

О РАСЧЕТЕ ПОСЫЛОК

Н. А. БАТИН

Доцент, кандидат технических наук

(Белорусский лесотехнический институт)

Вопросы расчета посылок имеют важное значение для дальнейшего увеличения производительности лесопильных рам.

Необходимо отметить, что инструкционные посылки Центрального научно-исследовательского института механической обработки древесины (ЦНИИМОД) 1936 года многими лесопильными заводами значительно перекрыты. Это говорит о наличии резервов дальнейшего увеличения производительности лесопильных рам и о том, что назрела необходимость пересмотра посылок и тех положений, на которых они основывались.

Целью настоящей работы является изложение метода расчета посылок на основе теоретических положений профессора А. Л. Бершадского, обобщения исследований ЦНИИМОД и Белорусского лесотехнического института (БЛТИ) и достижений передовиков производства.

Определение посылки из условий полного использования мощности лесопильной рамы на резание, требуемого качества распиловки и работоспособности пилы

Мощность, расходуемая на резание при распиловке на лесопильных рамах, определяется по формуле:

$$N_p = \frac{Kb\Sigma h \Delta n}{6,12 \cdot 10^6} \text{ кВт} \quad (1),$$

где N_p — мощность, расходуемая на резание в кВт,

K — удельная работа резания в $\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{см}^3}$,

b — ширина пропила в мм,

Σh — суммарная высота пропила в мм,

Δ — величина посылки в мм,

n — число оборотов вала лесопильной рамы в минуту.

Из формулы следует, что решающее влияние на величину посылки оказывает правильное установление величины удельной работы K .

Проф. А. Л. Бершадский дает следующую формулу для определения удельной работы резания при распиловке пилами с разведенными зубьями:

$$K = \frac{K'}{\left(\frac{b}{s} \cdot C\right)^m} + \frac{\alpha h}{b} \quad (2)$$

где K' — удельная работа резания при миллиметровой стружке в $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^3}$

C — подача на зуб пилы в мм,

m — показатель степени, характеризующий интенсивность изменения K в зависимости от изменения C ,

$\frac{\alpha h}{b}$ — удельная работа, затрачиваемая на дополнительный процесс,

происходящий в междузубном пространстве в $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{см}^2}$,

h — высота пропила в мм.

Подставив выражение для K в уравнение (1), заменяя в нем $\Sigma h = Zh$ и решая относительно Δ , получим:

$$\Delta = \frac{6,12 \cdot 10^6 N_p}{Z \cdot h \cdot n} \cdot \frac{\left(\frac{b}{s} \cdot C\right)^m}{\left[bK' + \left(\frac{b}{s} \cdot C\right)^m \alpha h\right]} \quad (3)$$

где Z — количество пил в поставе.

Подставляя значение $C = \frac{\Delta t}{H}$ в формулу (3), найдем:

$$\Delta = \frac{6,12 \cdot 10^6 N_p}{Z \cdot h \cdot n} \cdot \frac{\left(\frac{b}{s} \Delta t\right)^m}{H^m bK' + \left(\frac{b}{s} \Delta t\right)^m \alpha h} \quad (4)$$

Здесь H — высота хода пильной рамки в мм;

t — шаг зубьев пилы в мм.

Формулы (3) и (4) указывают на зависимость Δ от N , Z , h , n , b , K' , C , t , H , α , m .

Влияние C и t на посылку Δ рассмотрим особо.

Из формулы (3) заключаем, что с увеличением или уменьшением C соответственно увеличивается или уменьшается и Δ .

Если обозначим величину посылки при $C = C_0$ (плющенный зуб) через Δ_0 , а при $C = C_p$ (разведенный зуб) через Δ_p , то изменение Δ в зависимости от изменения C , при прочих равных условиях, можно усмотреть из отношения:

$$\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0} = \frac{C_p^m}{C_0^m} \cdot \frac{bK' + \left(\frac{b}{s} C_0\right)^m \alpha h}{bK' + \left(\frac{b}{s} C_p\right)^m \alpha h} \quad (5)$$

При распиловке пилами с плющеными зубьями в формулах (2), (3), (4) и (5) значение $\frac{b}{s} = 1$.

