

с приведенными в литературе зависимости для определения объемов стволов и их центров тяжести.

### Л и т е р а т у р а

1. Бюсген М. Строение и жизнь наших лесов. М., 1961.
2. Боярский В.С. Объемы круглых лесоматериалов. Киев, 1969.
3. Полищук А.П. Определение веса и положения центра тяжести дерева. — Труды ЦНИИМЭ, 1968, № 86.

УДК 634.0.377.621.869

М.В. Макушинский,  
М.В. Ходосовский (канд.техн.наук)

### ВЛИЯНИЕ РАСКОМЛЕВКИ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ И ИХ СБЕГА НА ВМЕСТИМОСТЬ ВАГОНОВ

В настоящее время погрузка круглых лесоматериалов в вагоны МПС на лесных складах леспромхозов производится пачками без раскомлевки сортиментов в них. Это обусловлено раскряжкой хлыстов с комля и последующим продольным перемещением сортиментов без их разворота на сортировочных технологических потоках. Вследствие этого существующие способы формирования погружаемых пачек круглых лесоматериалов не позволяют уменьшить отрицательное влияние сбег сортиментов на величину загрузки вагонов.

Целью настоящего исследования является определение процента увеличения загрузки вагона при расположении сортиментов в пачке вразнокомелицу в сравнении с погрузкой пачек без раскомлевки сортиментов.

На рис. 1 изображена схема укладки в вагоне круглых лесоматериалов пачками без раскомлевки, а на рис. 2 — схема укладки пачек с раскомлевкой сортиментов.

Процент увеличения плотности штабеля сортиментов, уложенных в вагоны вразнокомелицу, можно представить так:

$$K = \frac{S_{\Pi}}{S_p} 100 = \frac{BH_{\Pi}}{BH_p} 100 = \frac{H_{\Pi}}{H_p} 100, \quad (1)$$

где  $S_{\Pi}$  — площадь поперечного сечения штабеля сортиментов, уложенных в вагоны без раскомлевки;  $S_p$  — площадь попереч-

ного сечения штабеля сортиментов, уложенных в вагоны ком-  
лями в разные стороны;  $B$  — ширина вагона;  $H_{\Pi}$ ,  $H^1_{\Pi}$  — сред-  
няя высота соответственно погружаемой пачки нераскомлеван-  
ных и раскомлеванных сортиментов.

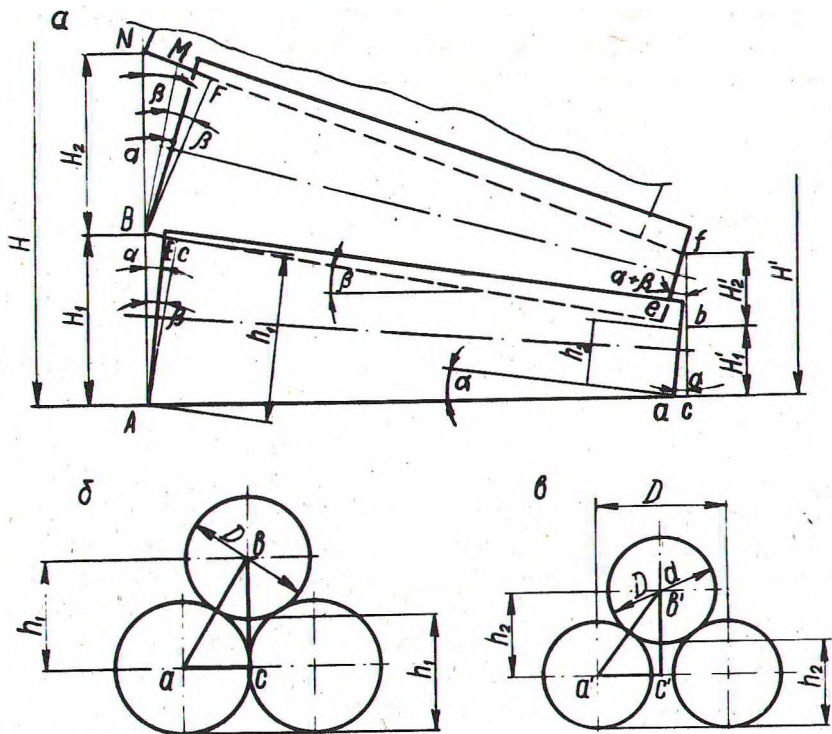


Рис. 1. Схема расположения в пачке бревен, уложенных комлями в одну сторону: а, б, в — соответственно вид сбоку, со стороны комлей и вершин.

