

с принудительной циркуляцией воздуха, характерному графику на рис. 3.

3. В основу нормы допустимых перепадов влажности по сечению древесины, обрабатываемой по I классу точности, следует положить данные из нормали «Камерная сушка авиадревесины». Для дре-

альной их оценке существующими сейчас способами, в древесине, обрабатываемой по ГОСТ 6449—53, не допускаются, так как напряжения в этой древесине вызывают изменение размера и формы деталей при их механической обработке и сборке. Для древесины рядовой сушки остаточные внутренние напряже-

Таблица 3

Категория сушки	Класс точности механической обработки по ГОСТ 6449—53	Наибольшая допустимая влажность в % абс. сухого веса	Порода древесины	Допустимая разница во влажности древесины в партии в %	Допустимый перепад влажности в % при толщине материала (мм)				Остаточные внутренние напряжения	Трещины и коробление
					до 20	21—40	41—60	61—80		
Высококачественная	I	10	Хвойные, кроме лиственницы, и мягкие лиственные	2	1,0	1,5	2,0	2,0	Не допускаются	По техническим условиям на изделие
			Твердые лиственные и лиственница	2	1,5	2,0	2,5	2,5		
Первая категория	II	12	Хвойные, кроме лиственницы, и мягкие лиственные	4	1,5	2,0	2,5	3,0		
			Твердые лиственные и лиственница	3	2,0	3,0	3,5	4,0		
	III	15	Хвойные, кроме лиственницы, и мягкие лиственные	8	1,5	2,0	2,5	3,0		
			Твердые лиственные и лиственница	6	2,0	3,0	3,5	4,0		
Вторая категория	По свободным размерам	22 20 18 16 14 12 10	Все древесные породы	13 12 11 10 9 7 6	Не контролируется				Не контролируется	

весины, обрабатываемой по II и III классам точности, целесообразно использовать опыт мебельных фабрик и данные ЦНИИМОД по анализу и нормированию допустимых перепадов влажности по сечению пиломатериалов, используемых в производстве мебели. Для древесины рядовой сушки перепад влажности в ее сечении по условиям сушки и назначения древесины может не контролироваться.

4. Остаточные внутренние напряжения, при визу-

ния по условиям сушки и назначению древесины могут не контролироваться.

Исходя из вышеизложенного, предлагается следующий проект нормы требований к качеству камерной сушки древесины (табл. 3).

Эту норму требований, подлежащую широкому обсуждению и утверждению, предполагается включить в нормативы по камерной сушке древесины, перерабатываемые ЦНИИМОД в текущем году.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ НА УДЕЛЬНУЮ РАБОТУ ПРИ СТРУЖКООБРАЗОВАНИИ

Доктор техн. наук А. Л. БЕРШАДСКИЙ

Белорусский лесотехнический институт

Разделение древесины на части вклинившимся резцом сопровождается разрушением, а также пластическим и упругим деформированием древесины, отделяемой в виде стружки. Но древесина деформируется не только в отделяемой стружке, а также и ниже обработанной поверхности.

Происходящие при резании сложные деформации взаимодействуют между собой, перекрывая и влияя друг на друга. Практически не представилось еще возможности разделить затрачиваемую при резании работу на составные части, соответствующие каждому виду деформации. Попытки раз-

решить этот вопрос путем условного разделения сложного комплекса деформаций на ряд простых и путем расчета древесины на прочность при стружкоотделении опирались на расчетные формулы науки о сопротивлении материалов с использованием напряжений разрушения древесины, определенных из древесиноведческих опытов при малых скоростях нагружения в прессах.

