

К ВОПРОСУ ВЛИЯНИЯ ПОРОДЫ ДРЕВЕСИНЫ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ

Исследованиями научно-исследовательских институтов, лабораторий и вузов установлено, что величина удельной работы резания зависит от породы древесины, влажности, геометрии резца, толщины номинальной стружки, скорости резания, высоты пропила и других факторов.

Вместе с тем влияние всех факторов на величину удельной работы резания до сих пор широко и полно не исследовано. В частности, недостаточно освещен вопрос влияния на удельную работу и показатели процесса резания рамными пилами породы древесины.

В работе проф. А. Э. Грубе и доц. Е. Г. Ивановского [1] по этому поводу указывается: «Совсем нет данных по твердым породам, а данные, полученные при распиловке ели и сосны, получены не специально с целью установления сравнительных результатов и поэтому нельзя установить показатели раздельно по ели и сосне».

Между тем большая потребность в древесине твердых пород (дуба), остродефицитность и ценность последних, требуют разработки наиболее рациональных режимов пиления, обеспечивающих качественную распиловку.

Обобщение экспериментальных данных по определению удельной работы резания показывает, что величина ее колеблется в пределах 5—20 кгм/см³ в зависимости от различных факторов. Однако большинство значений удельной работы, приводимых отдельными авторами, отличается друг от друга и дается лишь для одной породы, а для других пород вводятся поправочные коэффициенты.

Проф. А. Л. Бершадский [2], принимая значение удельной работы резания для сосны за единицу, дает относительное значение для дуба и бука 1,7—1,8.

Проф. Ф. М. Манжос [3], определяет удельную работу для сосны при распиловке на лесорамах в зависимости от подачи на зуб и средней высоты распила по таблицам, а для дуба вводится поправочный коэффициент 1,55. Значения удельной

работы резания, полученные отдельными исследователями на специальных установках в лабораторных условиях при малых скоростях, также отличаются.

Не останавливаясь на значениях удельной работы, приводимых некоторыми авторами в другой научно-технической литературе, следует отметить, что они, в частности для дуба, имеют значительное расхождение, в связи с чем не представляется возможным использовать их для построения зависимостей (эмпирических формул) и выявить влияние породы древесины на величину удельной работы резания.

Анализ имеющихся данных подтверждает необходимость постановки дальнейших исследований и уточнений значений удельной работы в процессе пиления древесины непосредственно в условиях производства.

В этой связи проф. А. Л. Бершадский [4] пишет: «Определение кинематических соотношений и удельной работы в зависимости от ряда факторов процесса резания, установление влияния этих факторов на качество обработки и производительность, определение общих связей между ними и создание метода технического расчета режимов, усилий и мощностей резания и подачи—вот круг главнейших вопросов учения о резании древесины».

Учитывая это, на кафедре механической технологии древесины Белорусского лесотехнического института проведены специальные исследования на рабочих скоростях в производственных условиях Мозырского комбината с целью выявления основных количественных взаимосвязей между величинами, влияющими на процесс рамного пиления.

Исследования проводились на выверенной и технически исправной лесопильной раме с непрерывной подачей при мощности привода 45 квт и числе оборотов вала в минуту 250.

Распиловки проводились рамными пилами с плющеными зубьями по ГОСТ 5524. Профиль и угловые параметры зубьев были приняты с учетом практики: с ломанолинейной задней гранью и углом резания 75°.

Исходным сырьем были качественные дубовые брусья, выпиленные из авиакряжей и пиловочника I сорта (ГОСТ 726-44), высотой 170 и 260 мм. Высота брусьев принималась с учетом спецификационности выпиливаемой продукции.

Для отсортированного сырья были составлены и рассчитаны постова, обеспечивающие участие в работе пил на всей высоте бруса, начиная с середины его длины.

Во время проведения распиловок производились замеры посылок и величины расходуемой мощности с помощью комплекта электрфизмерительных приборов.

Для выявления различия подачи на зуб при распиловке

брусев данной высоты изменялась величина посылки без снижения качества распила.

Так как расход энергии на вредные сопротивления в лесопильной раме во время работы может быть принят с достаточной для практических целей точностью равным потерям на холостом ходу [5], полезная мощность на резание определялась из соотношения

$$N_p = N - N_x, \quad (1)$$

где N_p — мощность резания, квт;

N — общий расход мощности при пилении, квт;

N_x — мощность холостого хода, квт.

Удельная работа определялась для каждого распиленного бруса из основной формулы мощности резания:

$$N_p = \frac{\kappa v \Sigma h \Delta n}{6120000}, \quad (2)$$

где κ — удельная работа, кгм/см³;

b — ширина пропила, мм;

Σh — суммарная высота пропила, мм;

Δ — фактическая посылка, мм;

n — число оборотов вала в мин.

