

Оборудование отрасли

Разделы:

- резание древесины;
- дереворежущий инструмент;
- конструкции деревообрабатывающих станков

Проф. И.Т. Глебов

Кафедра автоматизации и
инновационных технологий

Литература

- 1. Глебов, И.Т. Резание древесины/И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 256 с.
- 2. Глебов, И.Т. Решение задач по резанию древесины/ И.Т. Глебов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 288 с.
- 3. Глебов И.Т., Неустроев Д.В. Справочник по дереворежущему инструменту. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. – 253 с.
- 4. Глебов И.Т. Оборудование отрасли. Тестовые задания. Учебное пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – 71 с.
- 5. Глебов И.Т. Оборудование отрасли. Справочник по резанию древесины. Екатеринбург: УГЛТУ, 2009. – 314 с.
- 6. Глебов И.Т. Конструкции и испытания деревообрабатывающих машин. Учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2012. – 352 с.
- 7. Глебов И.Т. Оборудование отрасли: конструкция и эксплуатация деревообрабатывающих машин. Учебное пособие. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. – 286 с.

Понятия и определения

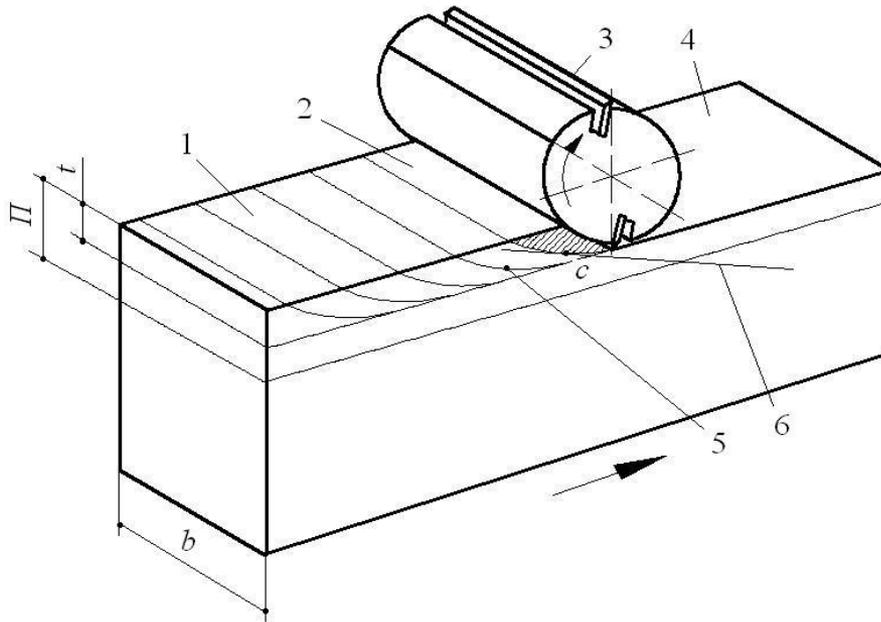
- **1.1. Станок** – рабочая машина, на которой изменяется форма и размеры заготовки методом резания.
- **1.2. Заготовка**
- *Заготовка* – это предмет, подвергаемый изменению формы, размеров и шероховатости [1, 2].
- После завершения механической обработки из заготовки получается изделие (обработанная деталь), т.е. предмет труда.

Резание древесины

1.1. Понятие о резании

Резанием называют технологический процесс разрушения связей между частицами материала обрабатываемой заготовки по проектной поверхности лезвием режущего инструмента с целью получения детали требуемой формы, размеров и шероховатости.

Лезвие – клиновидный элемент режущего инструмента. Оно предназначено для проникновения в материал заготовки и отделения срезаемого слоя.



1.2. Движения при резании

При резании лезвие и заготовка одновременно перемещаются относительно друг друга. Эти движения называют рабочими. К ним относят движения главное, подачи, касательное и результирующее.

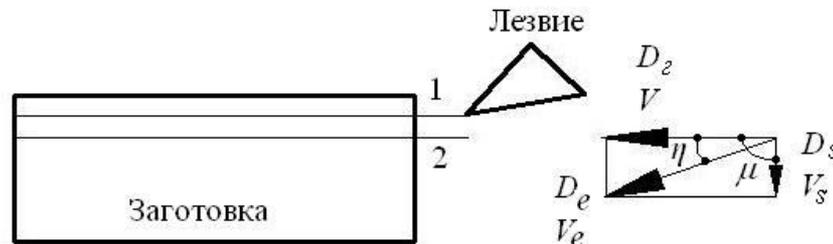
Главным движением резания D_g называется движение режущего инструмента или заготовки, предназначенное для удаления одного срезаемого слоя.

Скорость главного движения V – это скорость главного движения резания.

Движением подачи D_s называется прямолинейное поступательное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, предназначенное для подведения к лезвию нового срезаемого слоя.

Касательное движение D_k – это прямолинейное или вращательное движение режущего инструмента или заготовки, скорость которого направлена вдоль режущей кромки

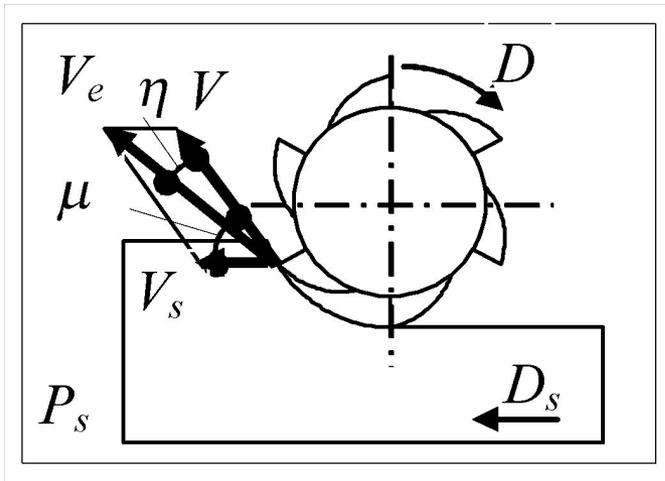
Результирующее (суммарное) движение резания D_e является следствием нескольких одновременно осуществляемых движений и включает главное движение, движение подачи и касательное движение



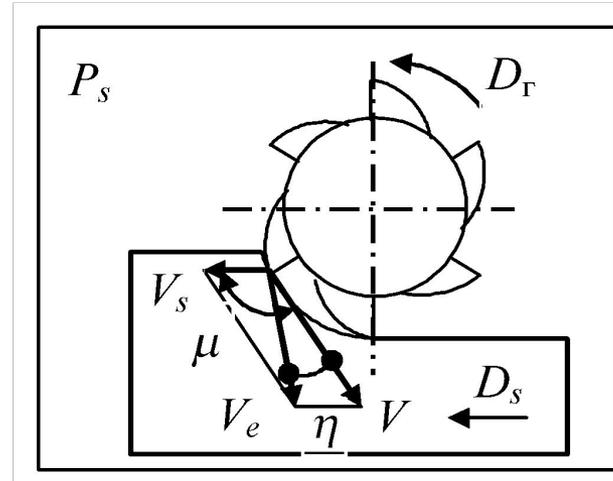
1.3. Углы скоростей

Углом подачи μ называется угол в рабочей плоскости между направлениями скоростей движения подачи и главного движения резания.

Углом скорости резания η называется угол в рабочей плоскости между направлениями скоростей результирующего движения резания и главного движения резания.