Исследование изменения $\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0}$ (формула 5) в зависимости от изменения C_p , C_0 , h , b и $\frac{b}{s}$ в практически возможных и целесообразных

пределах позволило придти к следующей простой зависимости (при $h = 100-400$ мм и $m = 0,33$):

$$\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0} = \sqrt[4]{\frac{C_p}{C_0}} \tag{6}$$

В подтверждение этого приводим в табл. 1 и 2 значения $\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0}$, подсчитанные по формулам (5) и (6).

Таблица 1

Значение $\frac{\Delta_p}{\Delta_0}$ для разведенных зубьев при $K' = 5,2$;

$$b = 3,2; \quad \frac{b}{s} = 1,6; \quad A = 0,025; \quad m = 0,33$$

$\frac{C_p}{C_0}$	$\gamma = \sqrt[4]{\frac{C_p}{C_0}}$	C_0 в мм	Значение γ по формуле 5 при высоте пропила h в мм		
			100	250	400
0,75	0,93	1,0	0,92	0,935	0,945
		0,8	0,92	0,93	0,945
		0,6	0,92	0,93	0,94
0,5	0,84	1,0	0,82	0,845	0,87
		0,8	0,82	0,845	0,865
		0,6	0,82	0,84	0,86

Таблица 2

Значение $\frac{\Delta_p}{\Delta_0}$ для плющенных зубьев при $K' = 5,2$;

$$b = 3,2 \text{ мм}; \quad \frac{b}{s} = 1; \quad A = 0,02; \quad m = 0,33$$

$\frac{C_p}{C_0}$	$\gamma = \sqrt[4]{\frac{C_p}{C_0}}$	C_0 в мм	Значения γ по формуле 5 при высоте пропила h в мм		
			100	250	400
0,75	0,93	2	0,92	0,93	0,94
		1,2	0,92	0,93	0,94
		0,6	0,92	0,925	0,93
0,5	0,84	2	0,815	0,84	0,86
		1,2	0,815	0,835	0,855
		0,6	0,81	0,83	0,845

Зная, что $\Delta = \frac{CH}{t}$ и пользуясь формулой (6), будем иметь:

$$\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0} = \sqrt[4]{\frac{t_p}{t_0}} \tag{7}$$

Формулы (6) и (7), как это показывают табл. 1 и 2, справедливы для пил как с разведенными, так и с плющенными зубьями.

Из формул (3), (5), (6) и (7) следует, что для обеспечения более высокой производительности лесопильных рам надо стремиться к большему C и, соответственно с этим, к большему t . Но с увеличением C и t ухудшаются условия распиловки, что ведет к снижению качества материалов. Поэтому следует установить оптимальные значения C и t , при которых обеспечивалось бы требуемое качество распиловки при наибольшем значении Δ , то есть наибольшей производительности лесопильной рамы.

Канд. техн. наук М. Н. Орлов рекомендует следующие значения C для пил с разведенными зубьями:

Группа качества распиловки	1	2	3
Величина подачи на зуб в C в мм.	0,8—1,0	1,0—1,2	1,2—1,4

Профессор А. Л. Бершадский указывает, что хорошее качество пропила получается при $C=1$ мм для пил с разведенными зубьями и при $C=2$ мм — для пил с плющеными зубьями. Максимально допустимая величина при распиловке сосны для пил с разведенными зубьями 1,2 мм.

Шаг разведенных зубьев пил по ГОСТ 5524-55 установлен 15, 18, 22 и 26 мм, а шаг плющенных зубьев пил — 22, 26, 32 и 40 мм.

Следует отметить, что ЦНИИМОД, помимо указанных значений, рекомендует шаг плющенных зубьев пил 52 и 64 мм.