Учитывая, что нахождение эмпирических зависимостей, отражающих взаимосвязь основных величин в процессе резания, значительно упрощается при применении логарифмической системы координат, где по осям откладываются не сами величины, а их логарифмы, нами был принят указанный метод нахождения зависимостей.

На основе анализа и обработки первичных опытных данных получены средние значения удельной работы резания «К» в зависимости от подачи на зуб «С», графически представленные на рис. 1.

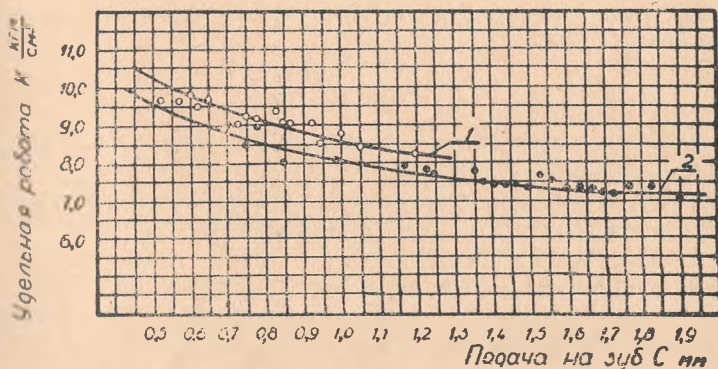


Рис. 1

Из графика усматривается:

1. С увеличением подачи на зуб удельная работа падает. Последнее происходит в силу изменения толщины стружки с увеличением подачи на зуб, когда степень размельчения древесины уменьшается, что подтверждает обобщения ряда исследователей.

2. Закон изменения удельной работы в зависимости от подачи на зуб при высоте пропила h_1 (кривая 1) идентичен закону изменения при высоте пропила h_2 (кривая 2), в силу чего разница в ординатах точек, лежащих на кривых 1 и 2, постоянна. Из этого заключаем, что прирост удельной работы не зависит от величины подачи на зуб, а от высоты пропила.

Опыты показали, что колебания величины удельной работы для данной подачи на зуб происходят за счет неоднородности древесины.

Небезынтересно отметить, что характер кривых изменения удельной работы в зависимости от подачи на зуб на рабочих скоростях полностью согласуется с характером кривых, полученных нами в лабораторных условиях при малых скоростях.

На основании обобщения многочисленных экспериментальных и теоретических исследований проф. А. Л. Бершадский выражает удельную работу резания зависимостью

$$K = K_p + K_{mp}, \quad (3)$$

где $K_p = \frac{K'}{C^m}$ — удельная работа резания, затрачиваемая на отделение номинальной стружки, кгм/см^3 ;
 $K_{mp} = \frac{\alpha h}{b}$ — удельная работа, затрачиваемая на преодоление трения стружки о стенки пропила и дополнительное прессование, кгм/см^3 .

Подставив вместо K_p и K_{mp} их значение в уравнение [3], получаем

$$K = \frac{K'}{C^m} + \frac{\alpha h}{b}, \quad (4)$$

где K' — удельная работа при миллиметровой стружке;
 C — подача на зуб, мм;
 m — степенной показатель, характеризующий интенсивность роста удельной работы;
 h — высота пропила, мм;
 b — ширина пропила, мм;
 α — интенсивность силы трения, кг/мм^2 .

Подставляя в уравнение [4] для данных высот соответствующие значения «С» и «К» (из графика на рис. 1), определяем интенсивность силы трения $\alpha = (0,020 - 0,021) \text{ кг/мм}^2$.

Вычитая из соответствующих значений «К» при данном «С» удельную работу трения «К_{тр.}», определяем значение удельной работы «К_р» на стружкообразование.

Отложив значение $\lg C$ и $\lg K_p$ в логарифмических координатах, получаем спрямление кривых (рис. 2) в логарифмической системе координатных осей.

