

Е. Е. СЕРГЕЕВ

ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПОСЫЛОК ПРИ РАСПИЛОВКЕ БРЕВЕН НА ЛЕСОПИЛЬНЫХ РАМАХ

Максимальная и технически обоснованная посылка, составленная для конкретных условий работы, является верным путем повышения производительности оборудования и улучшения качества распиловки, что приобретает особое значение в связи с использованием скрытых резервов производства.

Научно-исследовательские работы за последние годы в области рамного пиления дали новые материалы¹ для расчета и выбора наиболее оптимальных посылок при распиловках хвойного сырья.

Необходимость дальнейших исследований в этом вопросе обусловлена тем, что в отношении лиственных пород, в частности твердых, почти нет достаточных данных для установления и обоснования возможных посылок, которые имеются для хвойных пород и оправданы уже практикой распиловок.

Имеющиеся же в научно-технической литературе работы по расчету и выбору возможных посылок не могут удовлетворить промышленность, учитывая, что за последние годы техника рамного пиления шагнула далеко вперед.

Таким образом, если задача создания расчетного метода максимально-возможных посылок с учетом достижений новаторов лесопильного производства в значительной степени разрешена для хвойных пород, то в отношении твердых лиственных пород промышленность не располагает достаточными данными по этим вопросам.

Вместе с тем, большая потребность в древесине твердых пород (дуб), остродефицитность и ценность последних требуют более экономного расходования каждого кубометра древесины, в связи с чем вопросы рационального раскроя и оптимальных режимов пиления приобретают актуальное значение.

¹ ЦНИИМОД, Нормативные посылки и инструкция по определению расчетных технических посылок при распиловке бревен хвойных пород на лесопильных рамах, 1954, БЛТИ, Профилировка зубьев рамных пил и режимы распиловки с учетом лиственных пород, научный отчет, 1953.

В этой связи работы последних лет кафедры механической технологии древесины и были направлены к тому, чтобы заполнить имеющийся пробел по твердым породам и на основе исследований дать обоснованный метод расчета посылок.

Проведенные опытные распиловки в производственных условиях Мозырского деревообрабатывающего комбината (1953—1955 гг.) твердого лиственного сырья (дуба) позволили определить основные параметры, характеризующие режим распиловки, и дать зависимость для удельной работы, при угле резания $\delta=75^\circ$ и скорости резания $V=4,2$ м/сек.

$$K = \frac{K'}{c^m} + \frac{\alpha h}{b},$$

где: K —удельная работа, $кгм/см^3$,

$K'=7,2$ —удельная работа при миллиметровой стружке,

c —подача на зуб, $мм$,

$m=0,25$ —степенной показатель, характеризующий интенсивность роста удельной работы,

$\alpha=0,02$ —интенсивность силы трения, $кг/мм^2$,

h —высота пропила, $мм$,

b —ширина пропила, $мм$.

Процент расхождения опытных значений удельной работы с расчетными значениями по уравнению (1) составляет в средней массе не более $\pm 15\%$, что следует признать вполне приемлемым, учитывая различный режим загрузки лесорам, поставку формы бревна и т. д.

Величина колебаний удельной работы, предопределяемая технологической особенностью рамного пиления, согласуется с выводами М. Н. Орлова.

Выявленное значение удельной работы обеспечило возможность дать метод расчета технически обоснованных посылок.

При определении возможной величины посылки необходимо исходить: а) из располагаемой полезной мощности, б) из работоспособности пил, в) из качественной распиловки.

При этом следует пользоваться наименьшим значением посылки, подсчитанной из указанных условий.

РАСЧЕТ ПОСЫЛКИ ПО РАСПОЛАГАЕМОЙ ПОЛЕЗНОЙ МОЩНОСТИ

Связь производительности с мощностью для данного станка выражается зависимостью

$$N_p = \frac{Kb\sum hU}{102},$$

где: N_p —мощность резания, $квт$;

K —удельная работа, $кгм/см^3$;

U —скорость подачи, $м/сек$;

b —ширина пропила, $мм$;

Σh —суммарная высота пропила, $мм$;

Подставив в формулу (2) значение скорости подачи

$$U = \frac{\Delta n}{60000}, \quad (3)$$

получаем следующее выражение для мощности резания:

$$N_p = \frac{Kb\Sigma h \Delta n}{6120000}, \quad (4)$$

где: Δ —посылка, $мм$;

n —число оборотов вала рамы в минуту.