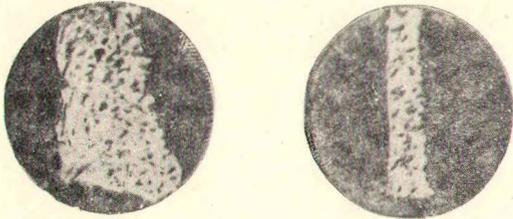


Рис. 1. Деформации стружки при разных скоростях резания

В статье «О давлениях, действующих на резец при обработке древесины»¹ нами уже было показано, что прессование древесины, происходящее при вклинивании в нее резца, не равнозначно процессу сжатия изолированного образца, где напряжение разрушения во много раз меньше давления древесины в прирезцовой части вклинившегося резца. Следует также отметить, что напряжение древесины при разрушении с увеличением скорости нагружения не остается постоянным. Н. Л. Леонтьев (ЦНИИМОД) приводит данные, указывающие на то, что при скорости нагружения сосны 135" напряжение разрушения было 770 кг/см², а при скорости нагружения 0,00045" оно возросло примерно в 2,5 раза. Следовательно, с увеличением скорости нагружения древесина упрочняется, что, повидимому, объясняется инерционным противодействием скоростному воздействию силы деформируемых оболочек клеточек и массы древесины. Следует думать, а практика это подтверждает, что с увеличением скорости воздействия силы на материал пластические деформации уменьшаются. Это подтверждают проведенные в

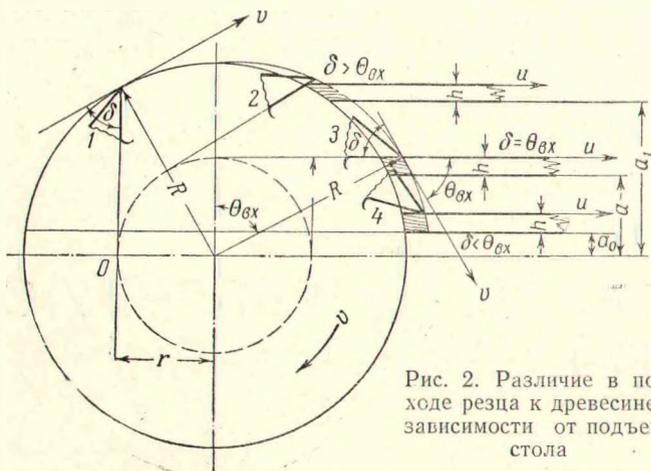


Рис. 2. Различие в подходе резца к древесине в зависимости от подъема стола

1952—1953 гг. А. К. Петрушей (ЛТА) опыты по резанию древесины со скоростями резания до 50 м/сек, а также опыты скоростного резания металлов.

¹ См. журн. «Деревообрабатывающая промышленность», 1955, № 4, стр. 6.

На рис. 1 представлены снимки стружек, полученных при резании стали проф. И. М. Беспрозванным в одинаковых условиях, но с различной скоростью резания. При скорости резания 48 м/мин (рис. 1, а) толщина стружки по сравнению с номинальной толщиной снимаемого слоя была значительно больше, тогда как при скорости резания 240 м/мин (рис. 1, б) толщина стружки незначительно отличается от толщины срезаемого слоя. Эти примеры показывают, что процесс стружкообразования нельзя рассматривать с позиции статичности и применения постоянных напряжений разрушения, определенных для изолированных образцов при малых скоростях нагружения. Еще не так давно скорость резания не припимали во внимание при теоретических выводах основных положений учения о резании, так как авторы их не могли «логически» обосновать влияние скорости резания на силовые и энергетические факторы процесса резания. Указывалось только, что большие скорости резания полезны, так как они обеспечивают лучшее качество обработки.

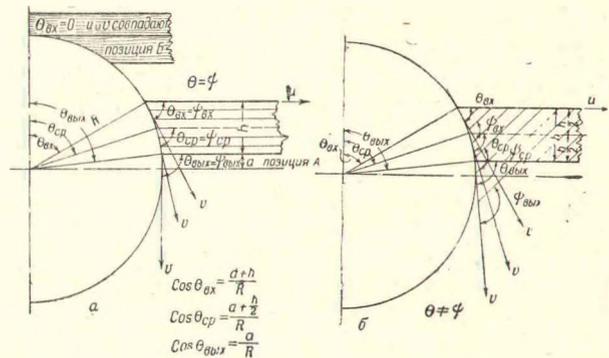


Рис. 3. Схема углов встречи θ и ψ

Ниже, в порядке общего ознакомления, осветим тот прогресс, который достигнут в вопросе понимания влияния скорости резания на процесс резания.

На рис. 2 дана схема круглой пилы, зуб которой в положении 1 имеет угол резания δ , т. е. угол между передней гранью зуба и направлением скорости резания v равен центральному углу, образованному нормалью $oa = r$ к направлению передней грани зуба и радиусом R , проведенным к вершине зуба. Так как $R = \text{const}$; $\delta = \text{const}$, то и $r = R \cos \delta = \text{const}$. Следовательно, проведя концентрическую окружность (на рис. 2 показана пунктиром) радиусом r , получим геометрическое место касания всех передних граней зуба, например, в положении 2, 3 и 4.