Учитывая, что увеличение шага положительно влияет на увеличение Δ , но одновременно ухудшает условия распиловки, необходимо подвергнуть практической проверке рекомендации по увеличению шага до 64 мм.

Определение посылки в зависимости от заданных условий с установлением наивыгоднейших соотношений t и C непосредственно по формулам (3—7) представляет довольно сложную задачу.

Чрезвычайно просто и быстро эти вопросы решаются по номограмме, которая построена следующим образом (см. рис.):

1. Кривые верхнего правого квадранта построены по уравнению (4) для следующих данных:

Тип лесопильной рамы РД-75-2.

Пилы с плющеными зубьями.

Мощность, расходуемая на резание:

$$N_p = \frac{N_{пр}}{1,36} \cdot \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{100 \cdot 0,75}{1,36 \cdot 0,25} \approx 54 \text{ квт}$$

где $N_{пр}$ — мощность привода лесопильной рамы в л. с. (100 л. с.),

η_1 — коэффициент полезного действия механизма рамы (0,75),

η_2 — коэффициент, учитывающий мощность, потребляемую механизмом подачи (1,025),

$$H = 600 \text{ мм}, n = 300 \text{ об/мин.}, b = 3,2 \text{ мм}$$

$$K' = 5,2, \alpha = 0,32, m = 0,33, t = 32 \text{ мм.}$$

На оси ординат отложены значения Δ , а на оси абсцисс h и $d_p = d + \frac{aL}{2}$,

где d_p — диаметр по середине бревна в см,

d — диаметр в верхнем отрубе бревна в см,

L — длина бревна в м,

a — величина сбega в см на м.

Шкалой h следует пользоваться при распиловке бруса, а шкалой d_p при распиловке бревен.

При этом шкала d_p построена при $h = 0,75 d_p$.

Кривые построены для Z_n от 5 до 14. Для рам, имеющих $N_p = 54$ квт и $n = 300$ об/мин, указанные отметки соответствуют реальному количеству пил в поставе. Если рама имеет другие показатели N_p и n_p , то расчетное значение Z_n определится из следующего равенства, вытекающего из формулы (4):