Произведем некоторые преобразования уравнения (1). Для той цели в уравнение удельной работы (1) вместо s подставим его значение $s = \frac{\Delta t}{H}$, а вместо h подставим $h = \frac{\Sigma h}{Z}$.

Подстановка преобразованного значения удельной работы в формулу (4) дает уравнение мощности в развернутом виде, как квадратное в отношении суммарной высоты пропила (Σh):

$$N_p = \frac{K'bnH^{0,25}}{6120000 t^{0,25}} \Sigma h \cdot \Delta^{0,75} + \frac{zn}{6120000} \cdot \frac{\Sigma h^2}{Z} \cdot \Delta, \quad (5)$$

где: H —ход лесорамы, $мм$;

t —шаг зубьев, $мм$;

Z —количество пил.

Из уравнения (5) и определяется посылка по располагаемой полезной мощности.

РАСЧЕТ ПОСЫЛКИ ПО РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПИЛ

Определим границы перехода определения посылок по располагаемой мощности и работоспособности пил. Для этого подставим в уравнение (5) значение посылки по работоспособности пил (6), при этом формула (6) будет преобразована

$$\Delta = \frac{f_1 \cdot H}{\alpha_{упл} t \cdot H} = \frac{f_1 H Z}{\alpha_{упл} t \cdot \Sigma h}, \quad (6)$$

Указанная подстановка дает развернутое уравнение вида

$$N_p = \frac{K'bnHf_1^{0,75}}{6120000 \cdot t \cdot \alpha_{упл}^{0,75}} \cdot \Sigma h^{0,25} \cdot Z^{0,75} + \frac{\alpha n f_1 H}{6120000 t \alpha_{упл}} \cdot \Sigma h, \quad (7)$$

где: f_1 —полезнозаполняемая площадь впадины, $мм^2$;

$\alpha_{упл}$ —коэффициент уплотнения опилок.

Из уравнения (7) определяется так называемое нейтральное количество пил в поставе Z , при котором посылки, рассчитанные по располагаемой мощности и работоспособности пил, равны между собой.

При количестве пил в поставе меньше нейтрального величина посылки определяется по работоспособности пил, а при количестве пил в поставе больше нейтрального величина посылки определяется по мощности.

РАСЧЕТ ПОСЫЛКИ ИЗ УСЛОВИЙ КАЧЕСТВЕННОЙ РАСПИЛОВКИ

Возможная величина посылки с учетом качественной распиловки определяется по формуле

$$\Delta = \frac{N}{t} \cdot c, \quad (8)$$

где: c —подача на зуб, обеспечивающая качественную распиловку, *мм*.

Для удобства расчета и выбора посылок для конкретных условий распиловки может быть рекомендована номограмма построенная на основе приведенных уравнений (см. рис. 1).

Примем следующие исходные данные, отражающие наиболее характерные условия работы лесопильных рам, при распиловках твердого листовного сырья (дуба):

Мощность привода	$N_{пр} = 45 \text{ квт.}$
Ход лесорамы	$H = 500 \text{ мм.}$
Число оборотов вала рамы	$n = 250 \text{ об/мин.}$
Шаг зубьев пил	$t = 26 \text{ мм.}$
Ширина пропила	$b = 3,4 \text{ мм.}$
Предельнозаполняемая часть впадины (до нормали к передней грани у лезвия)	$f_1 = 207 \text{ мм}^2.$
Коэффициент уплотнения опилок	$\alpha_{упл} = 0,6.$
Средняя длина бревен	$l = 4,0 \text{ м.}$

Учитывая, что в конкретных условиях работы рамы ряд величин, характеризующих режим распиловки, имеет определенное значение, то построение расчетной номограммы не представляет особых затруднений.

