

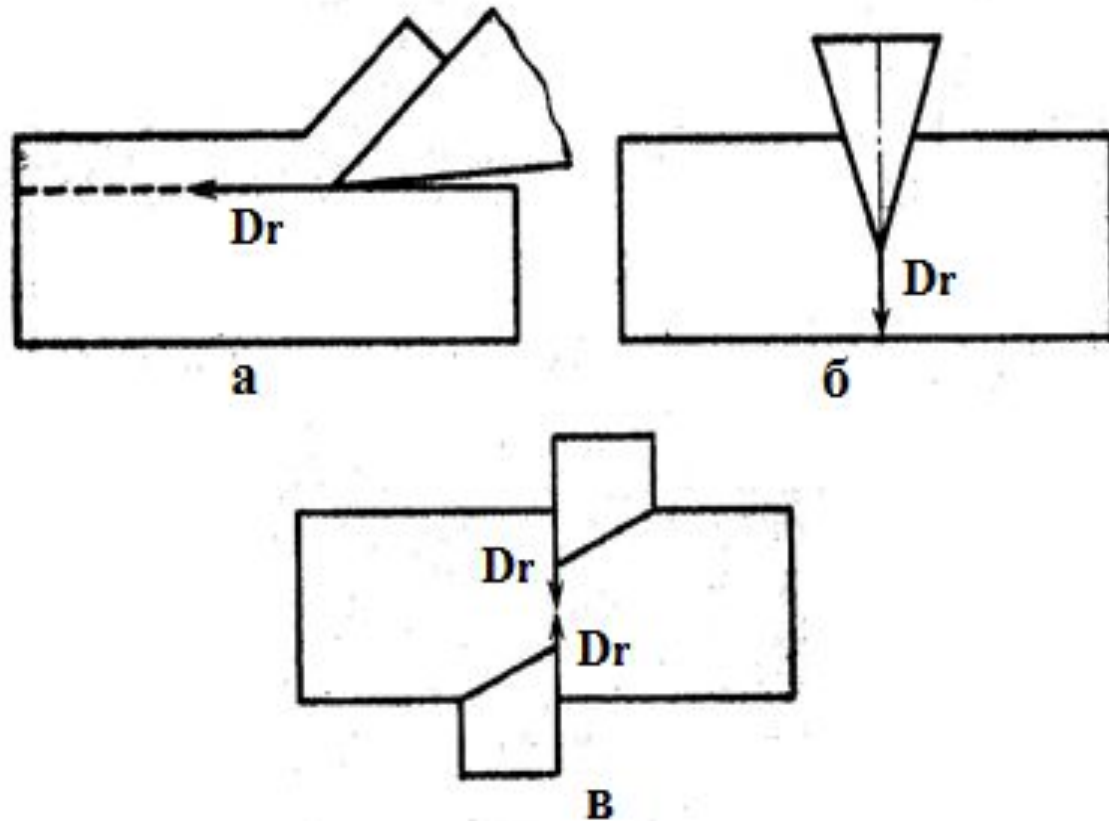
# Дереворежущие инструменты

Доктор технических наук, профессор  
Сергеевичев Александр Владимирович