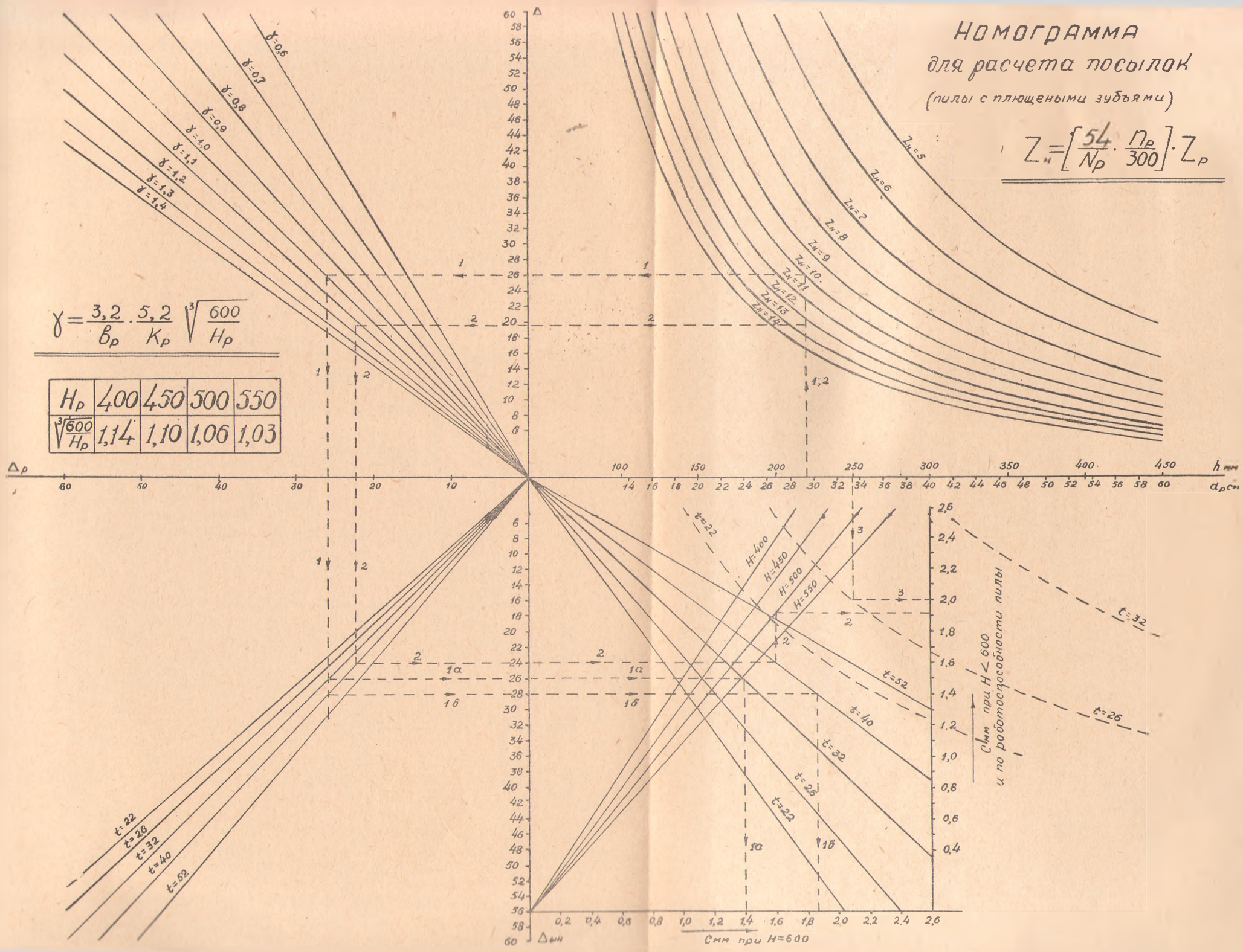
$$Z_n = \left[\frac{54}{N_p} \cdot \frac{n_p}{300} \right] \cdot Z_p \quad (8)$$

Номограмма для расчета посылок (пилы с плющеными зубьями)

$$Z_n = \left[\frac{54}{N_p} \cdot \frac{N_p}{300} \right] \cdot Z_p$$

$$\gamma = \frac{3,2}{B_p} \cdot \frac{5,2}{K_p} \sqrt[3]{\frac{600}{H_p}}$$

H_p	400	450	500	550
$\sqrt[3]{\frac{600}{H_p}}$	1,14	1,10	1,06	1,03



где Z_p — реальное количество пил в поставке.

В этом случае расчетное Z_n может быть как целым, так и дробным числом.

2. Прямые верхнего левого квадранта построены по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta_p}{\Delta_0} = \frac{3,2}{b_p} \cdot \frac{5,2}{K'_p} \cdot \sqrt{\frac{600}{H_p}} \quad (9)$$

полученной из формул (4) и (7).

3. Прямые нижнего левого квадранта построены по формуле (7).

4. Прямые нижнего правого квадранта с отметками t построены по формуле $\Delta = \frac{Cn}{t}$, определяющей посылку (Δ) из качественных требований к распиловке, а прямые с отметками H построены по формуле:

$$C_n = C \cdot \frac{600}{H}$$

где C_n — подача на зуб в мм для рам с ходом H мм,

C — подача на зуб в мм для рам с ходом 600 мм.

Пунктирные кривые нижнего правого квадранта построены по формуле $t = 1,14 \sqrt{C \cdot h}$, определяющий соотношение t , C и h из условия работоспособности пилы.

Пользование номограммой покажем на примерах.