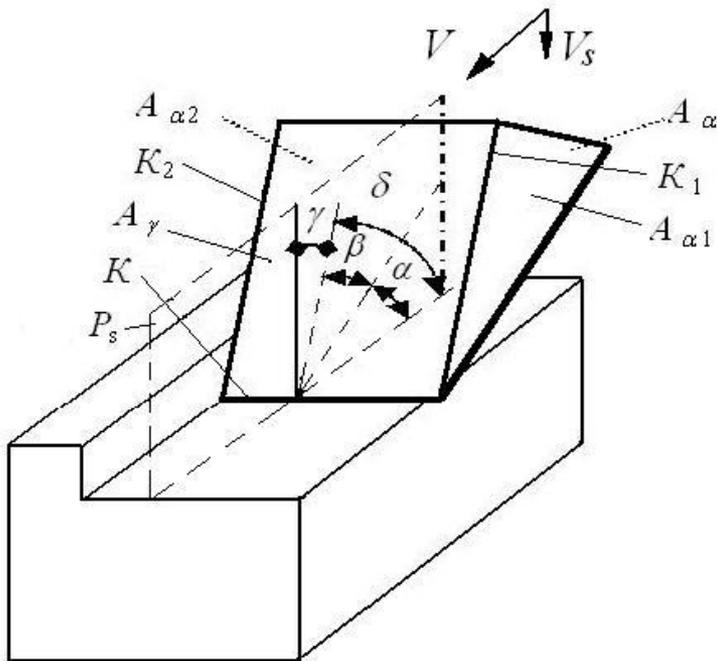


a



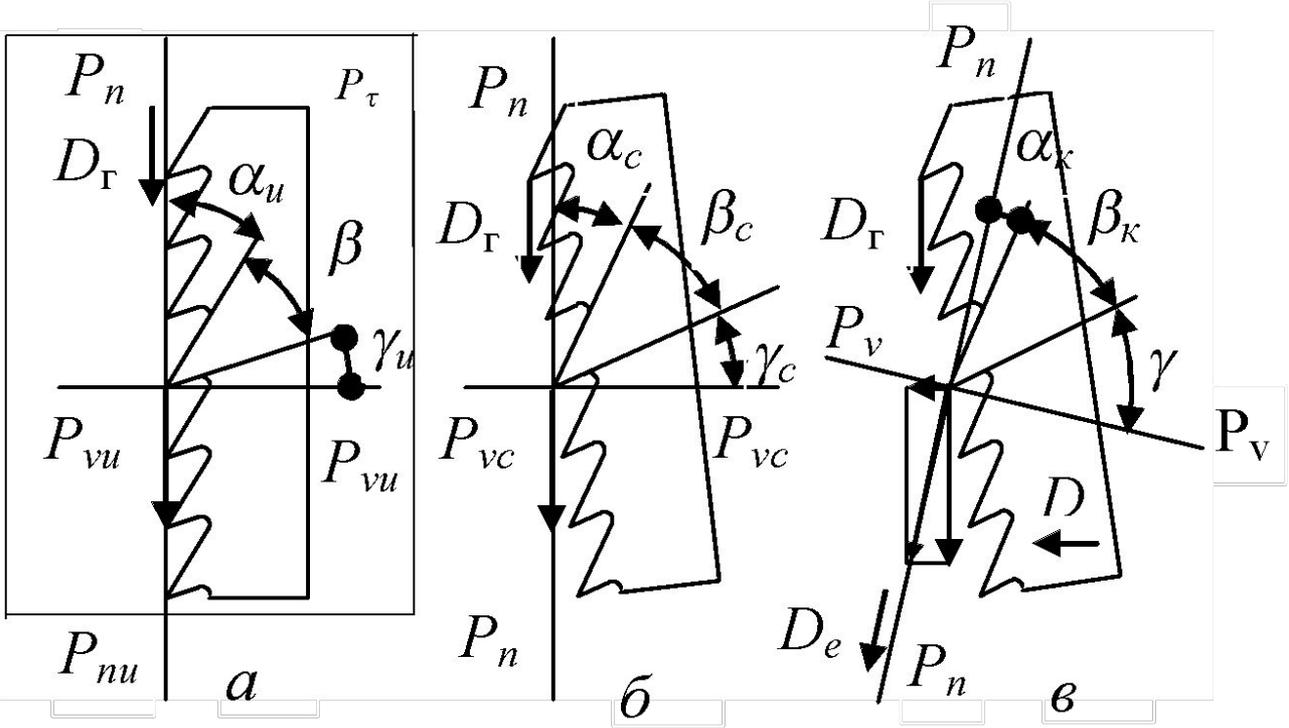
б

Элементы лезвия



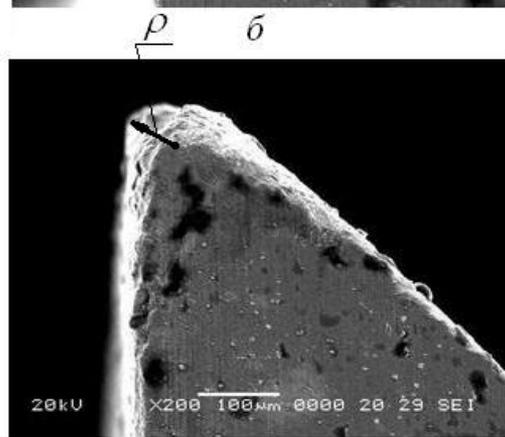
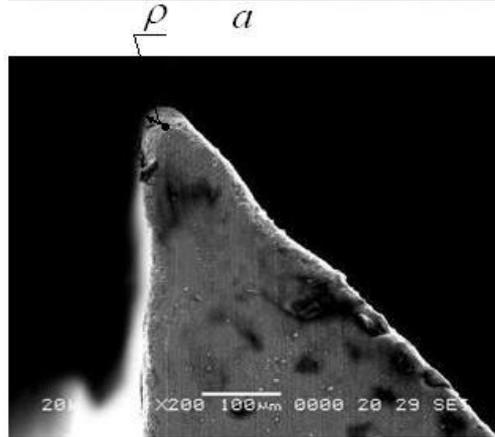
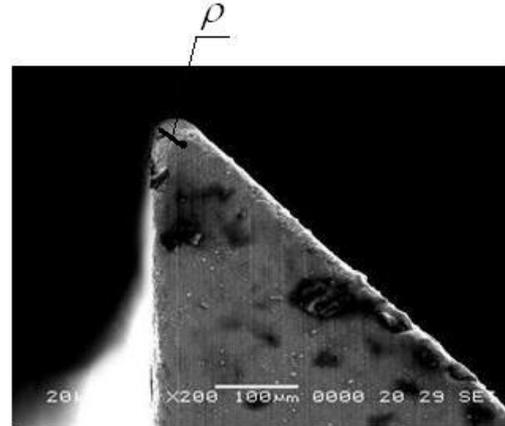
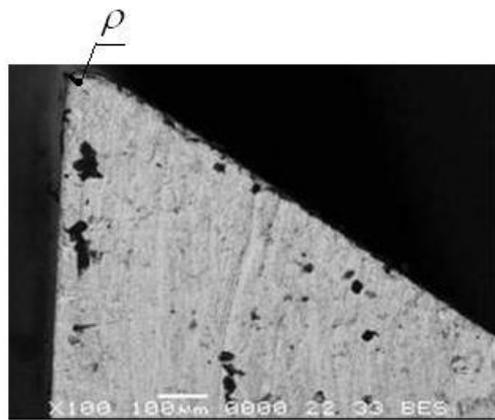
- **Передней поверхностью лезвия A_{γ}** называется поверхность лезвия, контактирующая в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой (рис. 7). По ней сходит стружка.
- **Задней поверхностью лезвия A_{α}** называется поверхность лезвия, контактирующая в процессе резания с поверхностью резания (она обращена к обработанной поверхности). Если у лезвия имеется несколько задних поверхностей, то одна из них называется главной задней поверхностью A_{α} , а остальные – вспомогательными задними поверхностями $A_{\alpha 1}$, $A_{\alpha 2}$.
- **Режущими кромками лезвия** инструмента называют линии пересечения передней поверхности с задними. Часть режущей кромки, формирующая большую сторону сечения срезаемого слоя, называется главной режущей кромкой K , остальные – вспомогательными режущими кромками K_1 , K_2 .

