

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*378.34

ИСКУССТВЕННЫЙ ПОДПЛАВ  
ДЛЯ РЕК СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА

В. Я. ХАРИТОНОВ, И. И. ДОЛГОВА

Архангельский лесотехнический институт

В лесных массивах, примыкающих к речным системам северо-западного региона, запасы древесины хвойных пород существенно истощены при наличии и увеличении лесонасаждений лиственных пород. Эксплуатация массивов лиственной древесины сдерживается отсутствием путей сухопутной транспортировки леса и отработанных технологий лесосплава, предотвращающих потери лесоматериалов в пути.

На кафедре водного транспорта леса и гидравлики АЛТИ разработаны конструкции лесосплавных пучков из бревен лиственных и тонкомерных хвойных пород с подплавами оригинальных конструкций [1].

В таком лесосплавном пучке бревна соединены обычными пучковыми обвязками, а подплав в виде канатов уложен вдоль пучка в пазы между бревнами или поперек пучка (рис. 1).

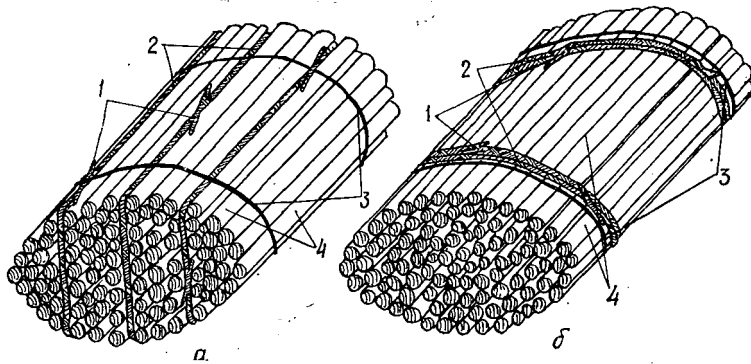


Рис. 1. Лесосплавной пучок с наружным продольным (а) и поперечным (б) подплавами: 1 — узел соединения; 2 — канатный подплав; 3 — обвязка; 4 — бревно

Каждая секция подплава (рис. 2) состоит из полипропиленового полого плетеного каната, заполненного полимером (пенополистиролом) с закрытыми порами. Фиксаторами выделены участки каната, не заполненные полимером. Они используются для образования соединительных узлов в процессе подготовки пучка или для соединения пучков в линейки под общим лежнем, а также подплавов перед их возвратом и бухтованием.

В целях обоснования параметров таких подплавов ниже приведена методика расчета необходимого запаса их плавучести.

Вариант 1. Подплав располагается вдоль пучка (см. рис. а). Предполагается, что пучок вместе с подплавом полностью погружен в воду. Его объем определяется по формуле

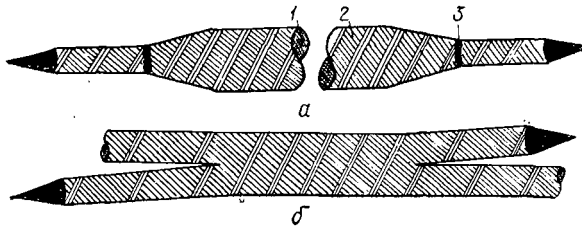


Рис. 2. Секция подплава (а) и узел соединения секции (б): 1 — пенополистирол; 2 — полый плетеный канат; 3 — фиксаторы

$$V = V_{др} + V_{п}, \quad (1)$$

где  $V_{др}$  — объем древесины в пучке;  
 $V_{п}$  — объем подплава,

$$V_{п} = \frac{\pi d^2}{4} nL, \quad (2)$$

$d$  — диаметр подплава;  
 $n$  — число ветвей подплава в поперечном сечении;  
 $L$  — длина звеньев подплава по периметру пучка,

$$L = 2(l_{п} + H); \quad (3)$$

$l_{п}$  — длина пучка;  
 $H$  — высота пучка,

$$H = T \frac{\rho_{в}}{\rho_{др}} \frac{1}{\eta}; \quad (4)$$

$T$  — осадка пучка;  
 $\rho_{в}$  — плотность воды,  $\rho_{в} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $\rho_{др}$  — плотность древесины;  
 $\eta$  — коэффициент пропорциональности  $T$  и  $H$ ,  $\eta = 0,94$ .

