

ВЛИЯНИЕ УГЛОВ РЕЗАНИЯ И КОСОЙ ЗАТОЧКИ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ РЕЗАНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ ПИЛЕНИИ

А. А. СМИРНОВ

Кандидат технических наук

(Архангельский лесотехнический институт)

Опыты были проведены на обыкновенном универсальном круглопильном станке. Резание древесины и надвигание ее на пилу производилось от отдельных моторов.

Для определения полезной мощности при резании применялся комбинированный метод электрических измерений в соединении с замерами торможения, который дает возможность исключить при проведении опытов потери мощности на преодоление вредных сопротивлений. Этот метод заключается в следующем: на пильный вал вместо пилы насаживается тормозной шкив, нагружаемый грузами различной величины (рис. 1). Полезная мощность, отдаваемая на тормозном шкиве, определялась по формуле:

$$N_{\text{пол}} = \frac{(Q - q)V}{102} \text{ квт},$$

где Q — величина груза в кг;

q — показание динамометра в кг;

V — окружная скорость на тормозном шкиве в м/сек.

Одновременно с измерением полезной мощности фиксировалась мощность, подведенная к мотору, который приводит в действие станок. Зная подведенную мощность $N_{\text{под}}$ и полезную на шкиве, можно определить к. п. д. станка при различной степени его нагружения. Для того, чтобы во время проведения опытов не вычислять полезную мощность резания, на основании тарировки, то есть записей подведенной и вычисленной полезной мощности, строился график зависимости $N_{\text{пол}} = f(N_{\text{под}})$ (рис. 2). График целесообразнее строить, откладывая по оси абсцисс значение подводимой мощности за вычетом мощности холостого хода. Это упрощает пользование графиком во время опытов. Если подведенная мощность фиксируется самопишущим ваттметром, который применялся нами при проведении опытов, то достаточно измерить высоту ординаты записи на ленте ваттметра, вычесть значение мощности холостого хода и по этой разности можно определить полезную мощность резания.

Для снятия одной опытной точки производилось 10—15 резов (однородной древесины) и, чтобы получить по возможности сравнимые дан-

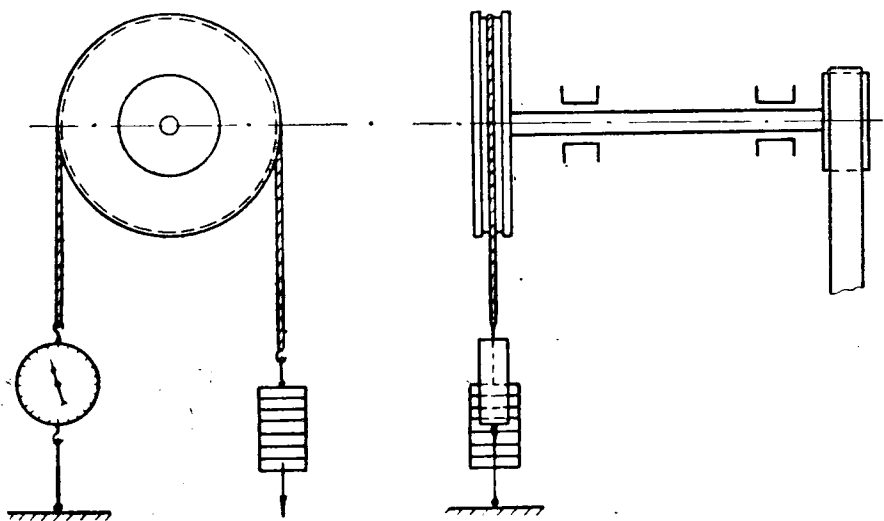


Рис. 1.