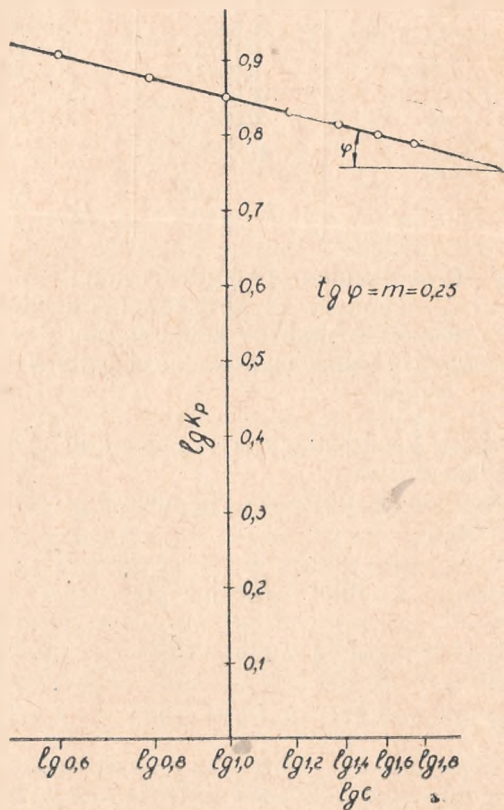


Рис. 2

Параметры уравнения прямой в логарифмической системе координат дают показатель интенсивности изменения удельной работы $m=0,25$ и начальную ординату, соответствующую значению удельной работы при миллиметровой стружке $K'=7,2$.

Отмечая некоторую субъективность графического способа в проведении прямой, наиболее соответствующей нанесенным на график точкам, изложенное подтверждено методом математической статистики.

Результаты статистической обработки опытных данных приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины статистической обработки данных	Высота пропила, мм	
	170	260
M_x	0,1245	0,10555
M_y	0,8852	0,9634
$\pm \sigma_x$	0,1276	0,1030
$\pm \sigma_y$	0,0292	0,0228
r	-0,94	-0,93
$\pm m_r$	0,0226	0,0338
$\frac{r}{m_r}$	41,6 > 3	27,5 > 3
	$K = \frac{8,20}{C^{0,314}}$	$K = \frac{8,74}{C^{0,208}}$

где M_x и M_y — средние арифметические;
 σ_x и σ_y — средние квадратические отклонения;
 r — коэффициент корреляции;
 m_r — средняя ошибка коэффициента корреляции.

Полученные коэффициенты корреляции следует признать вполне достоверными.

Учитывая, что разность их уравнений в степенных показателях ничтожна

$$8,20 = Kp + \frac{ah_1}{b} \quad (5)$$

$$8,74 = Kp + \frac{ah_2}{b} \quad (6)$$

определяем интенсивность силы трения $\alpha = 0,021$ кг/мм².

Таким образом, на основании проведенных исследований определено значение удельной работы для дуба при угле резания 75° и скорости резания 4—4,5 м/сек.

$$K = \frac{7,2}{C^{0,25}} + \frac{0,02 h}{b} \quad (7)$$

Принимая степенной показатель $m = 0,25$, следует отметить, что это допущение не оказывает существенного влияния на результат, что видно из табл. 2.

Сопоставление опытных значений удельной работы резания, полученных при массовых распиловках пиловочных бревен, с расчетными по уравнению [7] дало процент расхождения в средней массе не более $\pm 15\%$.

Указанный процент расхождения является вполне допустимым, учитывая большую разнородность древесины, раз-

личный режим загрузки лесорам, характер постова, форму бревна и т. д.

Таблица 2

С мм t	0,50	1,00	1,50
	Удельная работа резания кгм/см^3 при $h = 170 \text{ мм}$		
0,25	9,53	8,17	7,52
0,21	9,37	8,17	7,67
% расхождения	-1,6	—	+1,9

Колебания величины удельной работы в этих пределах, предопределяемые технологической особенностью рамного пиления, согласуются с выводами кандидата технических наук М. Н. Орлова (ЦНИИМОД).

Выявленные в производственных условиях параметры ($K'_{та}$), входящие в основное уравнение удельной работы резания, позволяют:

а) решать ряд практических задач, связанных с расчетом мощности и усилий резания для любых режимов распиловки дуба;

б) решать задачи, связанные с расчетом производительности лесорам для данных конкретных условий работы.

Дальнейшие исследования и обобщения экспериментальных данных в этом направлении с учетом уровня техники пиления позволят подойти к накоплению количественных взаимосвязей между физическими и геометрическими параметрами и тем самым вскрыть качественную сторону процесса резания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грубе А. Э., Ивановский Е. Г. Унификация методов расчета усилий и мощностей на резание и подачу материалов в зависимости от различных факторов. НИС. Л., 1947—1948.

2. Бершадский А. Л. Справочник номографических расчетов режимов резания. Гослесбумиздат, 1950.

3. Машиностроение, Энциклопедический справочник, 9, Машгиз, 1950.

4. Бершадский А. Л. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1956.

5. Дешевой А. М. Механическая технология дерева, III, ГЛТИ, 1939.