# **Модуль 1. Резание древесины и древесных материалов**

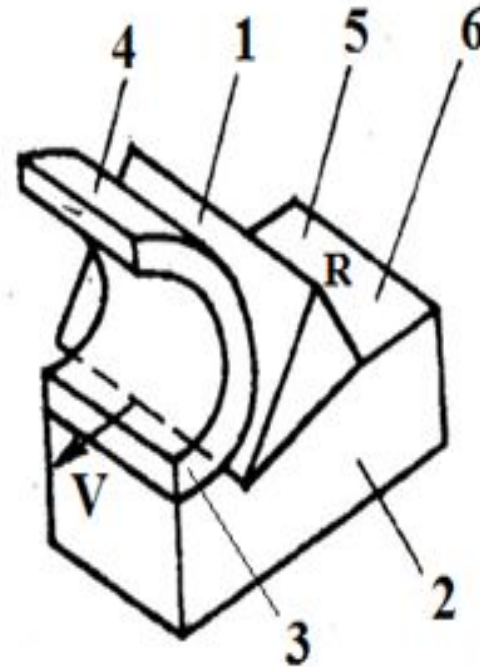
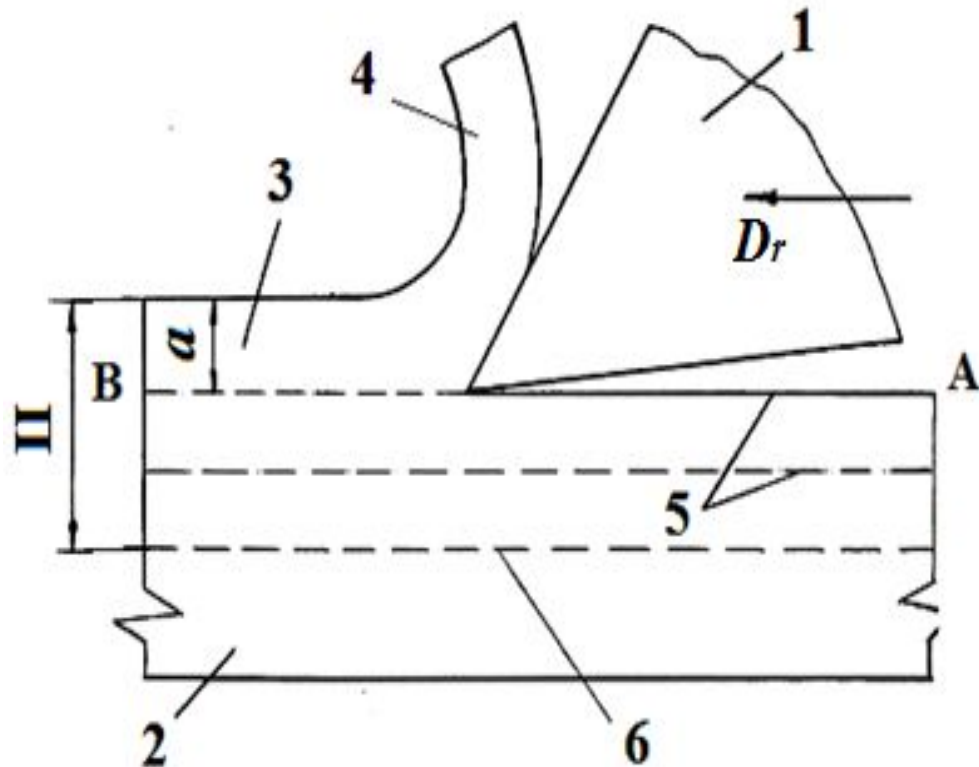
## **Модуль 2. Дереворежущие инструменты**