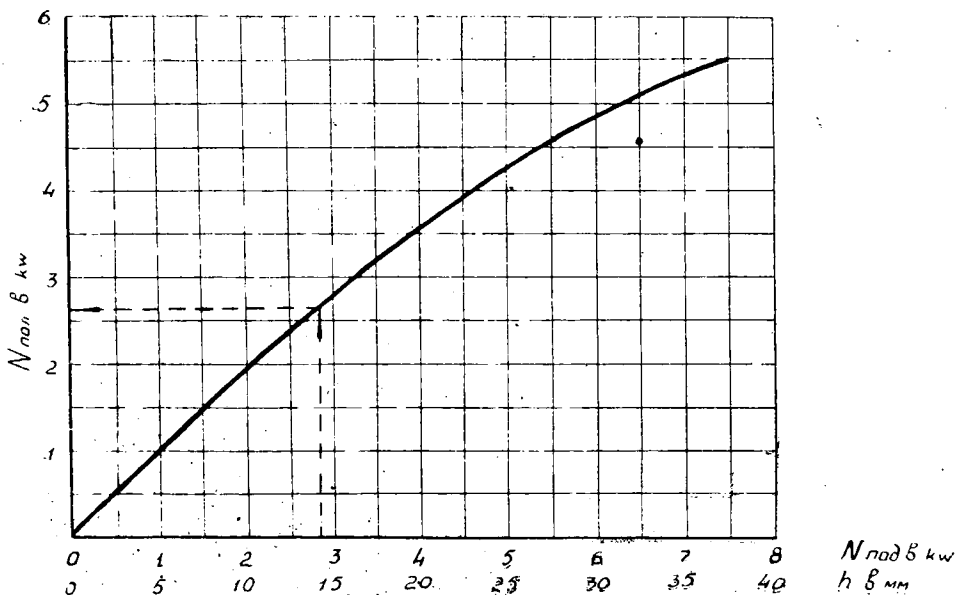


Рис. 2.

ные для различных опытных точек, одновременно раскраивалось 10—15 досок шириной 18—20 см. Погрешность измерения, вычисленная способом наименьших квадратов, не превосходила 3%.

Число оборотов пильного вала во время тарировки и опытов измерялось тахометром, ширина пропила — щупом, а высота пропила — штангенциркулем. Опыты производились при продольном пилении сосновых досок толщиной 25 мм.

Древесина для распиловки подбиралась, по возможности, однородная; для опытов по выявлению влияния угла резания — влажность $W = 25\%$ и объемный вес $\gamma_0 = 0,5 \text{ г/см}^3$ и по выявлению влияния косой заточки $W = 12\text{—}15\%$ и $W = 35\text{—}40\%$ при $\gamma_0 = 0,4 \text{ г/см}^3$.

Влияние угла резания

Угол резания при проведении опытов варьировался за счет изменения угла заточки передней грани при постоянном значении угла заточки задней грани зуба равного 20° .

Параметрами в опытах служили:

Диаметр пилы	$D = 350$ мм;
Количество зубьев	$z = 38$ мм;
Толщина пилы	$S = 1,8$ мм;
Развод зубьев пил	$s = 0,65$ мм;
Число оборотов пильного вала	$n = 765$ об/мин;
Скорость резания	$V = 14,5$ м/сек;
Угол встречи	$\psi = 50^\circ$;
Скорость подачи	$u = 4,07 \div 32$ м/мин;
Соответственно подача на зуб	$c = 0,141 \div 1,110$ мм
Средняя толщина стружки, снимаемая одним зубом	$l_{\text{ср}} = cS \sin \psi =$ $= 0,107 \div 0,840$ мм

Удельная работа резания определялась по формуле:

$$k = \frac{102 N_{\text{рез}}}{bhu} \text{ кгм/см}^3,$$

где b — ширина пропила;

h — высота пропила.

Полученные значения удельной работы резания в зависимости от угла резания δ при различной средней толщине стружки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Угол резания в градусах	Удельная работа резания в кгм/см ³ при			
	$l_{\text{ср}} = 0,107$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,247$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,495$ мм	$l_{\text{ср}} = 0,840$ мм
90	8,40	6,20	5,00	4,20
80	7,88	5,86	4,62	3,83
75	7,50	5,70	4,50	3,62
60	7,06	4,56	3,72	3,06
50	5,74	4,28	3,40	2,85
42	5,64	4,33	3,90	3,40

Из сопоставления приведенных данных следует, что удельная работа резания уменьшается при уменьшении угла резания от 90° до 50° . Это является результатом того, что угол заострения уменьшается и условия перерезывания волокон становятся наиболее благоприятными.