Пример 1. Определить посылку (Δ) и наивыгоднейший шаг (t) при распиловке сосновых брусьев ($K'_p = 5,2$), если дано:

высота бруса $h = 220$ мм; $Z_p = 10$, $N_p = 54$ квт, $H = 600$ мм, $n = 300$ об/мин, $b = 3,2$ мм;

наибольшая допустимая подача на зуб (C) 2,0 мм;

пилы с плющеными зубьями.

Решение. Для заданных условий имеем $Z_n = Z_p = 10$ (формула 8) и $\gamma = 1$ (формула 9).

Решение поставленной задачи дано на номограмме пунктирной линией 1.

Пересекая пунктирной линией 1 в левом нижнем квадранте пучок прямых, соответствующих различным значениям t , видим, что с увеличением t увеличивается и Δ . Но с увеличением t и Δ увеличивается и C . Следовательно, эти величины (Δ , t , C) должны быть наивыгоднейшим образом увязаны. Принимая в нашем примере $t = 32$ мм (пунктирная линия 1а), будем иметь $\Delta = 26$ мм, а $C = 1,4$ мм. Принимая $t = 40$ мм (пунктирная линия 1б) будем иметь $\Delta = 28$ мм, а $C = 1,87$ мм. Поскольку по заданным условиям допустимо $C = 2,0$ мм, то и принимаем $t = 40$ мм, для которого $\Delta = 28$ мм и $C = 1,87$ мм.

Пример 2. Определить посылку (Δ) и наивыгоднейший шаг (t) при распиловке сосновых брусьев, данных в примере 1, ($K'_p = 5,2$; $h = 220$ мм; $Z_p = 10$), если известно: $H = 500$ мм, $N_p = 42$ квт, $n_p = 290$ об/мин, $b = 3,0$ мм.

Наибольшая допустимая подача на зуб $C = 2,0$ мм.

Пилы с плющеными зубьями.

Решение. Определяем Z_n по формуле (8).

$$Z_n = \left[\frac{54}{42} \cdot \frac{290}{300} \right] \cdot 10 = 1,24 \cdot 10 = 12,4$$

Определяем γ по формуле (9).

$$\gamma = \frac{3,2}{3,0} \cdot \frac{5,2}{5,2} \cdot \sqrt[3]{\frac{600}{500}} = 1,13$$

Дальнейший ход решения показан пунктирной линией 2. Для заданных условий получили:

$$t = 40 \text{ мм}; \Delta = 24 \text{ мм}; C = 1,9 \text{ мм}.$$

Пример 3. Определить из условия работоспособности пилы возможную подачу на зуб (C), если дано: $h = 250 \text{ мм}$, $t = 26 \text{ мм}$. Решение показано пунктирной линией 3. Для заданных условий получили $C = 2,0$.

Подача на зуб при расчете посылок по мощности или качеству не должна превышать подачу на зуб, определяемую из условия работоспособности пилы.

Если при распиловке тонкомерных бревен или тонких брусьев и при малом количестве пил в поставе величина посылки, определенная по мощности, будет выше конструктивной, то в этом случае следует брать конструктивную посылку, но не выше величины ее, найденной из условия качества распиловки.

Разобранные примеры убеждают в простоте решения задач, связанных с определением наивыгоднейших посылок для различных заданных условий.

Расчетная номограмма дает ясную картину взаимосвязи всех факторов, влияющих на величину посылки, и позволяет вести расчет посылок для рам с любой технической характеристикой (N, n, H) при распиловке бревен любой породы (K'_p).

Пользуясь номограммой, можно вести широкий анализ и исследование по влиянию отдельных факторов, в том числе и параметров лесопильной рамы (N, n, H), на посылку, по установлению наивыгоднейших соотношений и условий распиловки, обеспечивающих наибольшую посылку, а следовательно, и производительность лесопильной рамы.

Аналогичная номограмма может быть построена и для пил с разведенными зубьями.

ЛИТЕРАТУРА

- Бершадский А. Л. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1956. Орлов М. Н. Режимы рамного пиления. Гослесбумиздат, 1951.

Поступила в редакцию
9 октября 1957 г.