Для указанных исходных данных ход и последовательность построения расчетной номограммы следующие:

1. Зная мощность привода и принимая коэффициент полезного действия $\eta = 0,75$, определяем полезную мощность на резание

$$N_p = 0,75 N_{пр}.$$

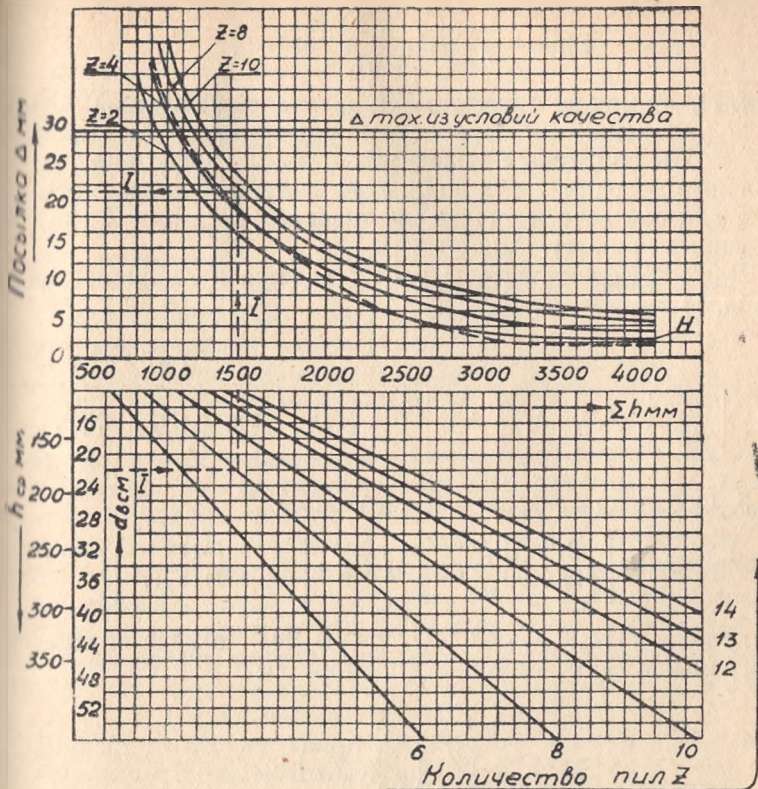


Рис. 1

Способ пользования. Дано: $d_b = 22$ см, $Z = 8$. Определить: Δ .
Решение: по стрелкам 1-1 определяем $\Delta = 20.8$ мм.

2. Обозначая все постоянные параметры в уравнении (5)

$$A = \left[\frac{K^1 b n H^{0.25}}{6120000 t^{0.25}} \right] \text{ и } B = \left[\frac{\pi}{6120000} \right]$$

получаем

$$N_p = A \Sigma h \cdot \Delta^{0.75} + B \cdot \frac{\Sigma h^2}{Z} \cdot \Delta$$

3. Обозначив $A_1 = A \cdot \Delta^{0.75}$ и $B_1 = B \cdot \frac{\Delta}{Z}$, будем иметь

квадратное уравнение:

$$B_1 \cdot \Sigma h^2 + A_1 \cdot \Sigma h - N_p = 0,$$

откуда

$$\Sigma h = \frac{-A_1 + \sqrt{A_1^2 + 4N_p B_1}}{2B_1}.$$

4. Принимая за параметр Z и задаваясь величиной подачи Δ , по уравнению (9) определяем суммарные высоты прохода Σh . По найденным значениям строим в системе прямоугольных координат $(\Sigma h, \Delta)$ кривую зависимости Σh и Δ для соответствующего количества пил при Z (рис. 1—сплошные кривые).

Для упрощения работы расчет ведется в табличной форме (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Z	$\frac{\Delta}{\text{мм}}$	$\Delta^{0,75}$	A_1	A_1^2	$\frac{\Delta}{Z}$	B_1	$2B_1$	$4N_p$	$4N_p B_1$
-----	----------------------------	-----------------	-------	---------	--------------------	-------	--------	--------	------------

5. Обозначая в уравнении (6) через

$$A_0 = \left[\frac{K' b n H f_1^{0,75}}{6120000 t z_{\text{упл}}^{0,75}} \right] \text{ и } B_0 = \left[\frac{\alpha n f_1 \cdot H}{6120000 t z_{\text{упл}}} \right],$$

получаем $N_p = A_0 \cdot Z^{0,75} \cdot \Sigma h^{0,25} + B_0 \Sigma h$. откуда определяем нейтральное количество пил в поставе Z_n :

$$Z_n = \sqrt[3]{\left(\frac{N_p - B_0 \Sigma h}{A_0 \cdot \Sigma h^{0,25}} \right)^4}.$$

6. Задаваясь Σh по уравнению (10), определяем Z (рис. 1—пунктирная кривая).