При значении угла резания $\delta = 42^\circ$ и средних толщинах стружки $0,247—0,495—0,840$ мм наблюдается некоторое увеличение удельной работы резания. Это можно объяснить тем, что угол заострения становится незначительным. $\beta = \delta - \alpha = 42^\circ - 20^\circ = 22^\circ$, зуб оказывается неустойчивым и, вследствие вибрации зуба условия перерезания волокон ухудшаются; наблюдается вырыв волокон, за счет чего возрастает удельная работа резания.

Опыты производились при различных толщинах стружки. Это дало возможность установить зависимость между средней толщиной стружки, снимаемой одним зубом пилы, и удельной работой резания. При увеличении толщины стружки, снимаемой одним зубом, удельная работа

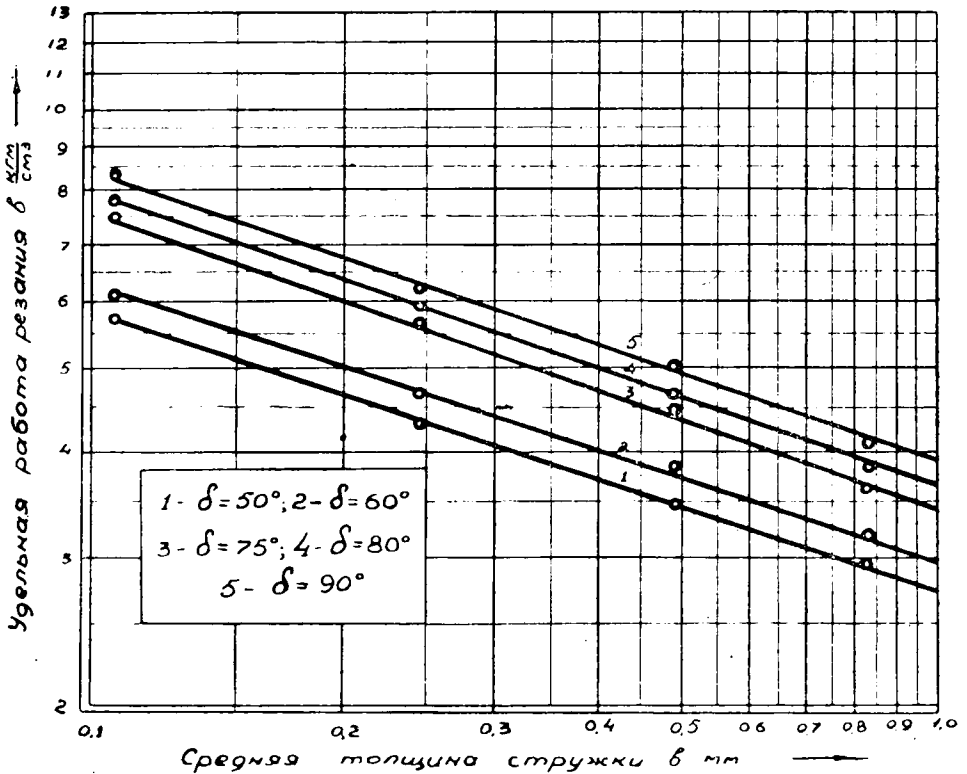


Рис. 3.

резания уменьшается. Зависимость $k = f(l_{cp})$ в полулогарифмических координатах показана на рис. 3 и может быть выражена уравнением:

$$k = \frac{k_1}{l_{cp}^m}$$

Показатель степени m не зависит от $\angle \delta$ и получился равным 0,35.

Значения удельной работы резания, приведенные к $l_{cp} = 1 \text{ мм}$, получились различные.

Угол резания δ	= 90°	80°	75°	60°	50°
Удельная работа резания k_1	= 3,86	3,61	3,47	2,85	2,63

Значение k_1 при $\delta = 42^\circ$ для определения аналитической зависимости не учитывалось.