Например, для березы в свежесрубленном состоянии  $\rho_{др} = 950 \text{ кг/м}^3$  [2], тогда

$$H = \frac{1000}{950} \frac{T}{0,94} = 1,12T. \quad (5)$$

После преобразований получаем

$$V_{п} = \frac{\pi d^2}{2} n(l_{п} + 1,12T). \quad (6)$$

Вес пучка с подплавом определяем по формуле

$$P = P_{др} + P_{п},$$

где  $P_{др}$  — вес древесины в пучке,

$$P_{др} = V_{др} \rho'_{др} g;$$

$\rho'_{др}$  — плотность древесины, при которой она начинает тонуть (принимаям  $\rho'_{др} = \rho_{в}$ );

$P_{п}$  — вес подплава,

$$P_{п} = V_{п} \rho_{п} g;$$

$\rho_{п}$  — плотность подплава.

Тогда

$$P = (V_{др}\rho'_{др} + V_n\rho_n)g. \quad (7)$$

Выталкивающую (архимедову) силу находим по формуле

$$P_a = V\rho_v g = (V_{др} + V_n)\rho_v g. \quad (8)$$

Сила запаса плавучести

$$P_3 = P_a - P = (V_{др} + V_n)\rho_v g - V_{др}\rho'_{др}g - V_n\rho_n g.$$

После преобразований при  $\rho'_{др} = \rho_v$  имеем

$$P_3 = V_n g (\rho_v - \rho_n). \quad (9)$$

Для рассматриваемого примера с учетом (5) формула (9) принимает вид

$$P_3 = \frac{\pi d^2}{2} gn (l_n + 1,12T)(\rho_v - \rho_n). \quad (10)$$

Используя эту формулу можно решить ряд практических задач.

Обычно длина пучка известна (для часто встречающихся случаев примем  $l_n = 6,5$  м), а его осадка  $T$  обусловлена минимальной сплавной глубиной (для условий р. Пинеги  $T = 1,2$  м). Необходимую силу запаса плавучести пучка можно принять  $P_3 = 1000$  Н, а плотность пенополистирола  $\rho_{пс} = 35$  кг/м<sup>3</sup>.

Из формулы (10) определяем диаметр подплова при  $n = 3$ :

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 9,81 \cdot 3 (6,5 + 1,12 \cdot 1,2)(1000 - 35)}} = \sqrt{0,0029} = 0,054 \text{ м.}$$

Такой подплав может быть получен при заполнении плетеного полипропиленового каната диаметром 24 мм полимером под давлением.

При заданном диаметре канатов  $d$  по формуле (10) можно найти их число  $n$ .

Вариант 2. Подплав располагается поперек пучка (см. рис. 1, б). Расчетная схема приведена на рис. 3. Периметр поперечного сечения пучка принимаем за эллипс, полуоси которого  $a$  и  $b$  — половины значений ширины и высоты пучка.

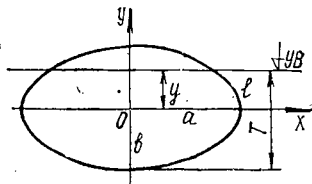


Рис. 3. Схема для расчета длины обвязок

Длину обвязки  $l$  на элементарном участке длиной  $dl$  определяем из формулы

$$dl = \sqrt{dx^2 + dy^2}.$$

Так как для эллипса

$$dx = -\left(\frac{a}{b}\right)^2 \frac{y}{x} dy, \quad (11)$$

то

$$dl = \sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^4 \frac{y^2}{x^2} dy^2 + dy^2} = \sqrt{\frac{a^4}{b^4} \frac{y^2}{x^2} + 1} dy.$$

или

$$dl = \sqrt{\left(\frac{a}{b}\right)^4 \frac{y^2}{a^2(1-y^2/b^2)} + 1} dy = \sqrt{\frac{a^2}{b^2} \frac{y^2}{b^2 - y^2} + 1} dy.$$

Отсюда

$$l = \int_{y_1}^{y_2} \sqrt{\frac{a^2}{b^2} \frac{y^2}{b^2 - y^2} + 1} dy \quad (\text{где } y_1 = 0, y_2 = T - b). \quad (12)$$

Длина подплава под водой

$$L_{п.в} = \frac{\pi}{2}(a + b) + 2l \quad (13)$$

или, с учетом (12), для подплава из  $n$  ветвей

$$L_n = n \left[ \frac{\pi}{2}(a + b) + 2 \int_0^{T-b} \sqrt{\frac{a^2 y^2}{b^2(b^2 - y^2)} + 1} dy \right]. \quad (14)$$

В практике плотового лесосплава чаще задана осадка пучка  $T$ . Выражаем полуоси  $a$  и  $b$  через  $T$ . Из зависимости (4), где  $H = 2b$ ,  $\rho_{др}/\rho_{в} = \delta$  — относительная плотность бревен, имеем

$$b = T/2\delta\eta. \quad (15)$$

Известно, что  $a/b = c$  — коэффициент формы пучка, откуда

$$a = bc = cT/2\delta\eta. \quad (16)$$

Учитывая (15) и (16), после преобразований получаем расчетную формулу для нахождения длины подплава

$$L_n = n \left[ \frac{\pi}{4\delta\eta}(c + 1)T + 2 \int_0^{T(1-1/2\delta\eta)} \sqrt{\frac{c^2 y^2}{T^2 - 4\delta^2 \eta^2 - y^2} + 1} dy \right]. \quad (17)$$