Угловые параметры лезвия, системы координат



Износ и затупление лезвий

- *а* – вновь заточенное лезвие;
- *б* – затупленное лезвие;
- *в* – изношенное лезвие с лунками на его поверхностях; *г* – очень тупое лезвие
- Заточенное, острое лезвие имеет плоские переднюю и заднюю поверхности. При этом режущая кромка представляет собой кривую поверхность, соединяющую переднюю и заднюю поверхности лезвия. Для сравнения лезвий по остроте условно в поверхность режущей кромки вписывают окружность радиуса ρ . Для острого лезвия принимают значение $\rho = 5 \dots 6$ мкм (для фрез) и $\rho = 10$ мкм (для пил). Для очень тупых лезвий $\rho = 60$ мкм. Такое деление лезвий по остроте – весьма условное.



Микрогеометрия режущей кромки

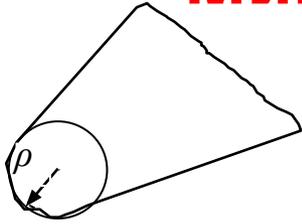


Рис. 1. Схема реального лезвия

Для лезвия любой остроты величину радиуса округления можно описать следующим выражением:

$$\rho = \rho_0 + \Delta\rho, \quad (2)$$

где ρ – радиус округления режущей кромки произвольной остроты, мкм;

ρ_0 – радиус округления режущей кромки после заточки, мкм ;

$\Delta\rho$ – величина прироста затупления за время работы, мкм.

Для лезвий из сталей ХВГ и 85ХФ принимают следующие значения ρ_0 : у фрез $\rho_0 = 4 \dots 6$ мкм; у пил $\rho_0 = 10$ мкм.

Прирост затупления

$$\Delta\rho = \gamma_{\Delta} L, \quad (3)$$

где γ_{Δ} – величина затупления режущей кромки на 1 м пути,

мкм/м; L – путь резца в заготовке, м.

При фрезеровании сосны инструментом из легированной стали принимают $\gamma_{\Delta} = 0,0008$ мкм/м, при пилении $\gamma_{\Delta} = 0,001$ мкм/м.

Влияние строения и свойств древесины на процесс резания

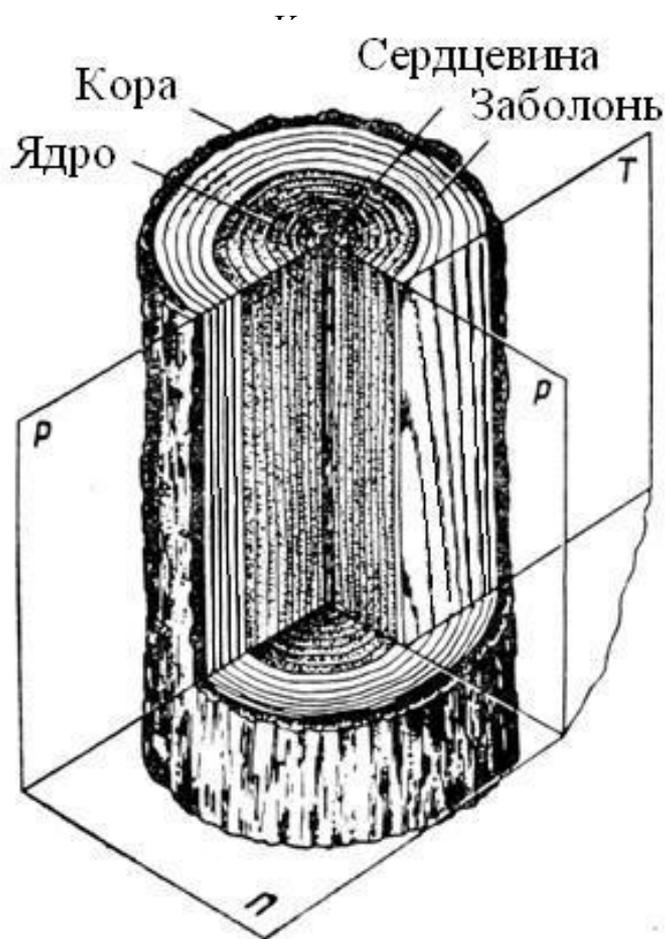


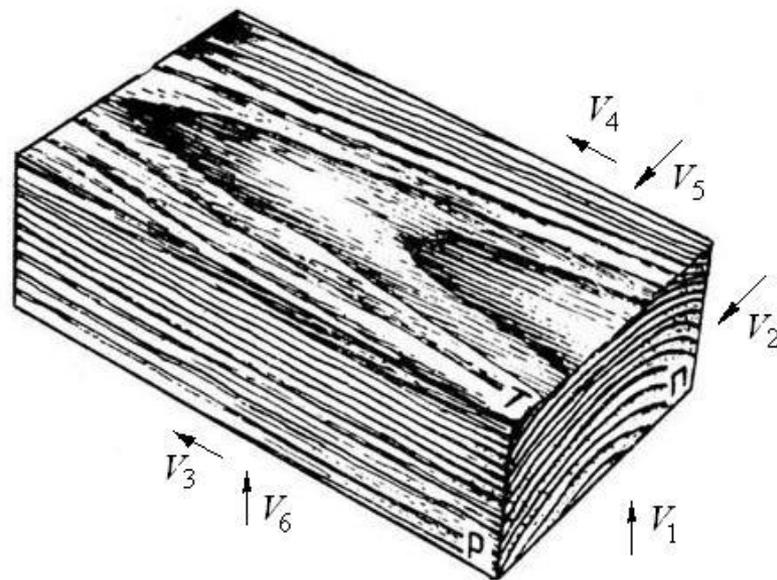
Рис. 23. Разрезы ствола:

П – поперечный

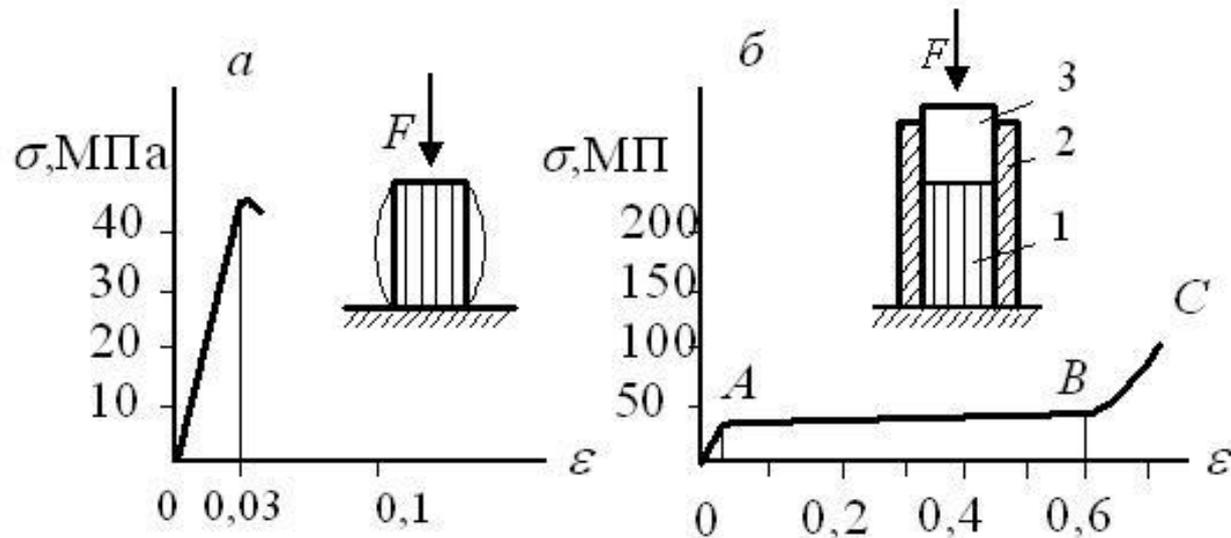
(торцовый);

Р – радиальный;

Т – тангенциальный

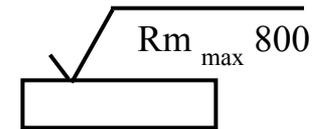


Сжатие древесины



- Древесинное вещество представляет собой материал клеточных стенок древесины. Плотность древесинного вещества не зависит от породы древесины и равна 1530 кг/м³

Шероховатость



Шероховатость деревянной поверхности по ГОСТ 7016-82

характеризуется параметрами, их числовыми значениями и наличием или отсутствием ворсистости и мшистости. Анатомические неровности древесины при этом не учитываются.