Из рис. 1 видно, что

$$H_{\Pi} = \frac{H + H^1}{2}, \quad (2)$$

где  $H$  — высота уложенной в вагон пачки сортиментов в ее комлевой части;  $H^1$  — высота той же пачки сортиментов в ее вершинной части.

На рис. 1, а показано:

$$\left. \begin{aligned} H &= H_1 + H_2 + \dots + H_{\Pi}; \\ H^1 &= H'_1 + H'_2 + \dots + H'_{\Pi}; \end{aligned} \right\} (3)$$

где  $H_1, H_2$  — высота рядов уложенных в вагон сортиментов в комлевой части;  $H'_1, H'_2$  — высота рядов уложенных в вагон сортиментов в вершинной части.

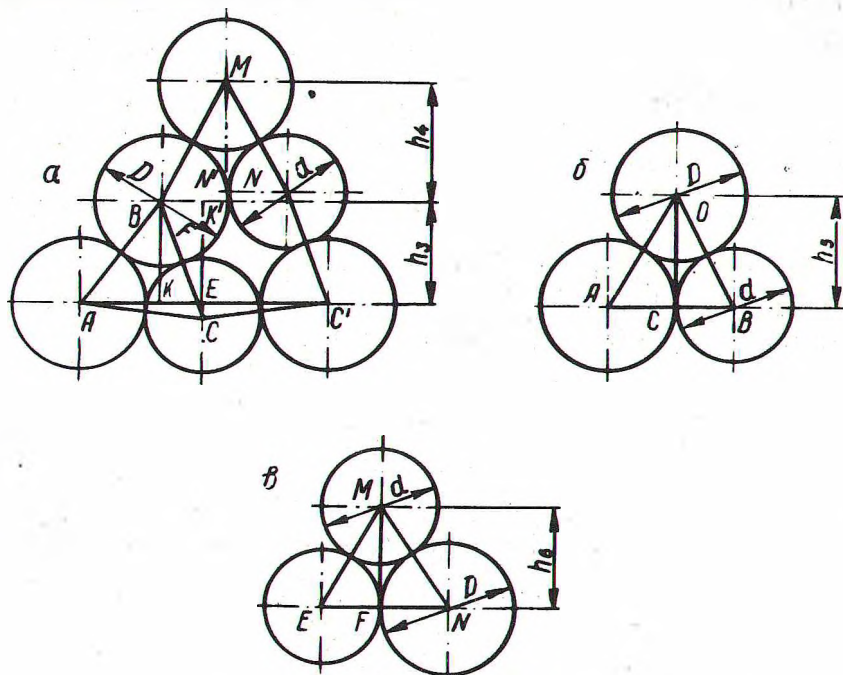


Рис. 2. Схема расположения в пачке бревен, уложенных вразнокемлицу.

Из  $\triangle ABC$  на рис. 1, а находим:

$$H_1 = \frac{h_1 \cos(\beta - \alpha)}{\cos \beta}; H_2 = \frac{h_1 \cos(\beta - \alpha)}{\cos 2\beta} \quad \text{или}$$

$$m = \frac{nD}{B}$$

$$H = \sum_{m=1}^m \frac{h_1 \cos(\beta - \alpha)}{\cos m\beta}, \quad (4)$$

где  $h_1$  — расстояние между рядами сортиментов в комлевой части штабеля (рис. 1, б);  $m$  — порядковый номер ряда сортиментов в штабеле (отсчет ведется от нижнего ряда);  $n$  — количество сортиментов в пачке;  $\beta$  — угол, образованный горизонталью и линией касания сортиментов, расположенных в первом ряду;  $\alpha$  — угол сбега сортиментов

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{d+il-d}{2l} = \frac{i}{2 \cdot 100},$$

где  $D$  — диаметр сортимента в коме;  $d$  — диаметр сортимента в вершине;  $i$  — сбег сортимента,

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h_1 - h_2}{l}, \quad (5)$$

где  $l$  — длина сортимента.