Сила запаса плавучести полностью погруженного в воду подплава круглого поперечного сечения при осадке пучка  $T$

$$P = L_n \frac{\pi d^2}{4} g (\rho_{в} - \rho_{п}). \quad (18)$$

Задавая габариты пучка и его осадку, по формуле (17) можно определить длину подплава, находящегося под водой. Имея эти данные, задавая значение силы запаса плавучести, из уравнения (14) находим при известном числе ветвей диаметр подплава, либо при выбранном диаметре обвязки — число ветвей.

Для решения интеграла (12) разработана программа на языке Паскаль для ПЭВМ IBM PC XT. В качестве примера рассчитан диаметр обвязки при следующих исходных данных:  $P_3 = 1000$  Н,  $c = 1,5$  и  $2,0$ ;  $T = 1,2$  и  $1,5$  м;  $\delta = 0,8$  и  $0,9$ ;  $\eta = 0,95$ ;  $n = 3$  и  $6$ . Он получен в пределах  $6 \dots 10$  см.

Расчеты показывают, что реально применимы оба варианта расположения подплава. Для практической реализации требуется отработка технологии изготовления его секций, наложения на пучок при сплотке и возврата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Заявка № 4665050/11 МКИ В 65 G 69/20. Лесосплавной пучок / В. Я. Харитонов, М. Н. Маглич.— Заявл. 21.03.89; Опубл. 30.05.91. [2]. Справочник по водному транспорту леса / Под ред. В. А. Щербакова.— М., Лесн. пром-сть, 1986.— 384 с.

Поступила 14 апреля 1992 г.

УДК 630\*377.44.001.2

## ПРОХОДИМОСТЬ ГУСЕНИЧНЫХ ТРЕЛЕВОЧНЫХ ТРАКТОРОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Н. Н. СМИРНОВ, В. Д. ЕСАФОВ

Архангельский лесотехнический институт

Изменившиеся в последние годы условия эксплуатации трелевочных тракторов в Архангельской области привели к снижению их проходимости. Мощный снежный покров зимой и низкая несущая способность грунтов на делянках в весенний и осенний периоды сделали вынужденной трелевку на тросе лебедки. В результате снизилась производительность тракторов, резко возросли отказы лебедки, простои машин в текущем ремонте, расход запасных частей, стоимость технического обслуживания.

Так как большинство многооперационных лесосечных машин выпускается на базе трелевочных тракторов Онежского и Алтайского тракторных заводов (ОТЗ и АТЗ), то повышение проходимости базовых агрегатов оказывает значительное влияние на работу лесозаготовительной техники.

В настоящее время нет общепринятых показателей оценки проходимости гусеничных трелевочных тракторов. Производят ее с учетом условий реализации тяговых и опорных качеств, а также геометрических параметров ходовой системы. В первом случае в качестве показателя проходимости используют значение среднего статического давления трактора на грунт, во втором — дорожный просвет — расстояние от днища трактора до поверхности земли. При движении по слабым грунтам иногда применяют показатель относительного запаса силы тяги по сцеплению. Но поскольку он сильно зависит от сцепления гусениц с грунтом и коэффициента сопротивления движению, то может быть использован лишь для сравнительной оценки проходимости машин в процессе испытаний на одинаковых трелевочных волоках.

Применяемые показатели очень приближенно характеризуют проходимость машин. Анализируя их, приходим к выводу, что чем больше дорожный просвет и меньше среднее статическое давление на грунт, тем выше должна быть проходимость машины. Однако с этим трудно согласиться, если исходить из понятия проходимости как способности машины преодолевать труднопроходимые участки трелевочного волока, сохраняя достаточную среднюю скорость движения, обеспечивающую выполнение дневного задания на трелевке.

Рассмотрим показатель давления на грунт. Он определяется отношением веса трактора к площади опоры двух гусениц в статике. Известно, что эпюра нагрузок на грунт значительно изменяется вдоль опорной поверхности. Поэтому образование колес зависит от усилий под опорными катками. Передвижение катков по гусенице вызывает возрастание давления в любой точке опорной поверхности, особенно при движении с грузом. В этом случае давления под катками постоянно изменяются, вызывая интенсивное образование колес на мягких грунтах. При этом максимальное давление может быть выше среднего более чем в 2,5 раза.