# Разновидности обработки материалов резанием



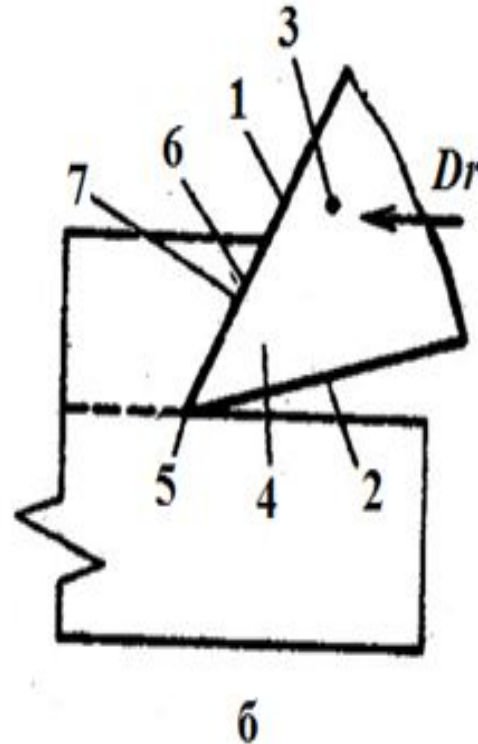
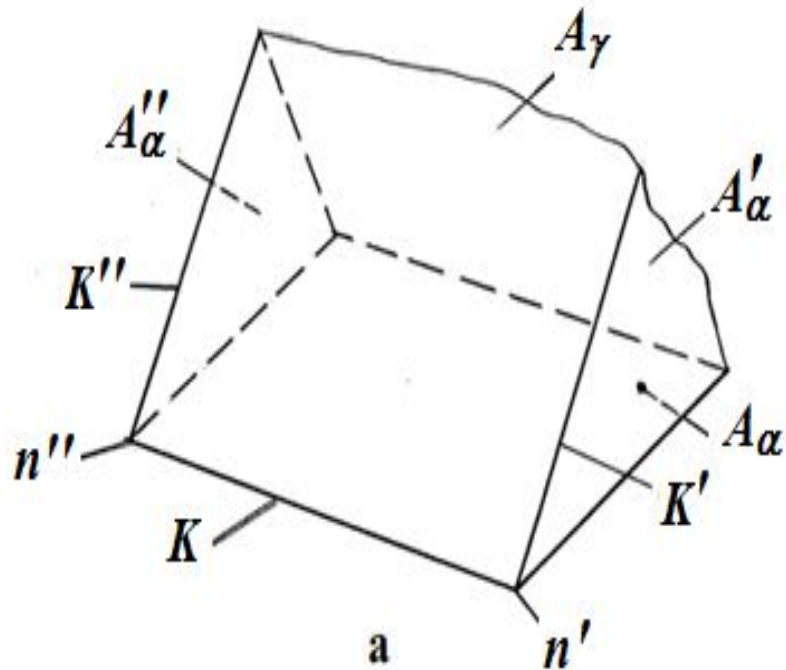
**а** – резание;  
**б** –  
разрезание; **в**  
– срезание.

# Лезвийное резание (строгание)



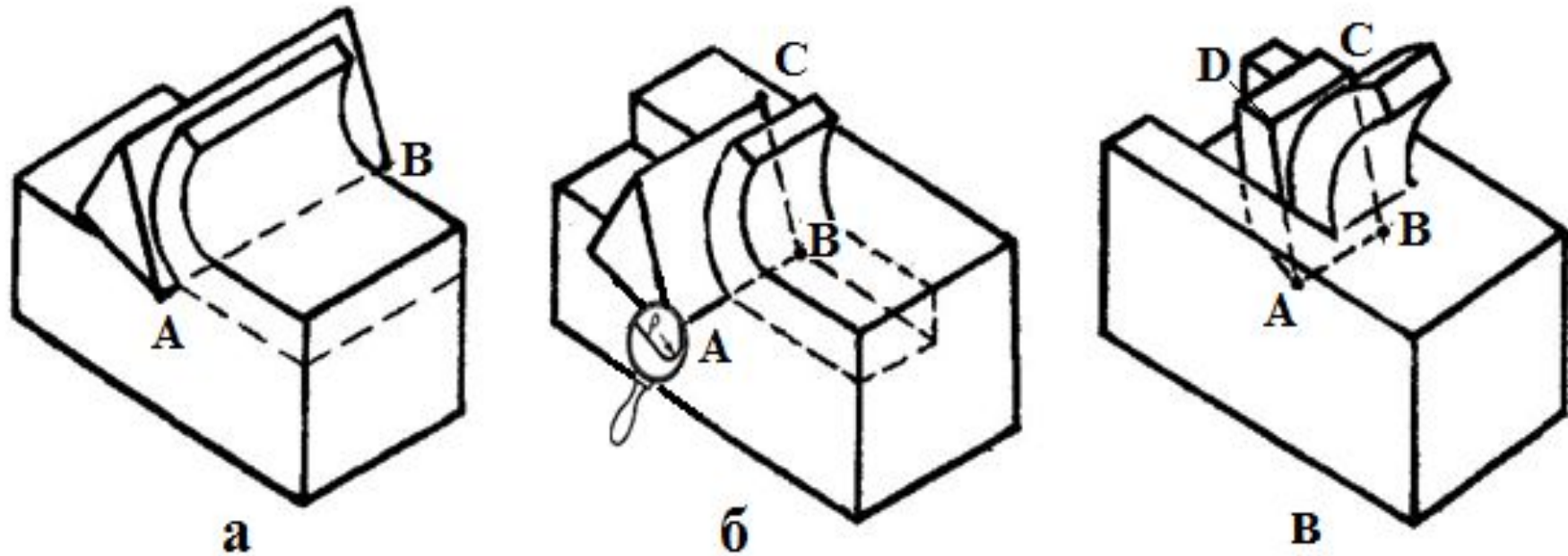
- 1 – лезвие;
- 2 – заготовка;
- 3 – срезаемый слой;
- $a$  – толщина срезаемого слоя;
- $\Pi$  – припуск на обработку;
- 4 – стружка;
- 5 – поверхность резания;
- 6 – обработанная поверхность;  $R$  – поверхность резания;
- $D_r$  – направление движения перемещения лезвия