Влияние косой заточки передней и задней граней зубьев пил

На производстве для продольной распиловки в большинстве случаев применяются пилы с нормальной заточкой передних и задних граней зубьев (рис. 4, а).

Значительно реже для продольной распиловки (только в столярно-мебельном производстве) применяются круглые пилы с зубьями, заточка задней и передней граней которых производится под некоторым углом к плоскости полотна пилы. Этот вид заточки называется косым (рис. 4, б и в). Направление скашивания последовательно меняется для

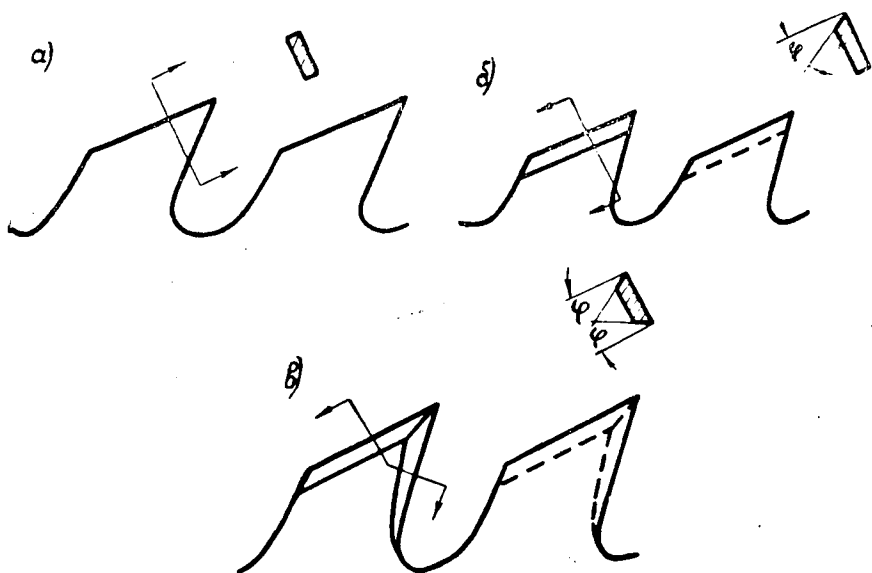


Рис. 4.

каждого зуба в зависимости от развода зубьев. Косо заточены могут быть как задняя или передняя грани зуба в отдельности, так и одновременно обе грани зуба, подобно заточке зубьев пил, предназначенных для поперечной распиловки. Нами проводились опыты по определению влияния заточки зубьев круглых пил на мощность и удельную работу резания при различных скоростях подачи на зуб, различных скоростях резания и разной влажности древесины.

Исследовались три вида заточки: нормальная, косая задней грани, косая задней и передней граней.

Угол скоса передней и задней граней был равен $\varphi = 30^\circ$ и в процессе экспериментов оставался неизменным.

Постоянными при проведении опытов были следующие величины:

Диаметр пилы	$D = 325$ мм;
Количество зубьев	$z = 44$ зуба;
Угол резания	$\delta = 67^\circ$;
Передний угол	$\gamma = 23^\circ$;
Угол заострения	$\alpha = 45^\circ$;
Высота пропила	$h = 25$ мм;
Ширина пропила	$b = 3,3$ мм;
Объемный вес древесины (сосна)	$\gamma^0 = 0,47$ г/см ³ .

Обработанные результаты опытов представлены в табл. 2.

Из сопоставления данных табл. 2 видно, что при продольном пилении сухой древесины пилой, зубья которой имеют косую заточку задней и передней граней, удельная работа резания, независимо от средней толщины стружки, уменьшается, а при пилении влажной древесины — увеличивается.