Из  $\triangle abc$  (рис. 1, б) находим  $h_1$

$$h_1 = \frac{D}{2} \sqrt{3}, \text{ где } D = d + il.$$

Из  $\triangle a'b'c'$  (рис. 1, в) находим  $h_2$

$$h_2 = \frac{1}{2} \sqrt{4d^2 - D^2}.$$

Рассматривая  $\triangle abc$  (рис. 1, а), запишем  $H_1' = h_2 \cos \alpha$ .

Из  $\triangle def$  имеем  $H_2' = ef \cos (\beta + \alpha)$ ;  $ef = ab = h_2$ ,

откуда

$$m = \frac{nD}{B}$$

$$H_m' = \sum_{m=1} h_2 \cos [\alpha + (m-1)\beta].$$

Подставляя значения  $H$  и  $H_m'$  в (2), найдем выражение для средней высоты пачки из нераскомлеванных сортиментов

$$H_n = \frac{H+H'}{2} = \frac{1}{2} \left\{ \sum_{m=1}^{\frac{nD}{B}} \frac{h_1 \cos(\beta - \alpha)}{\cos m\beta} \varphi + \sum_{m=1}^{\frac{nD}{B}} h_2 [\alpha + (m-1)\beta] \varphi \right\}. \quad (6)$$

При загрузке вагона пачками из раскомлеванных сортиментов можно выделить несколько вариантов их взаимного расположения в вагоне, а именно:

а) раскомлевка через один сортимент, т.е. чередование сортиментов в ряду с противоположным расположением ком-



лей, как это изображено на рис. 2, а. При данной схеме укладки не все сортаменты второго и последующего рядов располагаются в углублениях, образованных сортаментами предыдущего ряда, так как углубления между раскомлеванными сортаментами в одном ряду не параллельны между собой. Эта особенность расположения сортаментов отображена на рис. 2, а:

б) в углублении между раскомлеванными сортаментами нижнего ряда размещается сортимент, обращенный к наблюдателю вершиной;

в) в углублении между раскомлеванными сортаментами нижнего ряда располагается сортимент, обращенный к наблюдателю клевой частью.

Указанными схемами теоретически исчерпываются возможные варианты взаимного расположения сортаментов при организованной укладке их в вагон. Однако на практике вследствие, например, условий формирования пачки раскомлеванных сортаментов в накопителе при сбросе их с лесотранспортера, а также в результате деформации поперечного сечения пачки при выемке ее из накопителя и самопроизвольной или принудительной раскатки сортаментов в процессе погрузки в вагон, они могут иметь неорганизованное расположение в вагоне.

При организованном расположении раскомлеванных сортаментов в вагоне высота пачки определится из выражения

$$H_p = mh_{cp}, \quad (7)$$

где  $m$  — количество рядов по вертикали;  $h_{cp}$  — среднее расстояние между рядами,

$$h_{cp} = \frac{n}{n_r}, \quad (8)$$

где  $n$  — количество сортаментов в пачке;  $n_r$  — количество сортаментов в ряду по горизонтали, которое определяется из выражения

$$n_r = \frac{B}{l_1}, \quad (9)$$

где  $B$  — ширина вагона;  $l_1$  — расстояние между сортаментами по горизонтали.

Из  $\triangle AEC$  (рис. 2, а)

$$AE = l_1 = \sqrt{\left(\frac{D+d}{2}\right)^2 - \left(\frac{D-d}{2}\right)^2} = Dd.$$

Подставив выражения для  $h_{cp}$ ,  $n_r$ ,  $l_1$  в (7), получим

$$H_p = \frac{n\sqrt{Dd}}{B} h_{cp}. \quad (10)$$

Среднее расстояние между рядами  $h_{cp}$  при организованном расположении раскомлеванных бревен в вагоне можно определить из выражения

$$h_{cp} = \frac{h_3 \epsilon_3 + h_4 \epsilon_4 + h_5 \epsilon_5 + h_6 \epsilon_6}{\epsilon_3 + \epsilon_4 + \epsilon_5 + \epsilon_6}, \quad (11)$$

где  $\epsilon$  — доля участия каждой схемы взаимного расположения раскомлеванных бревен в  $h_{cp}$ .