ГОСТ устанавливает пять параметров. Числовые значения параметров в мкм принимаются из следующих предпочтительных рядов чисел:

$R_{t\ max}$, R_t и R_z - 1600, 800, 400, 200, 100, 50, 25, 12,5, 6,3, 3,2;

R_a , S_z – 100; 50; 25; 12,5; 6,3; 3,2; 1,6; 0,8.

Пример обозначения шероховатости на чертеже $R_{t\ max} 800$:

Составляющие силы резания

При резании древесина оказывает сопротивление перемещению лезвия. Эту силу, действующую со стороны лезвия на заготовку, называют силой резания F .

В расчетах и исследованиях обычно пользуются составляющими силы резания – проекциями на координатные оси (рис. 28). Причем ось x проводят параллельно направлению Ve , а координатную плоскость XOY совмещают с плоскостью резания.

Проекциям силы резания присвоены следующие названия: главная составляющая силы резания (касательная) F_x , радиальная (нормальная) составляющая силы резания F_z и осевая составляющая силы резания F_y .

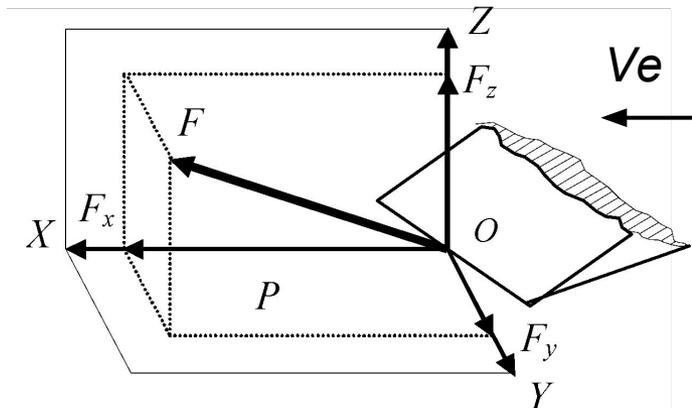


Рис. 28. Составляющие силы резания

Удельная сила, удельная работа, единичная сила резания

Удельная сила резания $F_{уд}$ есть отношение главной составляющей силы резания к площади поперечного сечения срезаемого слоя и имеет размерность МПа (Н/мм²):

$$F_{уд} = \frac{F_x}{ab}$$

где a , b – соответственно толщина и ширина срезаемого слоя, мм.

Удельная работа резания K есть работа главной составляющей силы резания, необходимая для срезания 1 см³ древесины, Дж/ см³. Согласно определению

$$K = \frac{A}{v} = \frac{F_x l}{abl} = \frac{F_x}{ab} = F_{уд}$$

где A – работа резания, Дж; v – объем срезаемого слоя, см³;

l – длина срезаемого слоя, м.

Таким образом количественно $K = F_{уд}$, но физический смысл их разный.

Зависимость главной составляющей силы резания от толщины срезаемого слоя

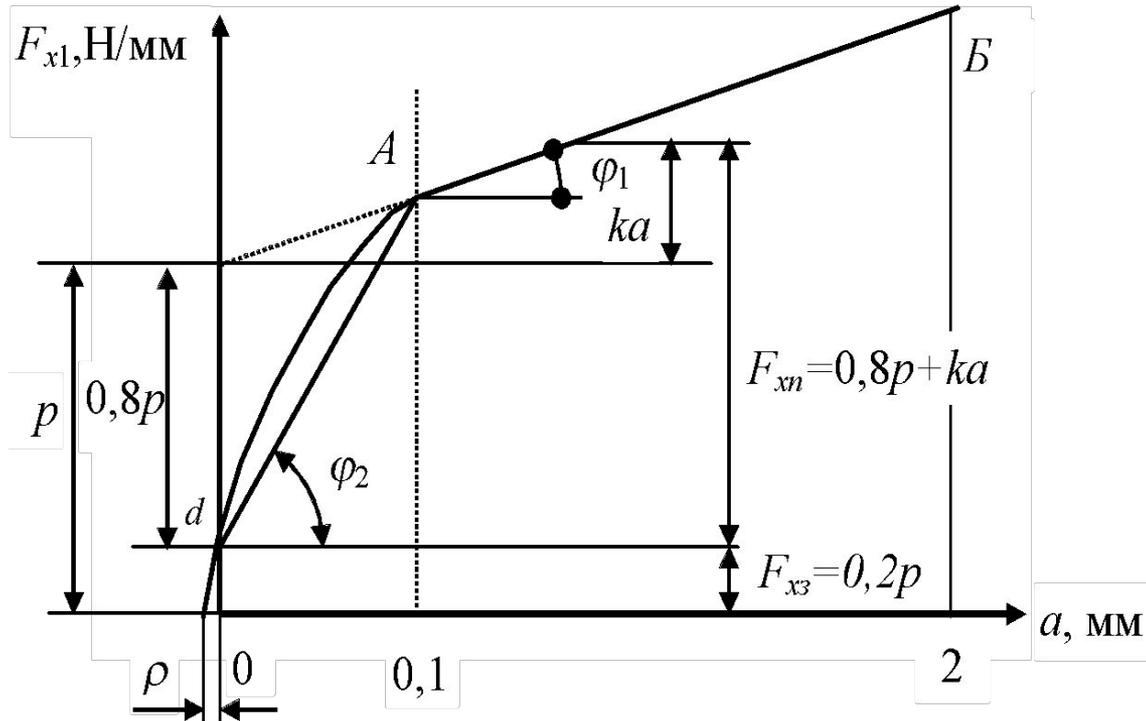
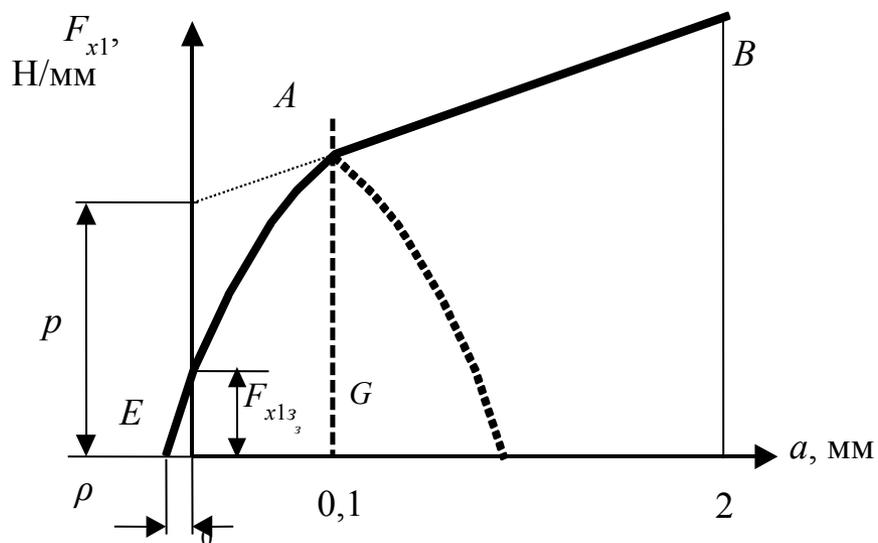


Рис. 32. Зависимость касательной силы от толщины срезаемого слоя

Изменение касательной силы резания в диапазоне микрослоев



Общее уравнение параболы в осях координат F_{x1} и a

$$F_{x1} = ca^2 + da + e, \quad (25)$$

где c, d, e – параметры параболы.