# Основные элементы лезвия



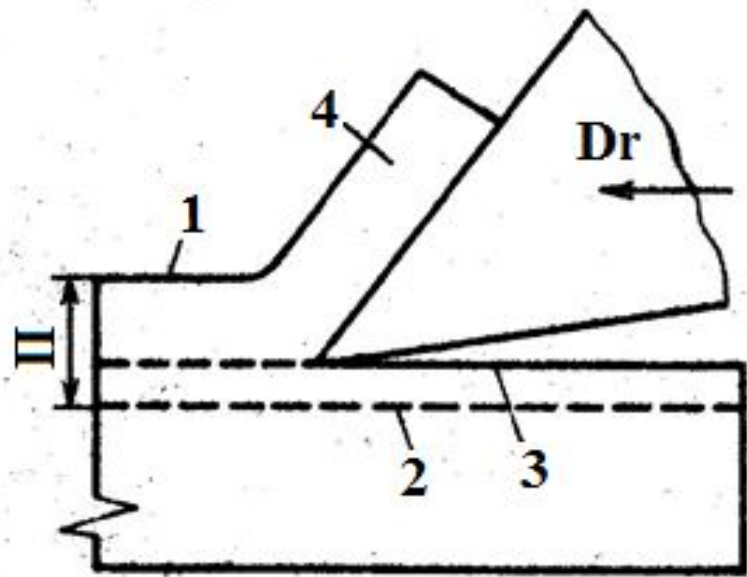
а – элементы идеального лезвия;  
б – взаимодействие идеального лезвия с древесиной в процессе резания. 1 – передняя поверхность; 2 – задняя поверхность, 3, 4 – задние боковые поверхности; 5 – главная режущая кромка лезвия; 6, 7 – боковые вспомогательные режущие кромки лезвия; 8, 9 – вершины лезвия