Можно считать, что при косой заточке только задней грани зуба независимо от влажности, удельная работа резания уменьшается; некоторое исключение составляют значения k при $l_{\text{ср}} = 0,337$ и $0,697$, $V = 13$ м/сек и $W = 12 - 15\%$. Уменьшение удельной работы резания при продольном пилении пилами с зубьями, имеющими косую заточку задней грани, можно объяснить тем, что улучшаются условия перере-

Таблица 2

Средняя толщина стружек $l_{\text{ср}}$ в мм	Удельная работа резания K'' в кгм/см ³ при		
	нормальной заточке	косой заточке задней грани	косой заточке задней и пер- едней граней
	$U = 13$ м/сек	$W = 35-40\%$	
0,085	6,40	6,15	6,85
0,130	5,45	5,03	—
0,198	4,75	—	5,10
0,337	3,83	3,55	—
0,515	3,14	—	3,75
0,697	2,90	3,82	3,34
	$U = 13$ м/сек	$W = 12-15\%$	
0,085	5,05	4,90	2,30
0,140	4,38	4,20	3,85
0,337	3,10	3,12	2,96
0,697	2,40	2,56	2,30
	$U = 50$ м/сек	$W = 35-40\%$	
0,033	10,60	10,10	11,40
0,073	7,60	7,20	8,35
0,188	5,60	5,13	5,90
0,255	5,00	4,65	5,50
	$U = 50$ м/сек	$W = 12-15\%$	
0,032	8,95	—	6,70
0,125	5,50	—	4,40
0,189	4,05	—	3,92
0,255	4,15	—	3,68

зания волокон торцевой частью зуба, по сравнению с условиями перерезания нормальным зубом, зуб внедряется в этом случае в древесину под углом ε (рис. 5), а при нормальной заточке под углом 90° . Увеличение удельной работы резания при продольном пилении влажной древесины пилами с зубьями, имеющими косую заточку передней и задней граней, по сравнению с удельной работой резания при пилении пилами, зубья которых заточены нормально, можно объяснить тем, что в первом

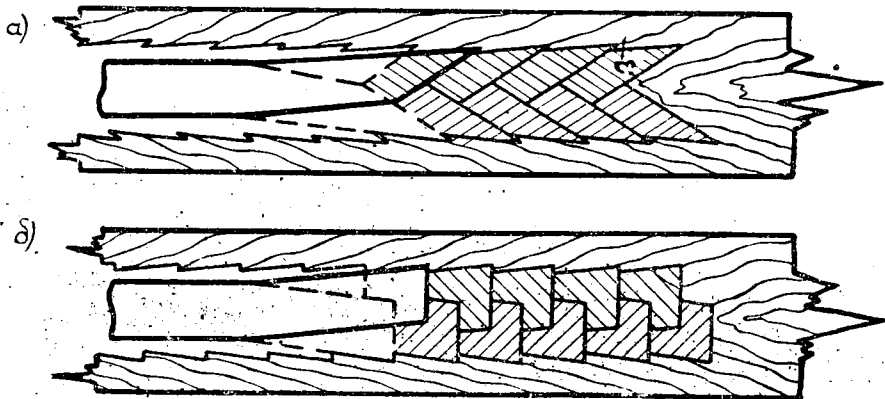


Рис. 5.

случае зуб внедряется в древесину, как клин. Вследствие этого возникают большие силы трения, которые, несмотря на уменьшение сопротивления перерезанию волокон, вызывают увеличение удельной работы резания. При пилении сухой древесины силы трения меньше; поэтому при косой заточке передней и задней граней зубьев удельная работа резания уменьшается.

Улучшение качества распиловки наблюдалось только при косо́й заточке задней грани. При косо́й заточке задней и передней грани зуба, как при пилении влажной древесины, а также и сухой, качество распила хуже, чем при пилении пилами с нормальной заточкой зубьев.

Анализируя результаты проведенных опытов, можно сделать вывод, что при продольном пилении (особенно влажной древесины) косую заточку задней и передней граней зубьев круглых пил применять нецелесообразно, так как ни в отношении экономии энергии, ни в отношении качества распиловки никакого эффекта не наблюдается. Косая заточка только задней грани по сравнению с нормальной даст некоторые преимущества в отношении экономии электроэнергии и качества распиловки. Поэтому там, где имеются автоматы для заточки пил с механизмом, позволяющим производить косую заточку, можно рекомендовать для продольной распиловки применение пил с косо́й заточкой задней грани зуба.

Поступила в редакцию
25 января 1958 г.