Как видно из рис. 2, в зависимости от подъема стола над центром вала на a_0, a, a_1 получим разные условия подхода зуба пилы к распиливаемому брусу высотой h мм.

На рис. 3, а и 3, б даны обозначения так называемых кинематических углов встречи θ между вектором скорости резания v при данном положении резца и вектором скорости подачи u .

В момент подхода резца к древесине угол $\theta_{вх}$ называется углом входа. При среднем положении резца по высоте бруска угол $\theta_{ср}$ называется средним углом встречи. В момент выхода резца из дре-

веса угла $\theta_{вых}$ называется углом выхода. Как на рис. 3,а, так и на рис. 3,б все углы $\theta_{вх}$, $\theta_{ср}$ и $\theta_{вых}$ одни и те же, но на рис. 3,а волокна параллельны вектору скорости подачи, а на рис. 3,б скорость подачи пересекает волокна. Поэтому следует отличать кинематические углы встречи θ от динамических углов встречи ψ между вектором скорости резания и направлением волокон, которые во многом определяют характер деформации, а следовательно, и силовые величины при резании.

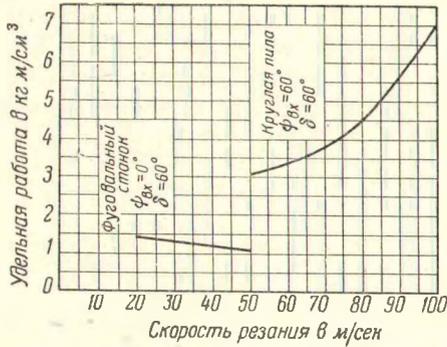


Рис. 4. Диаграмма изменения удельной работы при фрезеровании и пилении

На рис. 3,а $\theta = \psi$, так как вектор скорости подачи параллелен волокнам. На рис. 3,б значения углов θ и ψ не совпадают.

В практике при продольной обработке заготовок обычно $\theta = \psi$.

Чем больше подъем стола a над центром вала, тем $\theta_{вх}$, $\theta_{ср}$ и $\theta_{вых}$ меньше. При фрезеровании $\theta_{вх} = 0^\circ$ (рис. 3, позиция Б).

Первые опыты по определению влияния скорости резания на изменение мощности резания и удельной работы резания относятся к 1938—1940 гг. Опыты эти проводились в ЦНИИМОД Ф. Н. Масленковым на фуговальном станке и на круглопильном станке при продольном распиливании и в Архангельском лесотехническом институте А. А. Смирновым при продольном распиливании круглыми пилами.

Исследования при распиливании круглыми пилами проводились при скоростях резания от 30 до 100 м/сек, угле резания $\delta \approx 60^\circ$ и углах встречи $\theta_{вх} \leq \delta$ (рис. 2, положение зуба пилы 2 и 3). При этих условиях удельная работа резания возрастала с увеличением скорости резания (рис. 4, правая часть). Наоборот, при увеличении скорости резания на фуговальном станке от значений 25 до 47 м/сек при угле резания $\delta = 55^\circ$ и $\theta_{вх} = 0^\circ$ удельная работа уменьшалась (рис. 4, левая часть).

Стремление найти причины различного влияния увеличения скорости резания на изменение удельной работы привело к следующему толкованию.

1. На фуговальном станке (рис. 4, левая часть) резание открытое, т. е. без боковых стенок, а угол встречи $\theta_{вх} = \psi = 0^\circ$, т. е. резание при входе приближается к резанию вдоль волокон.

2. На круглопильном станке резание закрытое, на процесс обработки влияют боковые стенки пропила и стружкозаполнение впадины реза, а угол встречи $\theta = \psi \approx 60^\circ$ обуславливает большие пластические деформации, чем угол $\psi = \theta = 0^\circ$.

Следовательно, при открытом резании и малых углах встречи ψ удельная работа уменьшается с ростом скорости резания, а при закрытом резании и больших углах встречи ψ удельная работа увеличивается.

Однако это толкование было опровергнуто указанными выше опытами А. К. Петруши.