Рис. 33. Расчетная схема к определению касательной силы резания для микрослоев

$$F_{x1} = (p + 0,1k) \left(1 - \frac{1}{\lambda} a^2 + \frac{0,2}{\lambda} a - \frac{0,01}{\lambda} \right)$$

Расчетные уравнения для касательной силы резания

Уравнение единичной касательной силы резания для

– для макрослоев

$$F_x = (\alpha_p p + ka)b,$$

– для микрослоев

$$F_{x1} = (p + 0,1k) \left(1 - \frac{1}{\lambda} a^2 + \frac{0,2}{\lambda} a - \frac{0,01}{\lambda} \right)$$

где λ – коэффициент:

$$\lambda = \rho_o^2 + 0,2\rho_o + 0,01$$

где ρ_o – начальный радиус закругления режущей кромки, мм.

Коэффициент затупления лезвий

$$\alpha_p = 1 + \left(1 + 0,1 \frac{k}{p} \right) \frac{\Delta_p}{\rho_o + 50}$$

Влияние породы, влажности, температуры

$$F_x = F_{xc} a_{п},$$

Поправочные коэффициенты на породу древесины $a_{п}$ других пород имеют следующие значения:

Порода	Липа	Осина	Ель	Сосна	Ольха
$a_{п}$	0,8	0,85	0,95	1,0	1,05
Порода	Лиственница	Береза	Бук	Дуб	Ясень
$a_{п}$	1,1	1,25	1,4	1,55	1,75

Влажность, %	5...8	10...15	20...30	50...60	Более 70
a_{w}	1,1	1	0,93	0,89	0,87

Касательная сила резания при любой влажности:

$$F_{xw} = a_w F_{x,z}$$

где $F_{x,z}$ – касательная сила резания при влажности $W = 10...15\%$.

Влияние угла встречи с волокнами древесины

Расчетные формулы, рекомендуемые для определения значений параметров p и k , при переходных видах резания массивной древесины сосны:

- для продольно-торцового резания*
- для поперечно-торцового резания*
- для поперечно-продольного резания*
- для продольно-торцово-поперечного резания*

$$p_{//-\perp} = 1,57 + 3,23 \sin^{1,25} \varphi_c$$

$$k_{//-\perp} = 0,196\delta + 0,069V' - 5,4 + (0,354\delta + 0,127V' - 14,22) \sin^{1,25} \varphi_c$$

$$p_{\#-\perp} = 0,98 + 3,82 \sin^{1,25} \varphi_n$$

$$k_{\#-\perp} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,521\delta + (0,196 - C)V' - 19,03) \sin^{1,25} \varphi_n$$

$$p_{\#-//} = 0,98 + 0,59 \cos^2 \varphi_c$$

$$k_{\#-//} = 0,029\delta + CV' - 0,59 + (0,167\delta + (0,069 - C)V' - 4,81) \cos^2 \varphi_c$$

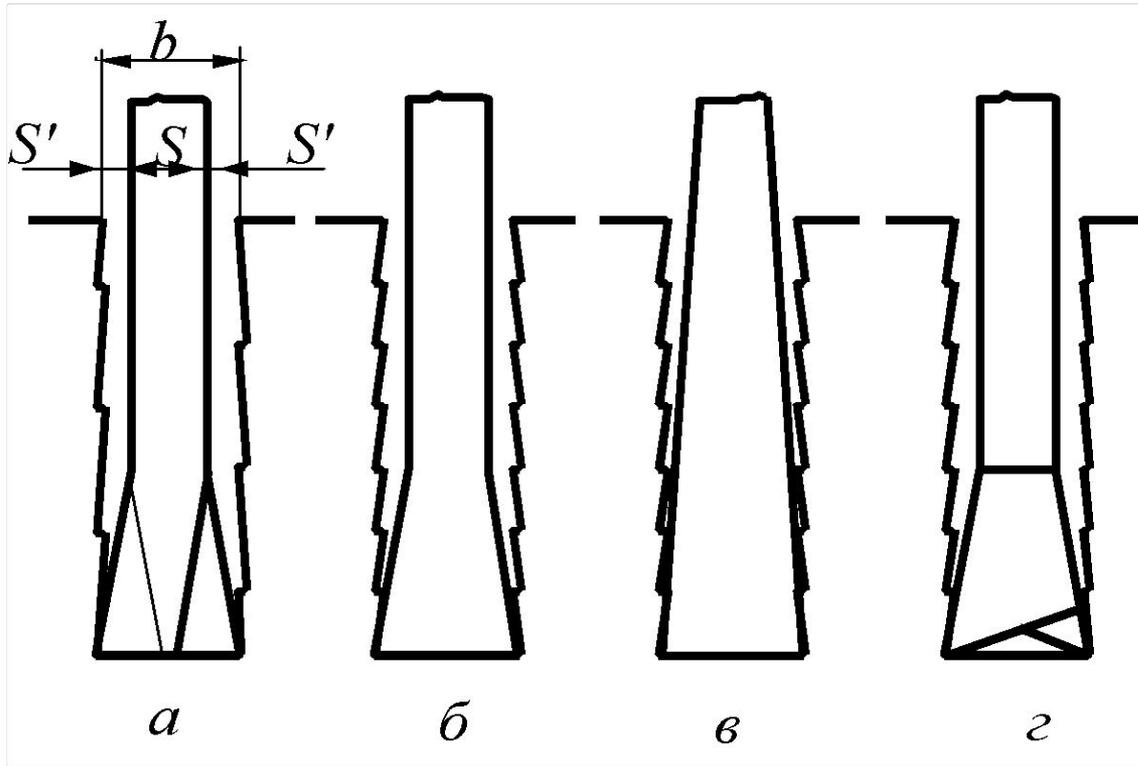
Здесь δ подставляют в град., V' – в м/с. Кроме того, если $V \leq 50$ м/с, то $V' = (90 - V)$, иначе $V' = V$; если $\delta \leq 55^\circ$, то $C = 0,059$, иначе $C = 0,069$.