Если допустить, что все рассмотренные схемы взаимного расположения бревен имеют одинаковый процент участия в раскомлеванной пачке, то  $h_{cp}$  составит

$$h_{cp} = \frac{h_3 + h_4 + h_5 + h_6}{4}. \quad (12)$$

Пользуясь рис. 2, а, определим  $h_3$

$$BK = h_3 = \frac{2Dd \sqrt{D(2D+d) - D^2(D-d)}}{(D+d)^2}. \quad (13)$$

Определим  $h_4$  (рис. 2, а), которое равно

$$h_4 = \frac{D^2(D-d) + 2Dd \sqrt{D(2D+d)}}{(D+d)^2}. \quad (14)$$

Значение ( $h_5$  рис. 2, б) равно

$$h_5 = OC = \sqrt{OA^2 - AC^2} = \sqrt{D^2 - \frac{D^4}{(D+d)^2}} =$$

$$= \frac{D \sqrt{d(2D+d)}}{(D+d)} \quad (15)$$

Выражение для  $h_6$  (рис. 2,в) составит

$$h_6 = MF = \sqrt{d^2 - \left(\frac{d^2}{D+d}\right)^2} = \frac{d \sqrt{D(2d+D)}}{D+d} \quad (16)$$

Подставив выражения для  $h_3$ ,  $h_4$ ,  $h_5$ ,  $h_6$  в (12) и сделав преобразования, получим

$$h_{cp} = \frac{4Dd \sqrt{D(2D+d)} + (D+d) \left[ D \sqrt{d(2D+d)} + \right.}{4(D+d)^2} \times$$

$$\left. \left. + d \sqrt{D(2d+D)} \right] \right] \quad (17)$$

Общая высота пачки из раскомлеванных бревен определится при подстановке  $h_{cp}$  в (10):

$$H_p = \frac{n \sqrt{Dd}}{B} \cdot \frac{4Dd \sqrt{D(2D+d)} +}{4(D+d)^2} \times$$

$$\times \frac{+ (D+d) \left[ D \sqrt{d(2D+d)} + d \sqrt{D(2d+D)} \right]}{4(D+d)^2} \quad (18)$$

По (6) и (18) при подстановке их в выражение (1) вычислены проценты увеличения статической нагрузки на вагон при загрузке его круглыми лесоматериалами длиной 6,0 м, 4,0 м и 3,0 м, диаметрами в вершине 20, 30 и 40 см при сбегах 1%, 1,5 и 2%. По результатам вычислений построены графики (рис. 3, а, б, в).

Для сравнения результатов аналитических вычислений с опытными данными проведено моделирование загрузки вагонов модельными бревнами в масштабе 1:10. Модельные бревна вытачивались на токарном станке из деревянных заготовок при тщательном соблюдении заданных диаметров и сбегов. Для каждой градации размерных признаков произведено по десять опыт-

ных укладок в модельную емкость, из них пять опытов при раскомлеванных бревнах и столько же при раскомлеванных пачках без раскомлевки бревен в пачках.

Полученные объемы загруженных модельных бревен обработаны методом математической статистики. Результаты обработки наложены на графики (рис. 3, а, б, в) и соединены сплошными кривыми.

