

Пик давления  $p_m = 12$  МПа при быстротечном торможении обусловливает необходимость применения гидроаккумулятора и предохранительного клапана.

### Выводы

1. Процесс обработки вертикального дерева характеризуется неконсервативными системами (11), (12), (21), отражающими пуск, протяжку и торможение ствола. Диссипация гидропривода весьма мала, а собственная частота — велика,  $\nu \approx 17,5$  Гц (15). Благодаря высокому передаточному числу к рябухам ( $i_m = 21$ ), приведенные значения инертности дерева (8) снижаются на два порядка, а усилия срезания мутовок (4), (6) — на один порядок.

2. Представляется возможной квазиоптимальная равномерная протяжка дерева  $\varphi_m \approx \omega_n t$  (19), несмотря на мощные колебания давления в гидроприводе. Быстротечные параболические процессы пуска и торможения сопровождаются экстремумами давлений, причем во втором случае уровень пика вдвое выше первого.

3. Эффективность гидропривода повышается включением гидроаккумулятора и предохранительного клапана. Его жесткость необходимо снижать по условию  $\nu \approx 1,6\omega_1$  или еще лучше  $\nu \leq \omega_1/2$ .

Поступила 9 февраля 1989 г.

УДК 630\*378.3

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЛЕСОПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛОТКОВ С ВОДОБОЙНЫМИ СТЕНКАМИ

А. А. БИБЕЛЬНИК, А. А. ЗАЙЦЕВ, Б. А. БИБЕЛЬНИК

Гипролестранс

Ленинградская лесотехническая академия

ЦНИИлесосплава

Изучению вопросов определения лесопропускной способности лотков для транспорта леса посвящено большое число работ. Известные в инженерной практике конструкции лотков применяют только для молевого лесосплава, так как их использование для транспорта леса в пучках неэффективно по ряду причин. Основные из них — потребность в значительных затратах воды на лесосплав, большая протяженность лотков и сложность эксплуатации, особенно при перевалке леса через средние и высоконапорные гидроузлы.

В 1982 г. Гипролестрансом была предложена новая конструкция лесоперевалочного сооружения для транспорта леса в пучках, представляющая лоток с установленными на его дне водобойными стенками криволинейного очертания. На основании экспериментальных исследований и проектных проработок доказана техническая возможность и экономическая целесообразность внедрения этих лотков, обеспечивающих высокоэффективную, ресурсосберегающую и экологически чистую технологию лесоперевалочных работ. В настоящей статье приведены расчетные зависимости для определения лесопропускной способности лотков с водобойными стенками и методика выполнения этих расчетов.

Надежный и стабильный процесс лесоперевалочных работ при транспорте леса в пучках по лоткам с водобойными стенками может быть организован при определенных условиях. Эти условия, служащие

в качестве предпосылок и положенные в основу расчетов лесопропускной способности, сводятся к следующему.

Условие 1. Подача пучков к отверстию головного сооружения лотка должна быть непрерывной и поинтервальной, обеспечивать их автономное движение вольницей по всей длине транзитной части лотка.

Это условие, регламентирующее минимальный интервал времени подачи пучков к отверстию головного сооружения, в аналитической форме может быть записано следующим образом:

$$\Delta t_{min} = S \left( \frac{1}{\bar{v}_{min}} - \frac{1}{\bar{v}_{max}} \right). \quad (1)$$

При этом минимальный расчетный интервал времени подачи пучков и расчетную скорость их подачи определяют по формулам

$$\Delta t_{pmin} = k \Delta t_{min}; \quad (2)$$

$$v_p = \frac{l_n}{k \Delta t_{min}}, \quad (3)$$

- где  $\Delta t_{min}$  — разница во времени движения пучков равного объема, но разных групп (длина пучков 4,5 ... 6,5 м, коэффициент формы 1,5 ... 2, коэффициент полндревесности 0,69 ... 0,71, плотность 0,80 ... 0,85 т/м<sup>3</sup>) по транзитной части лотка, с;
- $S$  — длина транзитной части лотка, м;
- $\Delta t_{pmin}$  — минимальный расчетный интервал времени подачи пучков к отверстию головного сооружения лотка, с;
- $k = 1,1 \dots 1,15$  — коэффициент запаса, обеспечивающий поинтервальный выход пучков с концевой (сбросной) участка лотка;
- $v_p$  — расчетная скорость подачи пучков к отверстию головного сооружения лотка, м/с;
- $l_n$  — длина пучка, м;
- $\bar{v}_{min}, \bar{v}_{max}$  — средняя минимальная и максимальная скорости движения пучков равных объемов разных групп по транзитной части лотка, м/с.

