 и приводом подъема (на рисунке не показан) трособлочной системой 5.

Работает устройство следующим образом. При включении электромеханического привода щит 3 отводится в правое заданное положение, а груз 4 одновременно поднимается в верхнее исходное положение, после чего система фиксируется тормозом. Устройство готово к выполнению работы по выравниванию торцов пачки бревен. При опускании пачки бревен 6 в люльку система снимается с тормоза. Опускающийся груз приводит в движение щит 3, который, пройдя путь разгона S_p , вступает во взаимодействие с торцами бревен пачки. С момента контакта с пачкой щит и груз проходят путь S_T , равный разбегу бревен в пачке, и система останавливается. Включается привод отвода щита 3 и подъема груза-аккумулятора. Одновременно с отводом щита пачка бревен удаляется из люльки. Цикл повторяется.

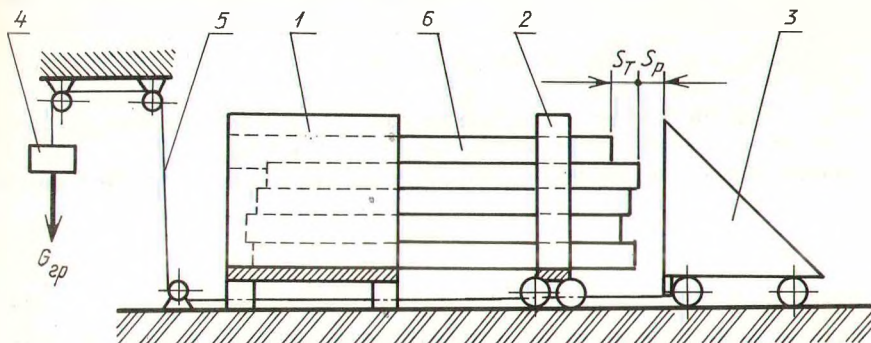


Рис. 1. Принципиальная схема торцевывравнивающего устройства.

В рабочей части цикла следует рассматривать две стадии неустановившегося движения системы тел.

Первая стадия — это неустановившееся движение связанных гибкой нерастяжимой нитью груза 4 и щита 3 на расстояние S_p . Путь разгона S_p необходим для накопления системой кинетической энергии, используемой для выравнивания торцов пачки бревен. Очевидно, увеличение S_p позволяет уменьшить массу груза, но в то же время ведет к увеличению высоты его подъема, которая ограничивается габаритами работающих на складе погрузочных средств.

Вторая стадия — это перемещение груза 4 со щитом 3 и контактирующими с последним бревнами, массу которых на пути S_T можно принять изменяющейся от 0 до массы пачки бревен. После прохождения пути S_T система останавливается из-за упора пачки бревен в неподвижный щит люльки. При этом происходит механический удар, численное значение которого зависит от массы системы и ее конечной скорости.

Рассматривая связь груза со щитом как гибкую нерастяжимую нить и пренебрегая силами трения в блоках и катках щита, математическую модель первой стадии движения системы можно представить в следующем виде:

$$d(m_{гр} v + m_{щ} v) = m_{гр} g dt, \quad (1)$$

где $m_{гр}$, $m_{щ}$ и v — соответственно массы груза-аккумулятора, подвижного

щита и скорость их движения; g — ускорение силы тяжести; t — время движения.

Поскольку в начальный момент система находилась в покое, а переменными, согласно уравнению (1), являются только v и t , после преобразований и решения получим

$$v_p = \sqrt{\frac{2 m_{gp} g S_p}{m_{gp} + m_{щ}}}, \quad (2)$$

где v_p — скорость движения механической системы груз — щит в конце пути разгона.

Математическую модель второй стадии движения, когда механическая система состоит из груза, щита и контактирующих с последним бревен, можно представить в виде

$$d((m_{gp} + m_{щ} + m) v) = (m_{gp} g - F) dt, \quad (3)$$

где m и F — соответственно масса бревен, контактирующих и перемещающихся со щитом, и сила сопротивления перемещению этих бревен.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что обе физические величины можно рассматривать как функции пути щита, т.е.

$$m = f_1(S), \quad (4)$$

$$F = f_2(S), \quad (5)$$

где S — путь, проходимый торцующим щитом во второй стадии движения и изменяющийся от 0 до S_T .

Вид функций $f_1(S)$ и $f_2(S)$ можно определить по опытным данным. С учетом функций (4) и (5) зависимость (3) примет вид

$$d((m_{gp} + m_{щ} + f_1(S)) v) = (m_{gp} g - f_2(S)) dt$$

или после некоторых преобразований

$$\frac{dv}{dS} = \frac{m_{gp} g - f_2(S) - f_3(S) v^2}{(m_{gp} + m_{щ} + f_1(S)) v}, \quad (6)$$

где

$$f_3(S) = \frac{d(f_1(S))}{dS}.$$

Следует иметь в виду, что модель (6) действительна и для торцевывывавателя с двумя подвижными щитами, однако в последнем случае под $m_{щ}$ следует понимать суммарную массу щитов.

Так как полученная математическая модель (6) движения системы во второй стадии процесса выравнивания торцов пачек бревен представляет собой дифференциальное уравнение $dv/dS = f(v, S)$, то ее можно решить одним из численных методов, например методом Эйлера. При этом расчетные формулы будут иметь следующий вид:

$$v_{i+1} = v_i + hf(v_i, S_i); S_{i+1} = S_i + h,$$

где шаг $h = (S_n - S_0)/n, i = 0, 1, 2, \dots, n-1$, т.е. вычисления по формулам выполняются n раз.