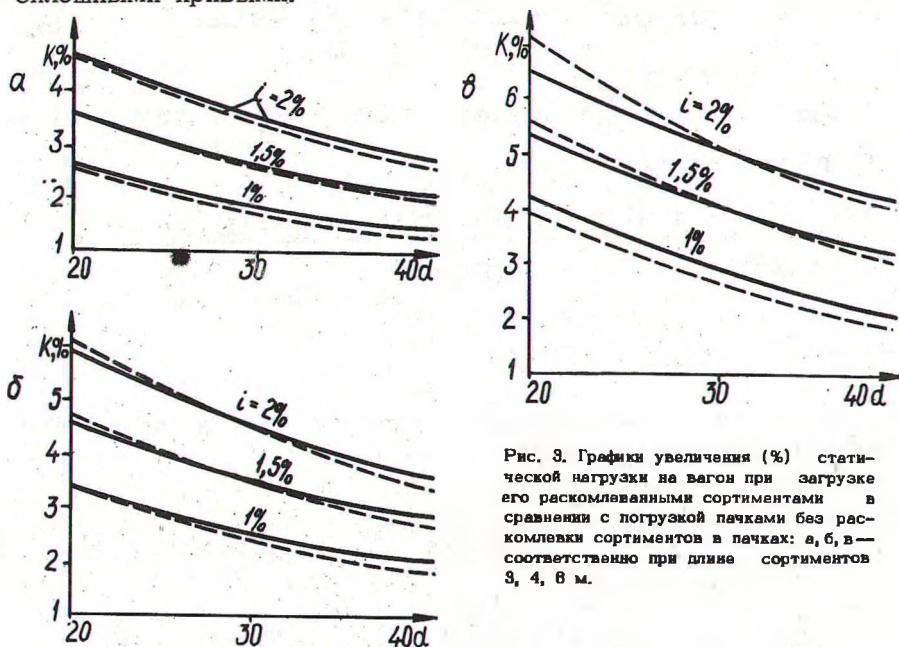


Рис. 3. Графики увеличения (%) статической нагрузки на вагон при загрузке его раскомлевыми сортаментами в сравнении с погрузкой пачками без раскомлевки сортиментов в пачках: а, б, в — соответственно при длине сортиментов 3, 4, 6 м.

Из рис. 3 видно, что при укладке бревен в вагон вразнокосемилицу наблюдается увеличение статической нагрузки на вагон в пределах от 1,5% до 8% в сравнении с загрузкой раскомлевыми пачками. Следует отметить, что с увеличением длины раскомлеванных бревен и их сбега и с уменьшением диаметра наблюдается увеличение процента статической нагрузки на вагон.

На всех графиках обнаруживается достаточно близкое совпадение опытных и аналитических кривых.

### Резюме

Раскомлевка круглых лесоматериалов перед их погрузкой в железнодорожные вагоны является одним из средств увеличе-



ния вместимости вагонов. В связи с этим целесообразно применение на сортировочных технологических потоках специальных разворотных устройств, обеспечивающих раскомлевку через один сортимент всех круглых лесоматериалов, подлежащих перевозке железнодорожным транспортом.

УДК 634.0.377.2.002.5

В.Д. Мартынихин (канд.техн.наук),  
М.А. Цвирко

### ПОЛУЧЕНИЕ РИФЛЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЖЕЛОБА БЛОКА СПОСОБОМ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Проведенные предварительно опыты позволили сделать вывод о целесообразности применения способа пластической деформации для накатки рифленной поверхности желоба блоков без нагрева детали [1].

Для блоков под канаты диаметром до 15—24 мм эта операция может выполняться на средних и крупных токарно-винторезных станках без подогрева с закреплением детали в патроне, а накатного ролика — в суппорте станка (рис. 1).

При расчете параметров накатного ролика в основу были приняты уравнения статики и теория плоского изгиба стальных канатов [2].

Основная трудность разработки метода такого расчета состояла в определении угла и шага свивки деформированного и изогнутого на блоке прядевого каната и переноса полученных параметров на накатной ролик, отличный по диаметру от блока. Деформации каната могут быть определены следующим образом.

1. Диаметр каната от действия растяжения определяется с учетом относительной поперечной деформации

$$\left. \begin{aligned} d'_k &= d_k (1 - \epsilon_d); \\ \epsilon_d &= \mu \epsilon, \end{aligned} \right\} (1)$$

где  $d_k$  — номинальный диаметр каната;  $\mu$  — конструктивный коэффициент, который для обтянутых канатов с органическим сердечником принимается равным  $\mu = 1,7 \div 2,0$ ;  $\epsilon$  — относи-