Классификация процессов резания на станках



Рис. 51. Классификация процессов станочного резания

Пиление. Способы уширения пропила



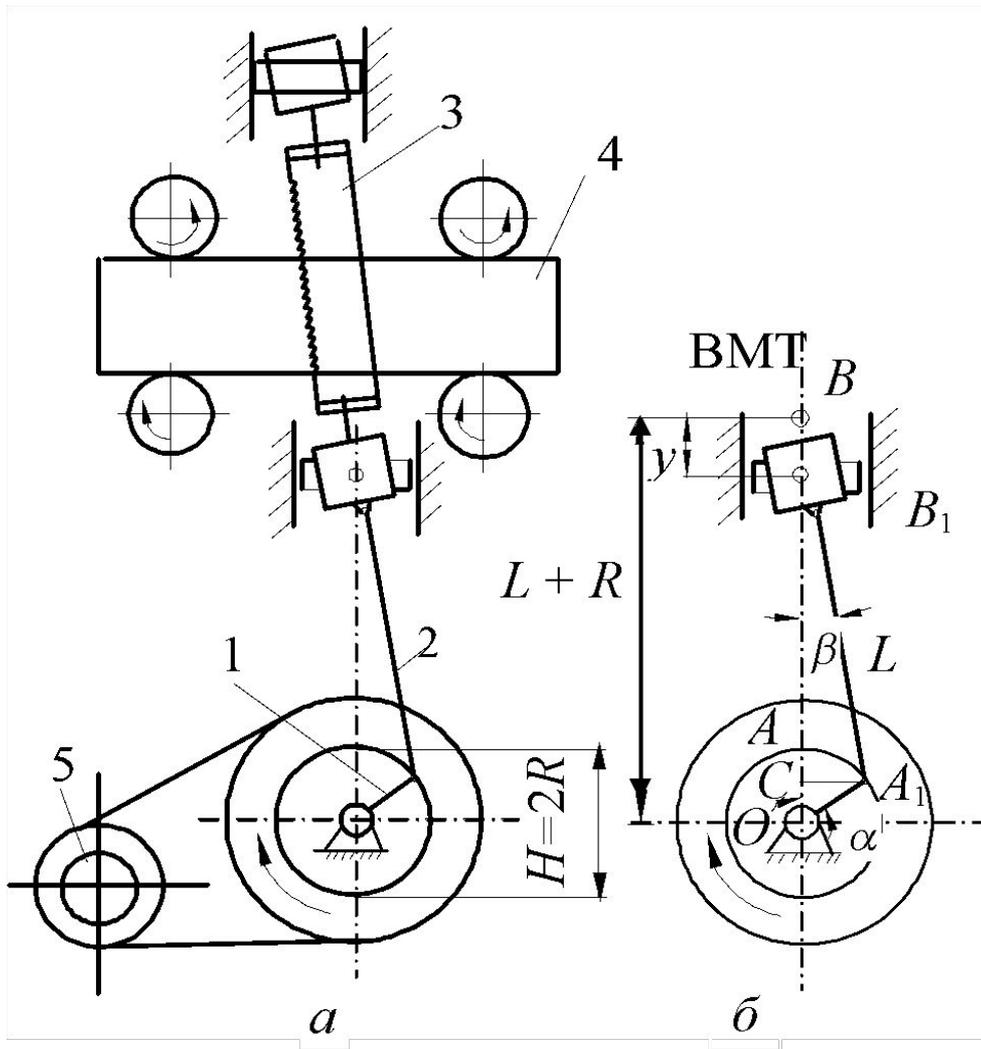
Способы уширения пропила:

a – развод зубьев; *б* – плющение зубьев;

в – использование строгальных пил;

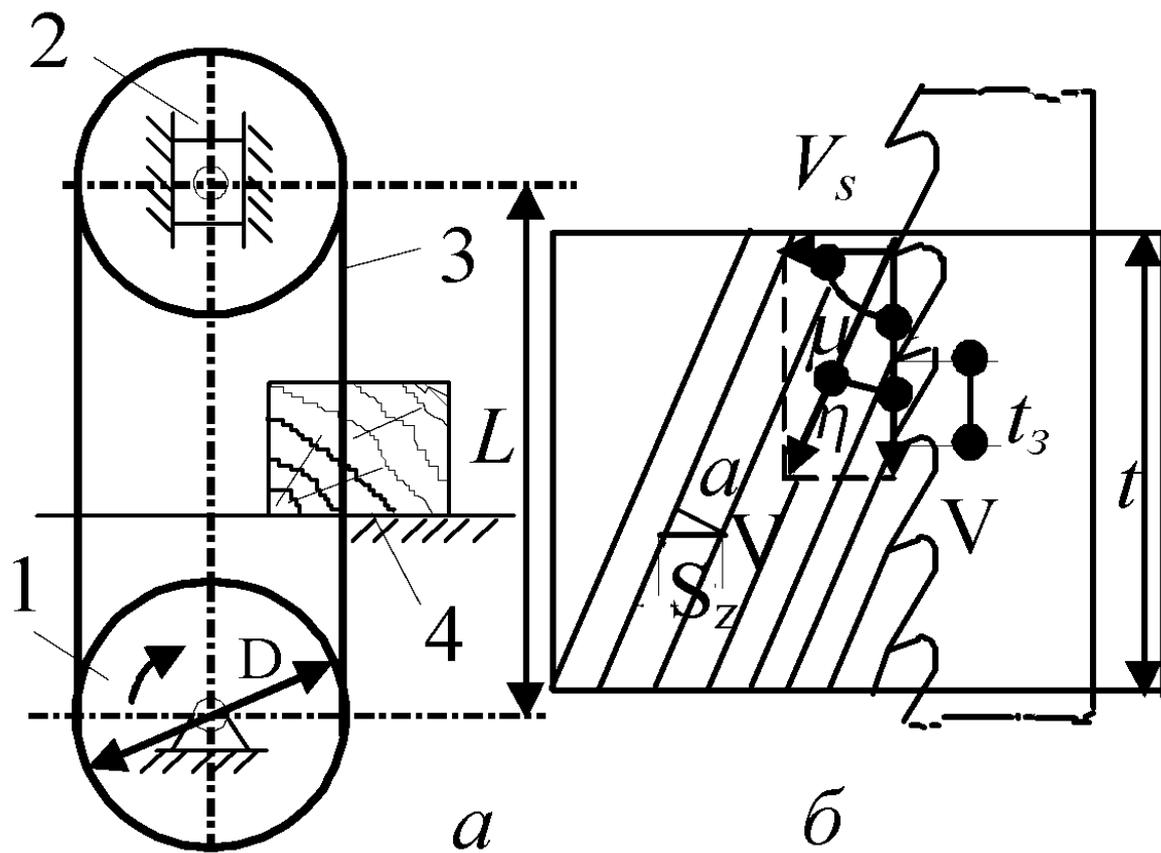
г – использование твердосплавных пил

Пиление рамными пилами



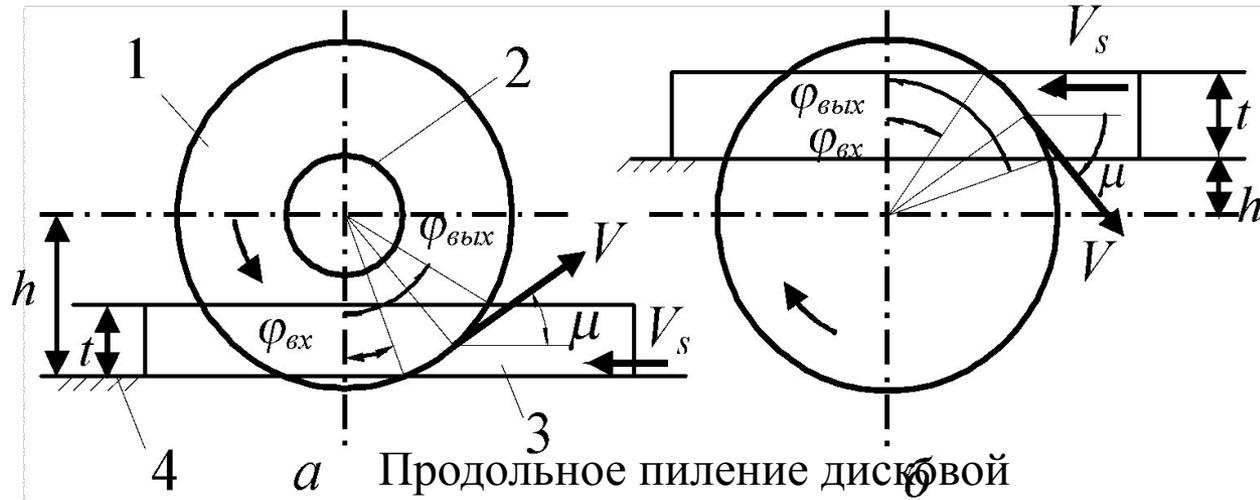
Лесопильная рама:
a – кинематическая
схема; *б* – кривошипно-
шатунно-олзунный
механизм