Численные значения средних скоростей движения пучков по транзитной части лотка, полученные по данным лабораторных исследований, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Объем пучка, м <sup>3</sup>	Средняя скорость, м/с	
	минимальная	максимальная
10	2,06	2,13
15	2,10	2,20
20	2,25	2,40
25	2,40	2,60

Таблица 2

$i$	$\left( \frac{l_{ст}}{h_{ст}} \right)_{пред}$
0,03	14
0,04	12
0,05	10

Значения  $\bar{v}_{min}$  и  $\bar{v}_{max}$  (табл. 1) не зависят от уклона дна лотка  $i$  при соблюдении указанного в табл. 2 соотношения  $\left( \frac{l_{ст}}{h_{ст}} \right)_{пред}$ , полученного по данным лабораторных исследований.

Условие 2. Лесопропускная способность головного сооружения лотка ( $N_{г.с.л}$ , м<sup>3</sup>/ч) не должна превышать лесопропускную способность его транзитной части ( $N_{т.ч.л}$ , м<sup>3</sup>/ч)

$$N_{г.с.л} < N_{т.ч.л} \quad (4)$$

Лесопропускную способность головного сооружения лотка можно определить по формуле

$$N_{г.с.л} = \frac{3600}{\Delta t_{pmin}} W \quad (5)$$

либо

$$N_{г.с.л} = 3600 \eta v_p \frac{W}{l_p}, \quad (6)$$

где  $W$  — объем пучка, м<sup>3</sup>;  
 $\eta$  — длина линий движения пучков;  
 $l_p$  — длина пучка, м.

Лесопропускную способность транзитной части лотка находят по формуле

$$N_{т.ч.л} = \frac{3600u}{\Delta S} W \eta \varphi \quad (7)$$

либо

$$\Delta S = \bar{v}_{min} \Delta t_{pmin}; \quad (8)$$

$$\Delta S = kS \left( 1 - \frac{\bar{v}_{min}}{\bar{v}_{max}} \right); \quad (9)$$

$$u = \frac{\bar{v}_{min} + \bar{v}_{max}}{2}, \quad (10)$$

где  $u$  — средняя скорость движения пучков равного объема заданной группы, м/с;  
 $\Delta S$  — расстояние между пучками на транзитной части лотка в начальный момент их пуска, м;  
 $\varphi = 1$ , если движение пучков происходит поинтервально непрерывной цепочкой.

Навигационный резерв лесопропускной способности лотка (м<sup>3</sup>) определяют по формуле

$$N_{р.н} = N_{г.с.л} (8n - t) T, \quad (11)$$

где  $n$  — число рабочих смен в сутки;  
 $T$  — навигационный период перевалки леса, сут;  
 $t$  — число часов работы лотка в сутки для перевалки навигационного грузооборота, равное отношению необходимой суточной производительности перевалочного узла к расчетной лесопропускной способности лотка.

Для выполнения сплавотехнических расчетов должны быть известны: длина лотка  $S$ , м; уклон дна лотка  $i$  и соответствующее ему значение  $\left( \frac{l_{ст}}{h_{ст}} \right)_{пред}$  по табл. 2; расчетный перепад уровней верхнего и нижнего бьефов  $z$ , м; характеристика пучков: объем, длина, коэффициенты формы и полндревесности, плотность; технологическая схема организации рейдовых работ по подаче пучков к отверстию головного сооружения лотка; навигационный объем перевалочного узла, м<sup>3</sup>; навига-

онный период перевалки леса  $T$ , сут; число часов работы лотка в сутки для перевалки навигационного грузооборота  $t$ , ч; число рабочих смен в сутки  $n$ .

### Порядок расчета

1. При известной длине лотка  $S$  и средней скорости движения пучка  $\bar{v}_{min}$  и  $\bar{v}_{max}$  (табл. 1) по формуле (1) находят

$$\Delta t_{min} = S \left( \frac{1}{\bar{v}_{min}} - \frac{1}{\bar{v}_{max}} \right).$$

2. По формуле (2) определяют

$$\Delta t_{pmin} = k \Delta t_{min};$$

а по формуле (3)

$$v_p = \frac{l_n}{k \Delta t_{min}},$$

техническая возможность обеспечения которой в каждом конкретном случае должна быть обоснована запроектированной технологической схемой механизации рейдовых работ с учетом гидрологических условий на акватории рейда.