Для дифференциального уравнения (6) при $S_0 = 0$ и $S_n = S_T$ интервал решения будет $[0, S_T], v(S_0) = v_p$.

Как показали теоретические и экспериментальные исследования, функции (4) и (5) в первом приближении могут быть представлены в виде

$$f_1(S) = aS^l; \quad (7)$$

$$f_2(S) = bS^k, \quad (8)$$

тогда математическая модель (6) с учетом формул (7) и (8) примет вид

$$\frac{dv}{dS} = \frac{m_{rp}g - bS^k - aS^{l-1}v^2}{(m_{rp} + m_{щ} + aS^l)v} \quad (6')$$

Алгоритм решения задачи исследования процесса выравнивания торцов пачек бревен, включающий математические модели (2) и (6) или (2) и (6'), показан на рис. 2. Для его осуществления вводятся такие исходные данные, как $m_{rp}, m_{щ}, g, S_p$, а также S_0, n, S_n, a, b, l, k . Далее по формуле (2) вычисляется скорость движения механической системы груз-щит в конце пути разгона. Затем решаются дифференциальные уравнения (6) или (6') методом Эйлера. Полученные данные выводятся на печать.

Численные значения параметров a, l, b и k , входящие в выражения (6'), (7) и (8), зависят от размерно-качественных и физико-механических характеристик предметов труда — круглых лесоматериалов и определяются опытным путем.

Математическое моделирование процесса выравнивания торцов пачек бревен в устройствах гравитационно-электромеханического принципа действия позволяет решать задачи по оптимизации его параметров: массы груза-аккумулятора, габаритных размеров, мощности привода, обусловленного

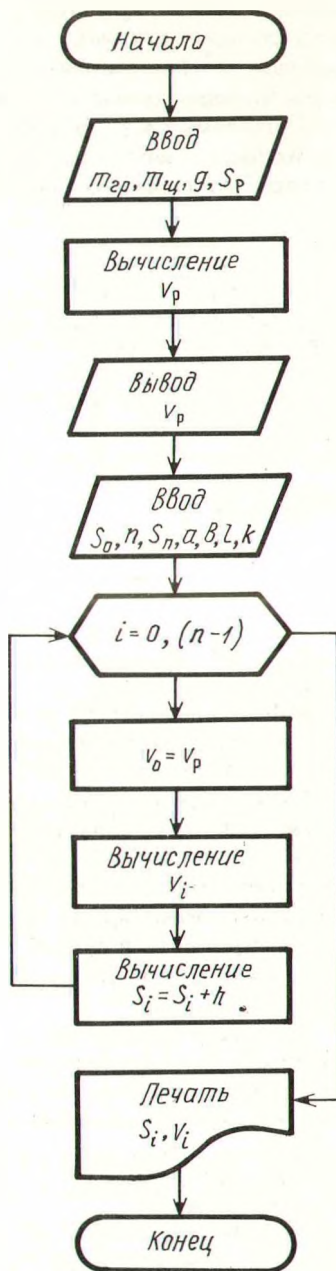


Рис. 2. Алгоритм решения задачи

массой груза-аккумулятора. Основными критериями оптимизации служат скорость схода в конце процесса торцевания и масса груза-аккумулятора, от которых зависят значения динамических нагрузок на конструкцию и мощность привода, а следовательно, металлоемкость и энергоемкость устройства.

Получаемые зависимости v и S , их аппроксимация позволяют решать ряд других задач, связанных как с разработкой конструкции устройства, так и с расчетом его производительности, эффективности применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедь С.С., Жарков Н.И., Барбарчик В.А. Торцевыравнивающая установка ТГС-10 // Механизация лесоразработок и транспорта леса. — Минск: Выш. шк., 1985. — Вып. 15. — С. 54–57.

УДК 634.243

А.П. МАТВЕЙКО, Л.Ф. ПОПЛАВСКАЯ,
М.К. ЯКОВЛЕВ

МАЛООТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ПРОРЕЖИВАНИЯХ И ПРОХОДНЫХ РУБКАХ

В настоящее время в Белоруссии при прореживаниях и проходных рубках наиболее широко применяется среднепосечная технология с заготовкой сортиментов на лесосеке и трелевкой их на верхний склад.

Валку, обрезку сучьев и раскряжевку осуществляют бензопилами, трелевку сортиментов — колесными тракторами с навесным трелевочным оборудованием. Обрубленные сучья собирают в кучи и сжигают. При такой технологии используют только стволовую часть, в результате чего теряется до 40 % наземной биомассы дерева. Кроме того, на очистку деревьев, сбор и сжигание сучьев затрачивается от 0,25 до 1,70 руб. на 1 м³ заготовленной древесины в зависимости от природно-производственных условий, объема хлыста и группы пород.

При такой технологии и механизации на прореживаниях и проходных рубках обеспечить рациональное и полное использование древесного сырья, как этого требует постановление ЦК КПСС и СМ СССР № 890 от 20 августа 1984 г. "Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов", не представляется возможным. В этой связи для прореживаний и проходных рубок разработаны пять технологических схем, предусматривающих полное использование вырубимой биомассы.

По *первой технологической схеме* производится заготовка деловых сортиментов, дров и зеленой щепы из сучьев. Технологический процесс состоит из семи операций: валки, трелевки деревьев за комли, очистки деревьев от сучьев на верхнем складе, раскряжевки на сортименты, штабелевки сортиментов, измельчения сучьев и вершин на щепу и вывозки щепы. По методике, предложенной М.О. Даугавиетисом [1], эту схему можно записать так: