



УДК 630*33

М.М. Овчинников, Д.М. Шварц

Овчинников Михаил Михайлович родился в 1930 г., окончил в 1954 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водного транспорта леса и гидравлики С.-Петербургской лесотехнической академии, академик РАЕН. Имеет более 80 печатных работ в области совершенствования технологии водного транспорта леса, разработки перспективных экологически безопасных технологических схем водного транспорта леса на базе лесотранспортных и гидротехнических модулей, гидродинамики плотового лесосплава, расчета лесосплавных гидротехнических сооружений.



Шварц Дамир Михайлович родился в 1931 г., окончил в 1956 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры водного транспорта леса и гидравлики С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет более 100 печатных трудов по вопросам совершенствования технологии и оборудования водного транспорта леса.



О ПРОЧНОСТИ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПУЧКОВ

На основе аналитического исследования получены зависимости для определения прочности лесосплавных пучков с различными коэффициентами формы. Приведен метод, позволяющий сравнивать прочность пучков с обвязками из различных материалов.

Ключевые слова: пучок, обвязки, напряжение, прочность.

При транспортировке плотов пучки подвергаются воздействию сил волн и ветра, сил удара о соседние пучки и другие возможные препятствия. Под действием этих сил возникают два вида разрушений: выход бревен из пучка, влекущий его размолвку без разрыва обвязок, и разрушение пучка в результате разрыва обвязок.

Соппротивление выходу бревен из пучка зависит от сил трения между отдельными бревнами, а также между бревнами и обвязками. Разрыв обвязок предотвращают, обеспечивая их необходимую прочность.

Интенсивность взаимного давления бревен в пучке находят по формуле

$$F = P/R, \quad (1)$$

где F – удельная сила давления обвязки на пучок, кН/м;

где $Q = fl\rho\gamma_d$;

f – геометрическая площадь поперечного сечения пучка, м²,

$$f = \frac{W}{l\rho} = \pi \frac{a^2}{c}; \quad (6)$$

l – длина бревен в пучке, м;

ρ – коэффициент полндревесности пучка;

W – объем пучка в плотной массе, м³.

Выразим a из формулы (6):

$$a = \sqrt{\frac{fc}{\pi}}. \quad (7)$$

Подставляя сюда K и a из формул (4) и (5), получаем

$$F = \frac{0,063(1 - \gamma_0^2)Q}{c^{2,5} \sqrt{\frac{f}{\pi}}}. \quad (8)$$

При определении величины F в формулу (8) подставляют значение коэффициента формы c для плавающих пучков, который существенно влияет на силу давления обвязки на пучок в точках A и B и, следовательно, на прочность пучка.

Пример. Значения удельной силы давления двух обвязок на пучок в точках A и B при различных c , $\gamma_0 = 0,7$, $Q = 210$ кН, $\rho = 0,74$, $l = 6,0$ м следующие:

c ,	F , кН/м	c ,	F , кН/м
1,0	4,59	2,5	0,41
1,5	1,67	3,0	0,29
2,0	0,81		

Учитывая коэффициенты трения бревен различных пород друг о друга и об обвязку, можно определить их сопротивление выходу из пучка.

Силу F можно также считать критерием прочности пучков при сравнении различных способов их сплотки и обвязки.

Рассмотрим зависимость коэффициента полндревесности пучка от коэффициентов его формы. Принимаем обвязку нерастяжимой (проволока) и плотно прижатой к пучку.

Поперечное сечение пучка в плотной массе

$$f_{пл} = \pi b^2 c\rho. \quad (9)$$

Выразим b^2 через периметр пучка Z :

$$b^2 = \frac{Z^2}{\pi^2 (c+1)^2},$$

где Z – длина обвязки, принятая равной периметру пучка, м.

Подставив b^2 в формулу (9), получим зависимость для определения полндревесности пучка:

$$\rho = \frac{f_{\text{ie}} \pi (1+c)^2}{Z^2 c}. \quad (10)$$

Для нахождения конечного значения коэффициента формы плавающего пучка с упругими обвязками необходимо знать начальное Z_1 (в сплottedном устройстве) и конечное Z_2 (в пункте приплава) значения длин обвязок.

Величину Z определяют при начальных значениях c и ρ (пучок в сплottedном устройстве). В расчетах принимаем $c_1 = 1,1$; $\rho_1 = 0,7$, что подтверждается многочисленными замерами этих величин в натуральных условиях на сплottedных машинах ЛР-21 и ЛР-22.

Из (10) длина обвязки пучка

$$Z = \sqrt{\frac{f_{\text{ie}} \pi}{\rho_1 c_1}}. \quad (11)$$

Для упругих обвязок следует найти необходимую величину их укорочения при уплотнении и изменении формы пучка в процессе вывода его из сплottedного устройства. Необходимое укорочение длины обвязки на пучке можно обеспечить ее предварительным натяжением.

Укорочение обвязки выражаем через коэффициент уменьшения периметра пучка λ :

$$\lambda = \frac{Z_2}{Z_1}, \quad (12)$$

где Z_1, Z_2 – длина упругой обвязки после уплотнения пучка соответственно в сплottedном устройстве и после вывода из него, м.

По нашим опытным данным, максимальное уплотнение бревен в пучке может достигать 5,7 %, при этом $\lambda = 0,972$, что соответствует [2]. При укорочении упругих обвязок ширина пучка остается неизменной, а уплотнение происходит за счет уменьшения высоты пучка. В идеальном случае при $c = \text{const}$ ширина пучка должна бы уменьшаться, однако поскольку силы отпора бревен в пучке на порядок больше его распора, то достигнуть этого за счет упругости обвязок практически невозможно.

Необходимое удлинение обвязки при ее предварительном натяжении

$$\Delta Z = Z_1 - Z_2,$$

тогда, с учетом (12),

$$\Delta Z = Z_1(1 - \lambda).$$

Заменив в формуле (12) Z_1 и Z_2 их значением $Z = \pi a \left(\frac{1}{c} + 1 \right)$ и допуская, что ширина пучка и соответственно величина a не изменяется, после несложных преобразований получим выражение для определения коэффициента формы свободно плавающего пучка:

$$c_2 = \frac{1}{\lambda \left(1 + \frac{1}{c_1} \right) - 1}. \quad (13)$$

Определяя значение c_2 по формуле (13) и подставляя его в формулу (8), можно рассчитать силу давления обвязки на пучок в точках A и B при использовании упругого обвязочного материала, например резинотканевой ленты.

Рассмотрим пучок с теми же параметрами, что и в предыдущем примере, в случае использования обвязки из проволоки и резинотканевой ленты. Для пучка, обвязанного проволокой, ее периметр, согласно формуле (11), равен 9,48 м, а коэффициент формы c_2 плавающего пучка, вычисленный по формуле (10), – 1,62. Удельная сила давления обвязок на пучок в точках A и B составит 1,38 кН/м.

Для пучка с обвязками из резинотканевой ленты коэффициент формы c_2 , вычисленный по формуле (14), равен 1,17. Необходимое предварительное натяжение $\Delta Z = 0,265$ м. Удельная сила давления обвязок на пучок в точках A и B равна 3,10 кН/м.

Как видно, из двух с одинаковыми начальными параметрами пучков обвязанный резинотканевой лентой будет сопротивляться размолеванию в 2,25 раза сильнее, чем при использовании проволоки.

Выводы

1. Формула (8) устанавливает количественную зависимость давления обвязок на плавающий пучок и дает возможность оценить прочность пучка в зависимости от коэффициента его формы.

2. Представленные зависимости позволяют проводить сравнительный анализ прочности пучков с обвязками из различных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Меркин Д.Р. К вопросу определения натяжения в обвязке и формы пучка // Науч. тр. / ЛТА. – Л., 1961. – № 96.
2. Щербаков В.А. Лесосплавные рейды. – М.: Лесн. пром-сть, 1979.

С.-Петербургская лесотехническая академия

Поступила 10.04.02

M.M. Ovchinnikov, D.M. Shvarts

On Strength of Wood Floating Bundles

Dependencies for determining strength of wood floating bundles with different form coefficients have been derived based on the analytical research. A method is provided allowing to compare the bundles' strength with binders of different materials.