При размещении рейда и головного сооружения лотка на бесскоростном участке акватории водохранилища, организации рейдовых работ средствами малой механизации с использованием катеров в сочетании с ручной подачей для продвижения пучков, полученная по формуле (3) расчетная скорость подачи пучков ( $v_p$ ) не должна превышать

Таблица 3

Объем пучка, м <sup>3</sup>	Принудительная скорость подачи, м/с
10	0,25...0,30
15	0,20...0,25
20	0,15...0,20
25	0,12...0,15

значений принудительной скорости подачи ( $v_n$ ), приведенных в табл. 3.

Если  $v_p > v_n$ , то:

а) необходимо запроектировать такую механизацию рейдовых работ, которая обеспечивает полученное по формуле (3) значение скорости подачи пучков. При этом длина лотка, уклон его дна и отношение  $\left(\frac{l_{cr}}{h_{cr}}\right)_{пред}$  неизменны и соответствуют исходным данным задачи;

б) если рейдовые работы выполняют средствами малой механизации, то значение скорости подачи пучков следует взять по данным табл. 3, приняв  $v_p = v_n$ , и определить по формуле (3) новое значение

$$\Delta t_{min} = \frac{l_n}{k v_n}$$

и по формуле (2) соответствующее ему значение

$$\Delta t_{pmin} = k \Delta t_{min}.$$

Затем определяют длину лотка по формуле (1), уклон дна лотка

$$i = \frac{z}{S} \quad (12)$$

и соответствующее ему значение  $\left(\frac{l_{cr}}{h_{cr}}\right)_{пред}$  по табл. 2.

3. По формулам (5) или (6) получают лесопропускную способность головного сооружения лотка.

4. По формуле (7) определяют лесопропускную способность транзитной части лотка. Для этого предварительно находят

$$\Delta S = kS \left( 1 - \frac{\bar{v}_{min}}{\bar{v}_{max}} \right) \text{ и } \dot{u} = \frac{\bar{v}_{min} + \bar{v}_{max}}{2}.$$

5. Проверяют выполнение условия (4).

6. По формуле (11) определяют навигационный резерв лесопропускной способности лотка.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бибельник А. А. Гидравлический способ транспортирования леса через гидроузлы и исследование устройства для его осуществления // Сб. тр. / ЦНИИлесосплава.— М.: Лесн. пром-сть, 1986.— С. 83—90. [2]. Пятакин В. И., Дмитриев Ю. Я., Зайцев А. А. Водный транспорт леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1985.— 335 с.

Поступила 6 марта 1989 г.

УДК 630\*377.1 : 621.869.7

### ОБ УСТОЙЧИВОСТИ И КОЭФФИЦИЕНТЕ УПЛОТНЕНИЯ УПОРЯДОЧЕННОЙ СТРУКТУРЫ ШЕРОХОВАТЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Д. Г. ШИМКОВИЧ

Московский лесотехнический институт

Изучение вопроса о коэффициенте уплотнения пакета круглых лесоматериалов позволяет оценить точность различных методов определения объема круглых лесоматериалов, а также исследовать процесс деформирования штабеля.

Приняты допущения, что лесоматериалы являются абсолютно твердыми круглыми цилиндрическими телами равной длины  $L$ , имеют одинаковый радиус  $r$  и упорядоченную структуру взаимного расположения. В этом случае может быть шесть, пять, четыре, три и две точки контакта каждого тела с соседними. В [1] показано, что вероятность образования структур с шестью, пятью и двумя контактами существенно меньше, чем с тремя и четырьмя, поэтому в дальнейшем будем рассматривать наиболее вероятные структуры с тремя и четырьмя контактами.

Определим коэффициент уплотнения каждой структуры. Для этого рассмотрим элементарные ячейки (на рис. 1 заштрихованы), представляющие собой шести- и четырехгранные призмы, соответственно, для трех- и четырехконтактных структур. Величины, относящиеся к трехконтактной структуре, будем отмечать индексом 3, к четырехконтактной — индексом 4.

Нетрудно установить объемы призм

$$V_3 = 4r^2L [\sin \alpha + 2 \sin (\alpha/2)]; \quad V_4 = 4r^2L \sin \alpha.$$

Сечения тел, заключенных внутри элементарных призм, представляют собой сектора радиуса  $r$ , сумма углов при вершине которых равна  $4\pi$  для трехконтактной и  $2\pi$  для четырехконтактной структур, как сумма внутренних углов шести- и четырехугольников, соответственно (рис. 1). Тогда суммарные площади секторов тел в сечении призм в соответствии с формулой для площади сектора

$$S_3 = r^2 (4\pi)/2 = 2\pi r^2; \quad S_4 = r^2 (2\pi)/2 = \pi r^2,$$