Пиление ленточной пилой



Пиление
ленточной
пилой:
 a – схема
ленточнопильного станка;
 b – геометрия
срезаемого слоя

Пиление круглой пилой

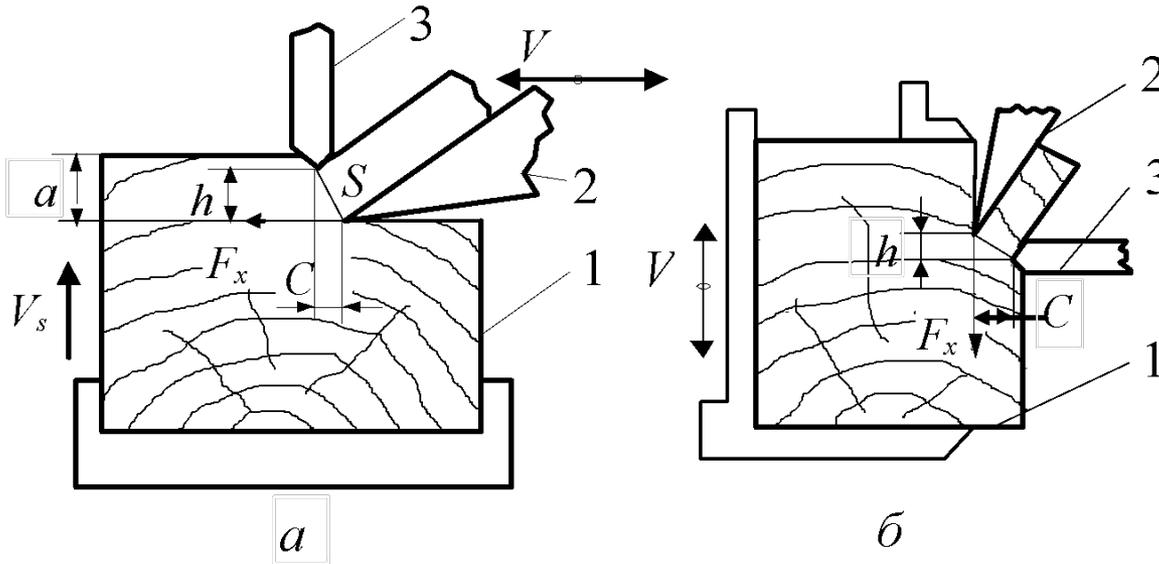


Продольное пиление дисковой пилой:

a – с верхним расположением пилой;

b – с нижним расположением пилой

Строгание



Строгание древесины на станках:

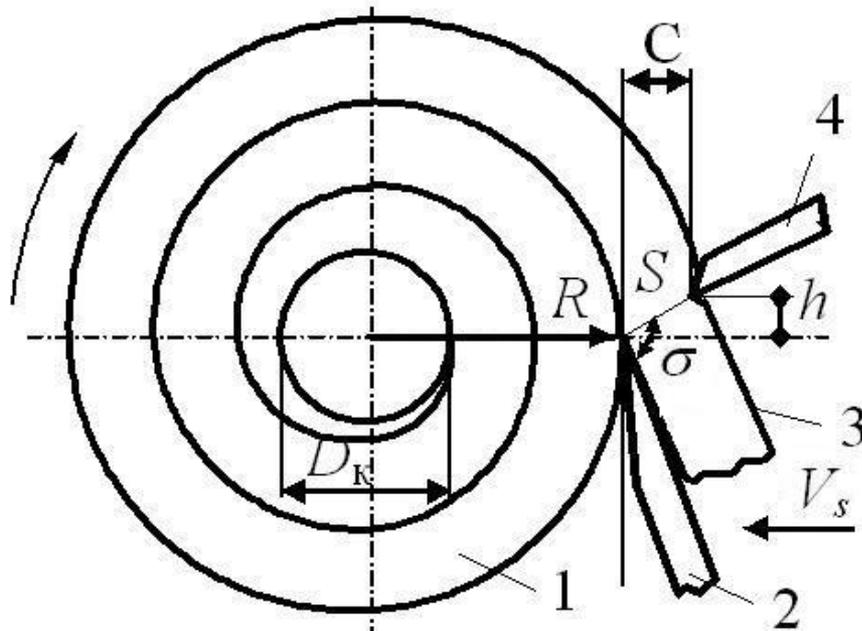
a – горизонтальных;
 $б$ – вертикальных

Строгание – процесс с прямолинейным поступательным движением резания, при котором плоскость резания, поверхности резания и обработанная совпадают.

Назначение. Строгание применяют для получения стружки-продукта или для формирования гладких обработанных поверхностей.

Лушение древесины

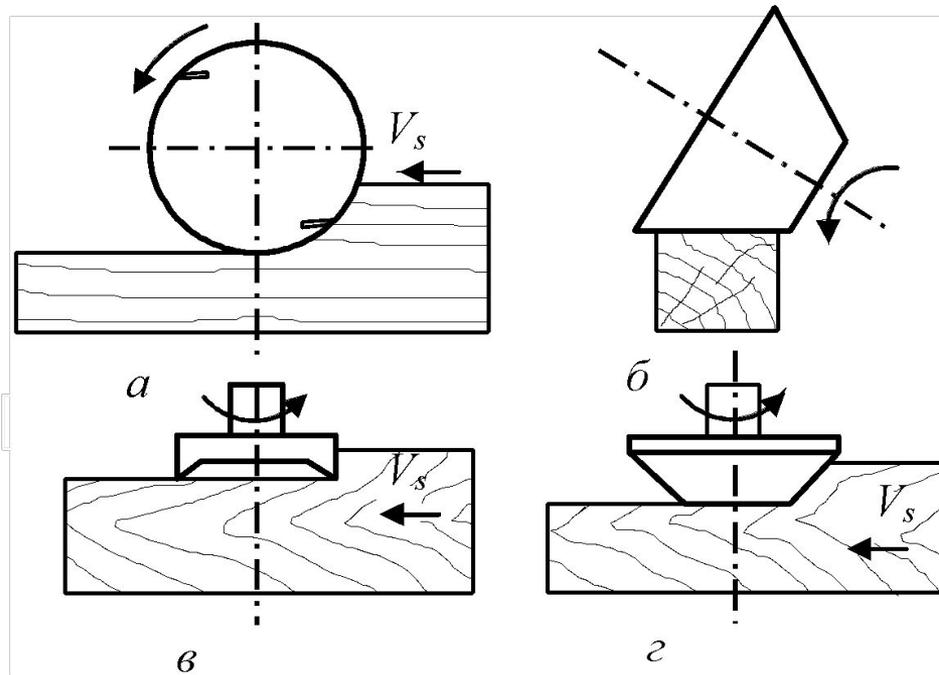
Лушение – это процесс поперечного срезания непрерывной стружки равномерной толщины с вращающегося чурака при подаче режущей кромки ножа в горизонтальной плоскости.



. Схема лушения древесины

Фрезерование

Фрезерование – процесс обработки материала вращающимися лезвиями, в результате которого припуск снимается путем последовательного срезания отдельных серповидных стружек.



Виды фрезерования
древесины:

a – цилиндрическое;

б – коническое;

в – торцовое;

г – торцово-коническое

Точение

Точение – это процесс резания древесины, при котором из заготовки получается тело вращения заданной формы, размеров и гладкости.