Проводя в 1951—1952 гг. опыты при фрезеровании вдоль волокон и перпендикулярно к волокнам на торцовом направлении в условиях открытого резания при увеличении скорости резания до 50 м/сек (большую скорость резания нельзя было получить на опытной установке), А. К. Петруша установил уменьшение удельной работы с увеличением скорости резания как при угле встречи с волокнами ψ , близком к 0° , при продольном фрезеровании, так и при угле встречи с волокнами, близком к 90° , при фрезеровании в торцовом направлении. Таким образом, влияние угла встречи ψ на удельную работу с увеличением скорости резания не подтвердилось.

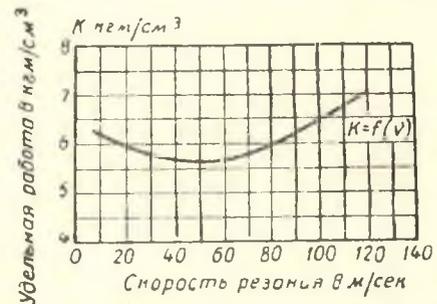


Рис. 5. Результаты опытов Н. К. Якунина (ЦНИИМОД) по изменению удельной работы при пилении с увеличением ψ

Почти параллельно с опытами ЛТА в 1952—1953 гг. Н. К. Якуниным проводились опыты в ЦНИИМОД на круглопильном станке при $\delta = 60^\circ$ и $\theta_{вх} < 60^\circ$, при скоростях резания от 20 до 120 м/сек. Эти опыты установили характер изменения удельной работы, показанный на рис. 5.

Из рис. 5 видно как падение удельной работы при изменении скорости резания от 20 до 45—50 м/сек, так и рост удельной работы при изменении скорости резания от 50 до 120 м/сек. Следовательно, объяснение роста удельной работы за счет закрытого резания и стружкозаполнения впадины зубьев пилы отпало, так как, несмотря на закрытое резание, получилась зона при скорости резания 20—50 м/сек, где удельная работа уменьшалась. Еще более убедительно доказал это М. М. Козел (БЛТИ), который установил, что при фрезеровании с открытым резанием при всех углах встречи с волокнами ψ , начиная от 0 до 180° , при $\delta = 60^\circ$ и скорости резания от 30 до 90 м/сек удельная работа изменяется согласно рис. 6, где дан закон изменения удельной работы k_{\perp} при толщине стружки 1 мм во время торцового резания (рис. 6, кривая $k_{\perp} - k_{\perp}$) и закон изменения удельной работы k_{\parallel} при резании вдоль волокон (рис. 6, кривая $k_{\parallel} - k_{\parallel}$). Все промежуточные значения удельной работы при других углах встречи ψ лежат между кривыми $k_{\perp} - k_{\perp}$ и $k_{\parallel} - k_{\parallel}$.

Следовательно, можно установить существование зоны падения удельной работы (примерно при ско-

рости резания 20—50 м/сек) и зоны роста удельной работы (примерно при скоростях резания более 50 м/сек), независимо от вида резания (фрезерование, пиление) и от величины угла встречи с волокнами вектора силы резания.

Остается необследованной зона скоростей от 0 до 20 м/сек. Если экстраполировать опытные кривые по данным Н. К. Якунина или М. М. Козел до но-

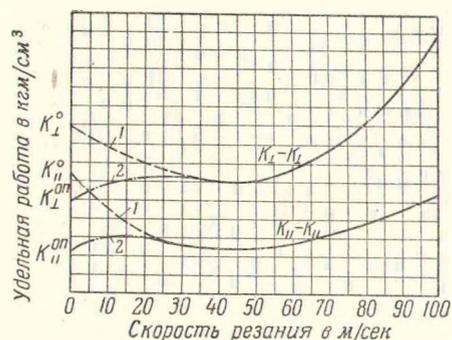


Рис. 6. Результаты опытов М. М. Козел (БЛТИ) по изменению удельной работы при фрезеровании с увеличением v

левых скоростей (см. рис. 6, пунктирные кривые 1), то при малых скоростях получаются значения удельных работ k_1^o и k^o значительно выше тех, которые получаются из опытов на динамометрических установках (k_{L1}^o , k_{L1}^{op}). Это заставляет предполагать, что в зоне малых скоростей получается кривая роста удельной работы согласно рис. 6 (пунктирные кривые 2). Косвенно это положение подтвердили опыты 1954 г. Е.Е. Сергеева (БЛТИ), который, проводя опыты на лесорамах при распиливании дуба со скоростью резания 5 м/сек, получил $k'=7,2$ кгм/см³. Проводя на тех же образцах древесины опыты при