# Виды резания

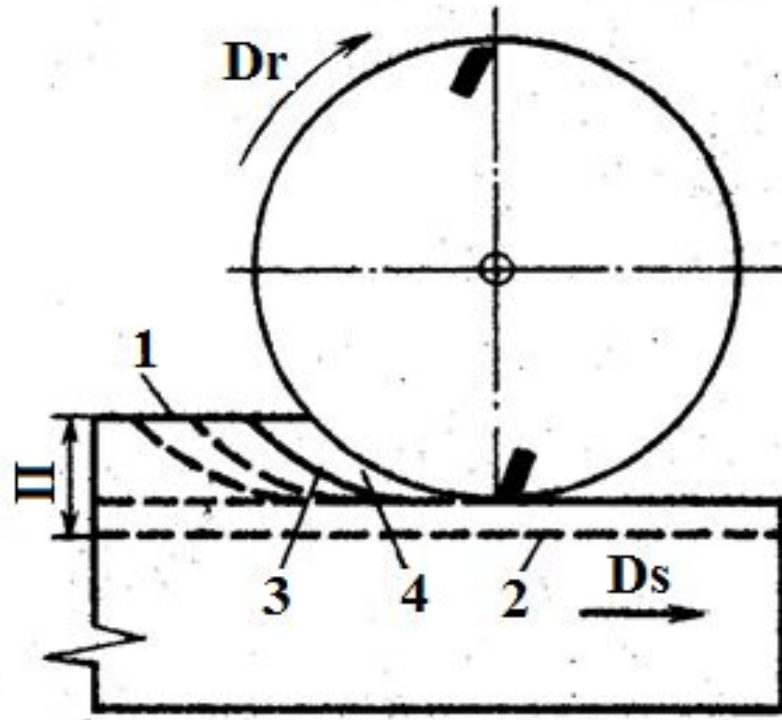


а – открытое; б – полузакрытое; в – закрытое

# Схемы прямолинейного (а) и вращательного (б) движения лезвия



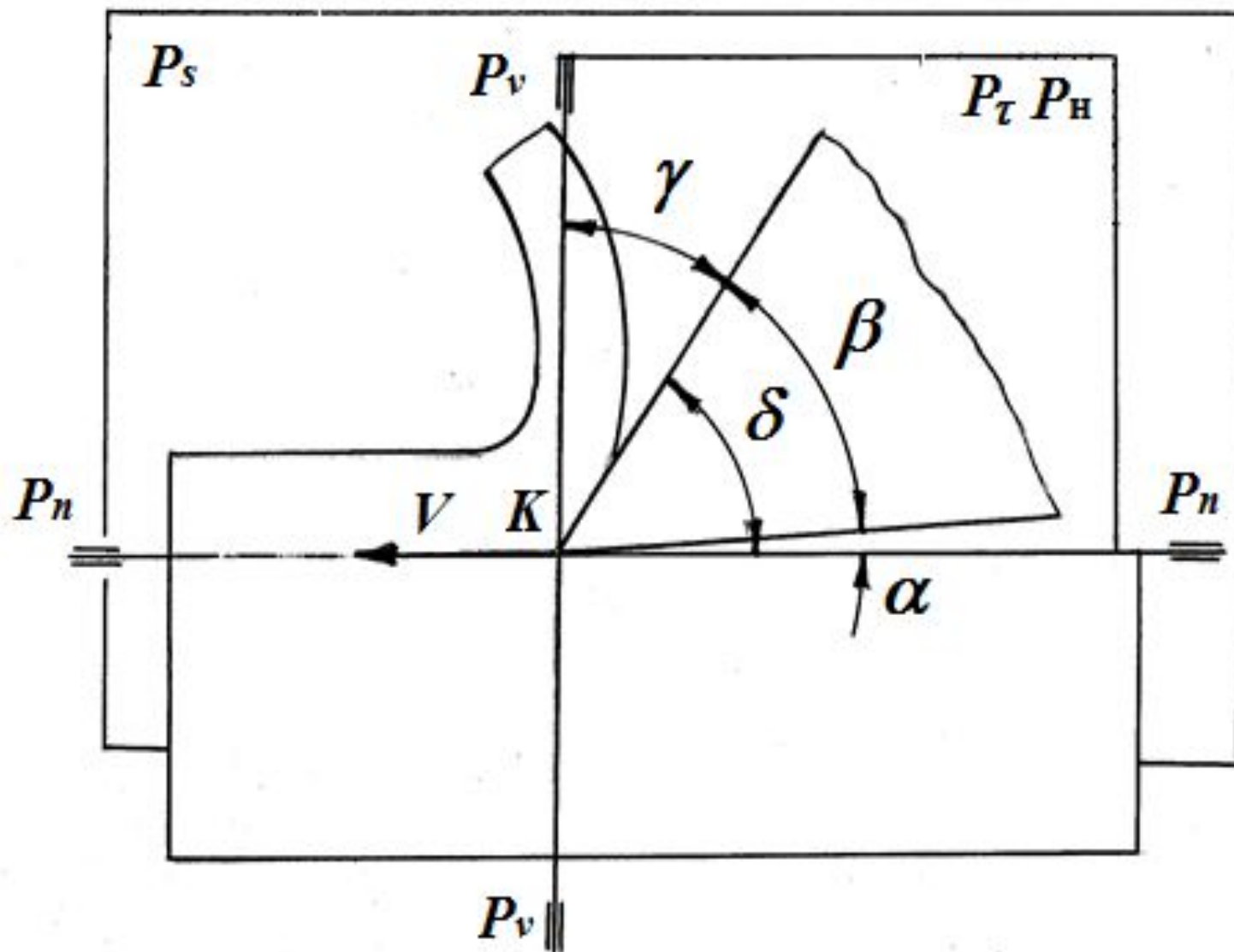
а



б

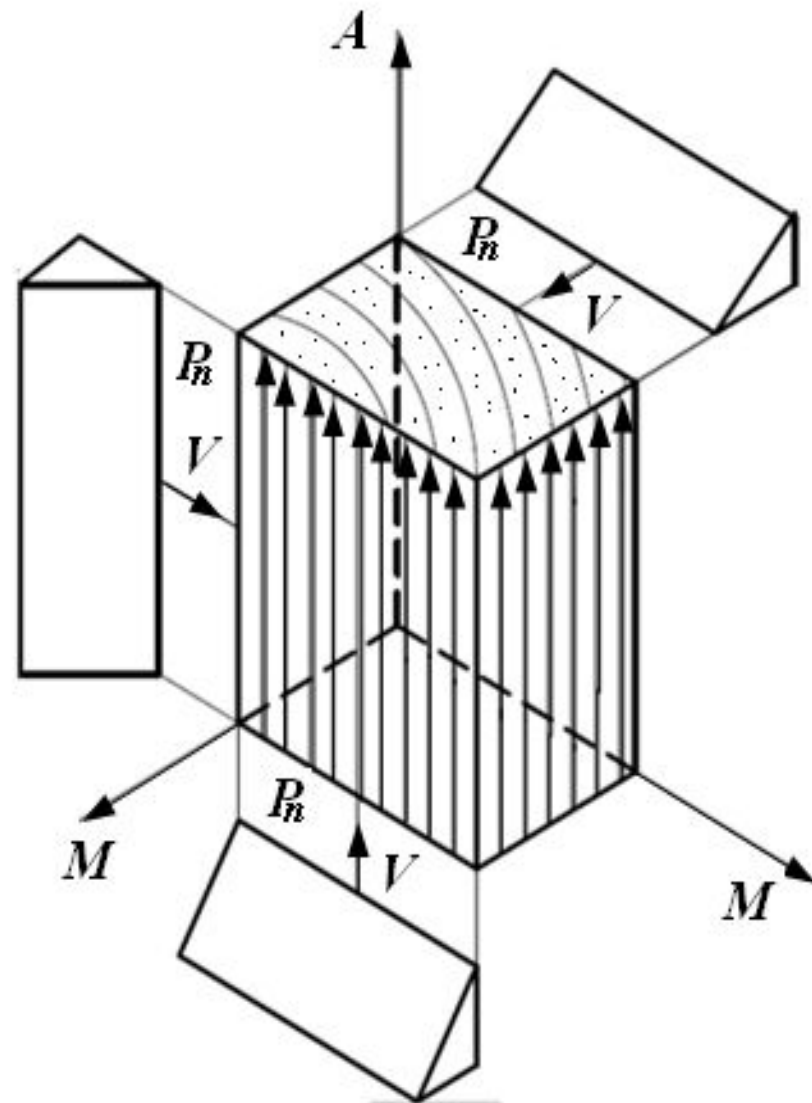
1 – обрабатываемая поверхность;  
2 – обработанная поверхность;  
3 – поверхность резания;  
4 – стружка;  
 $\Pi$  – припуск на обработку;  
 $D_r$  – направление движения резания;  
 $D_s$  – направление движения подачи.