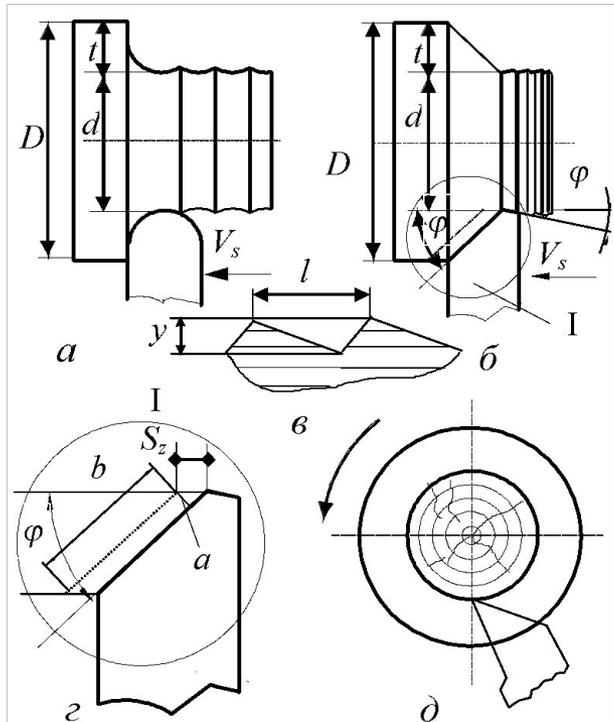


Рис. 84. Радиальное точение:
 a – черновое; b, d – чистовое;
 v – шероховатость поверхности;
 z – поперечные размеры среза

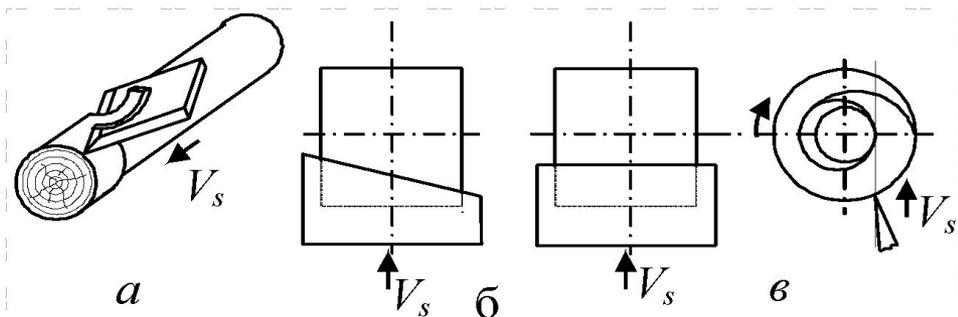


Рис. 65. Тангентальное точение:
 a – с продольной подачей;
 b, v – с поперечной подачей

Шлифование

- **Шлифование – это процесс зачистки обрабатываемой поверхности абразивным режущим инструментом.**
- Различают шлифование ленточное плоское (лента – шлифовальная шкурка), ленточное барабанное, ленточное цилиндрическое, дисковое, шлифование кругами.

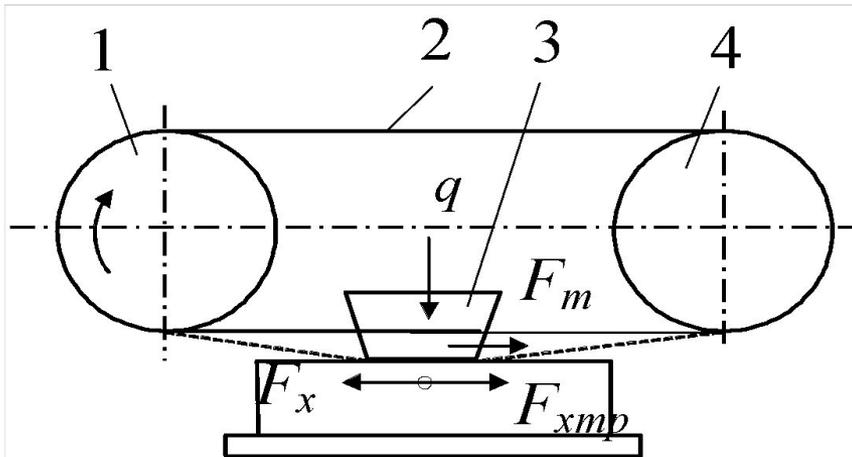


Рис. 88. Схема шлифования древесины

Сверление древесины

- **Сверление** – процесс образования в деревянных деталях сквозных и несквозных цилиндрических отверстий с помощью сверл.
- По направлению оси отверстия к волокнам древесины различают сверление продольное и поперечное. При поперечном сверлении ось сверла перпендикулярна волокнам древесины.

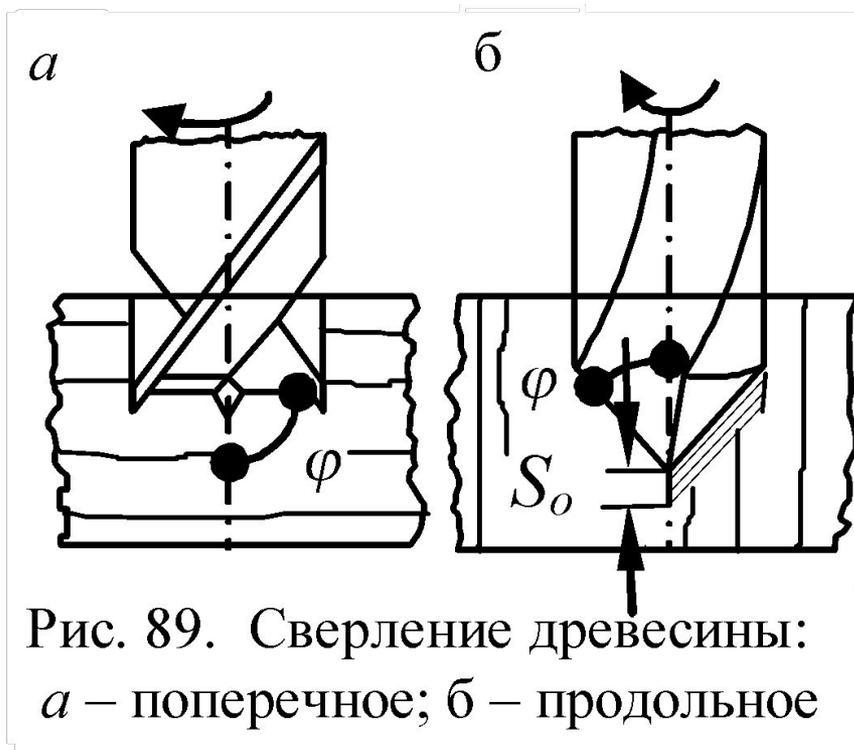


Рис. 89. Сверление древесины:
а – поперечное; б – продольное

Долбление гнездовой фрезой

Долблением получают гнезда шириной от 3 мм и более. Гнездовая фреза – мерный инструмент в виде пластины с зубьями на торцовой и боковой кромках (рис. 91).

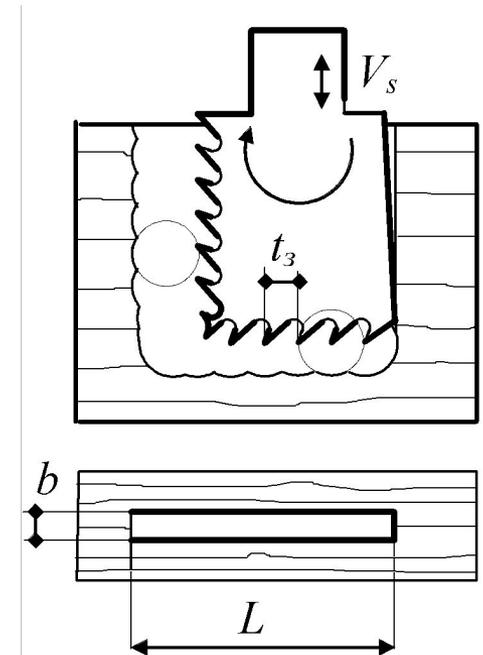


Рис. 91. Долбление гнездовой фрезой



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ =)