Для упрощения работы расчет ведется в табличной форме (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Σh мм	$\Sigma h^{0,25}$	$A_0 \cdot \Sigma h^{0,25}$	$B_0 \Sigma h$	$N_p - B_0 \Sigma h$	$\frac{N_p - B_0 \Sigma h}{A_0 \cdot \Sigma h^{0,25}}$	$\left(\frac{N_p - B_0 \Sigma h}{A_0 \cdot \Sigma h^{0,25}} \right)^4$
---------------------------	-------------------	-----------------------------	----------------	----------------------	--	---

7. По формуле $\Delta = \frac{H}{t} \cdot c$,

где $c = 1,5 \text{ мм}$ —максимальная подача на зуб до получения технического брака (по данным исследований кафедры ММ БЛТИ), определяем Δ_{max} , исходя из заданной качества распиловки (рис. 1—прямая, параллельная оси абсцисс).

В. Для некоторого удобства при практическом пользовании номограммой нанесены прямые лучи в нижнем квадранте по зависимости

$$\Sigma h = \alpha \left(d_B + \frac{1}{2} \right) Z^1,$$

где α — коэффициент, характеризующий среднюю высоту пропила в поставе;

$\alpha = 0,75$ — для распиловки бревен вразвал;

$\alpha = 1,00$ — для случая развала бруса;

d_B — вершинный диаметр бревен, см.

Из приведенной номограммы (рис. 1) видно, что зависимость между посылкой и суммой высот пропилов дают:

а) сплошные кривые линии для соответствующего Z по предлагаемой полезной мощности;

б) пунктирная кривая по работоспособности пил;

в) прямая, построенная по формуле (8), из условий качественной распиловки.

Предлагаемая рабочая номограмма для определения и расчета посылок при распиловках, обладая простотой и наглядностью, позволяет решать в конкретных производственных условиях вопросы, связанные с определением возможной производительности, в зависимости от суммарной высоты пропила.

Определение посылки в зависимости от суммарной высоты пропила Σh позволяет в каждом конкретном случае установить фактическую производительность в зависимости от характера поставы при распиловке бревен одинаковых расчетных диаметров и данном количестве пил.

Для практических расчетов достаточно иметь одну номограмму для данных условий ($N_{пр}$, H , n , t , b).

В случае использования при распиловках пил 2—3 смежных толщин, что ведет к разной ширине пропила b , при одном и том же уширении на сторону, посылка может быть определена с достаточной практической точностью по следующей зависимости:

$$\Delta_{п} = \frac{\Delta_0}{b_{п}} \cdot b_0,$$

где $\Delta_{п}$ — посылка при ширине пропила $b_{п}$, мм;

Δ_0 — расчетная посылка по номограмме, мм;

$b_{п}$ — ширина пропила, принятая к распиловкам, мм;

b_0 — ширина пропила, принятая в расчетной номограмме, мм.

Сумма высот пропилов, подсчитанная по данной формуле, будет совпадать с действительной суммой высот пропилов, так как Σh зависит не только от количества пил в поставе и диаметра, но и от структуры самого поставы.

При использовании в распиловках рамных пил 2—3 шагов посылка может быть определена с достаточной практической точностью по зависимости:

$$\Delta_{\text{п}} = \Delta_0 \sqrt{\frac{t_{\text{п}}}{t_0}}$$

где: $\Delta_{\text{п}}$ — посылка при шаге $t_{\text{п}}$, мм;

Δ_0 — расчетная посылка по номограмме, мм;

$t_{\text{п}}$ — шаг, принятый к распиловкам, мм;

t_0 — шаг, принятый в расчетной номограмме, мм.

Сопоставление расчетных посылок по данному методу с фактическими посылками, достигнутыми при распиловках дуба в летних условиях, дало процент расхождения в среднем $\pm 15\%$, что следует признать вполне приемлемым, учитывая большую разнородность древесины.

Предлагаемый метод расчета посылок, позволяя решать ряд практических задач, связанных с эксплуатацией лесопильного оборудования, пригоден не только для условий распиловки лиственного сырья, но и хвойного, если известны основные параметры, характеризующие режим пиления.