малых скоростях на динамометрической установке, он получил значение $k'=5,2$ кгм/см³, т. е. при росте малых скоростей резания ($v \leq 5$ м/сек) удельная работа не уменьшается, а растет. Опыты Н. И. Давыдовой (БЛТИ, 1955 г.) показали коренные различия распиливания круглыми пилами согласно положениям зуба пилы 2 и 3 (см. рис. 2) и положению 4. Если при распиливании при $\delta > 0$ (положения зуба пилы 2, 3) удельная работа растет с увеличением скорости резания, то при распиливании согласно положению зуба пилы 4 при $\delta < 0$ удельная работа уменьшается с ростом скорости резания, что позволяет сделать ряд новых выводов, имеющих большое значение для промышленности. Нельзя не отметить, что результаты опытов П. И. Латина (АЛТИ) по скоростному пилению, проведенные согласно рис. 2 (положение зуба пилы 4), показали также сниженные удельной работы с увеличением скорости резания.

Выводы

1. В связи со значительным влиянием скорости резания на деформации и энергетические затраты пренебрегать скоростью резания нельзя ни в экспериментальных, ни в теоретических работах.

2. В зависимости от угла подхода реза к материалу влияние скорости резания на удельную работу проявляется в разных направлениях.

3. Изменение удельной работы является результатом изменения соотношения между ростом напряжений разрушения и уменьшением деформации с увеличением скорости резания. В зависимости от соотношения этих компонентов работа резания может уменьшаться или увеличиваться.

4. Различия влияния скорости резания на силовые параметры и на качественные результаты обработки ставят особые условия для выбора режимов обработки.

О ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ ДРЕВЕСНОСЛОИСТЫХ ПЛАСТИКОВ*

Кандидаты техн. наук И. А. ШЕЙДИН, А. Г. РАКИН и инж. Л. А. ДЕМИДОВА

ЦНИИФМ

В фанерной промышленности применяются следующие три способа образования клеевой прослойки при склеивании листов шпона: а) нанесение клея на поверхность шпона с помощью клеевых вальцов; б) прокладка между листов шпона смоляной пленки и в) пропитка шпона перед склеиванием клеевым веществом в ваннах.

Первые два способа применяются только для склеивания слоистой древесины. В этом случае используются такие клеевые вещества, которые плохо впитываются в древесину и образуют на поверхности шпона клеевую пленку. Расход клея при изготовлении указанными способами высококачественной фанеры в среднем не превышает 7% от веса древесины.

Третий способ применяется тогда, когда ставится задача не только склеить листы шпона, но и пропитать их клеевым веществом с тем, чтобы изменить физические свойства древесины и, в первую очередь, повысить ее водостойкость. Расход клея в этом случае увеличивается, составляя в среднем 20% от веса пропитываемого материала.

* По поводу статьи Г. А. Кана и П. Н. Бабочкина «Новый древеснослоистый пластик». См. журн. «Деревообрабатывающая промышленность», 1955, № 1, стр. 13.

Технология изготовления слоистой древесины с небольшим расходом связующих веществ (менее 10%) известна уже давно. Так, сотрудники Научно-исследовательского института фанеры совместно с работниками ЦНИЛХИ еще в 1942 г. на Тавдинском фанерном комбинате изготовили на смолах «Лигносультит 4» и СКС-2 дельта-древесину. При этом смола СКС-2 в количестве 3,5—4% от веса древесины наносилась вальцами на шпон толщиной 0,55 мм.

В табл. 1 приведены данные, характеризующие физико-механические свойства дельта-древесины, изготовленной с таким расходом смолы.

Однако стабильность приданных древесине высоких механических свойств зависит от водостойкости древеснослоистых пластиков.

Повышение же водостойкости древеснослоистых пластиков зависит не только от свойств, приданных древесине при пьезотермической обработке, но и от содержания в ней фенолформальдегидных смол.

В табл. 2 приведены данные, показывающие влияние количества смолы в шпоне (толщиной 0,55 мм) на его гидрофобные свойства.