# Главные угловые параметры лезвия

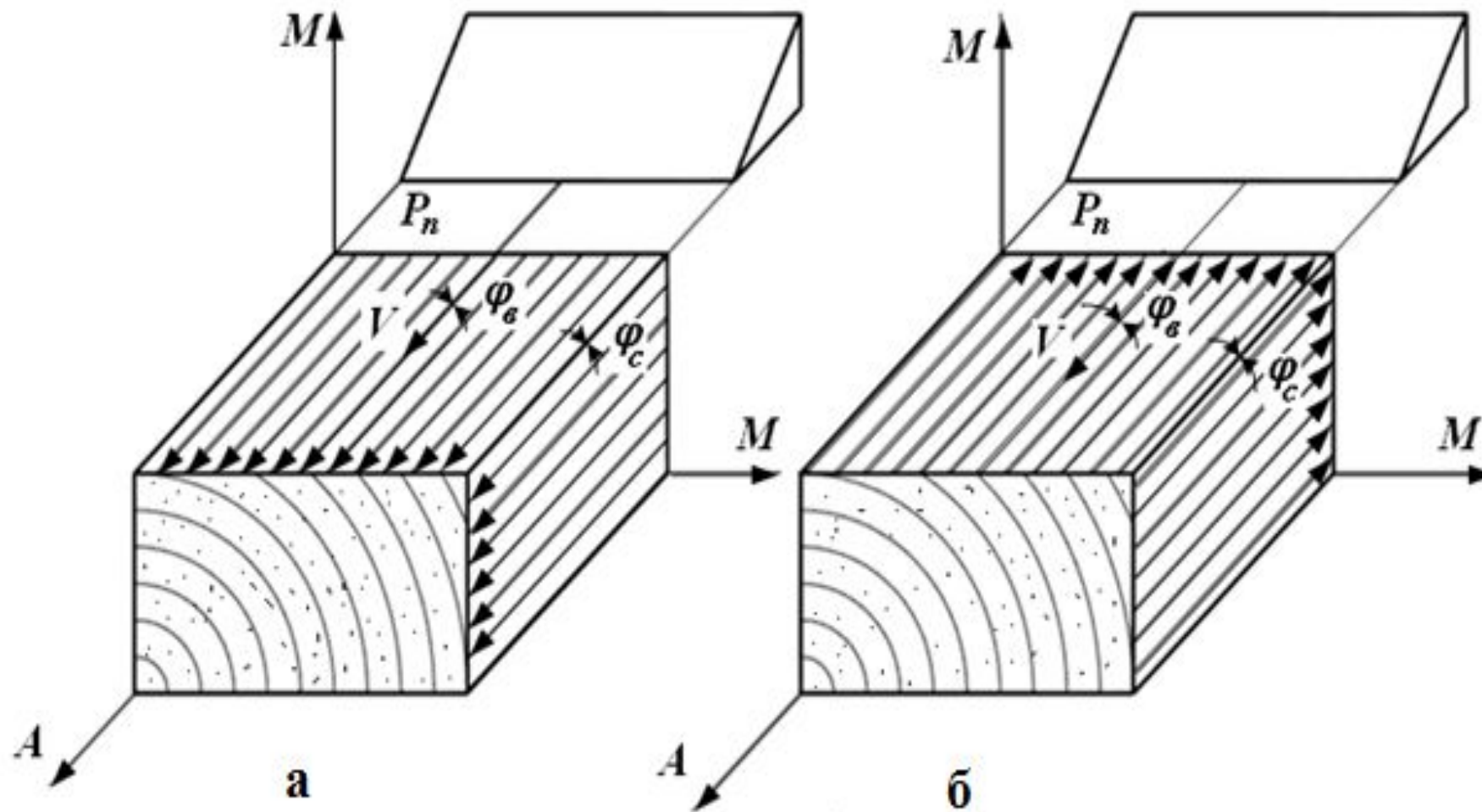




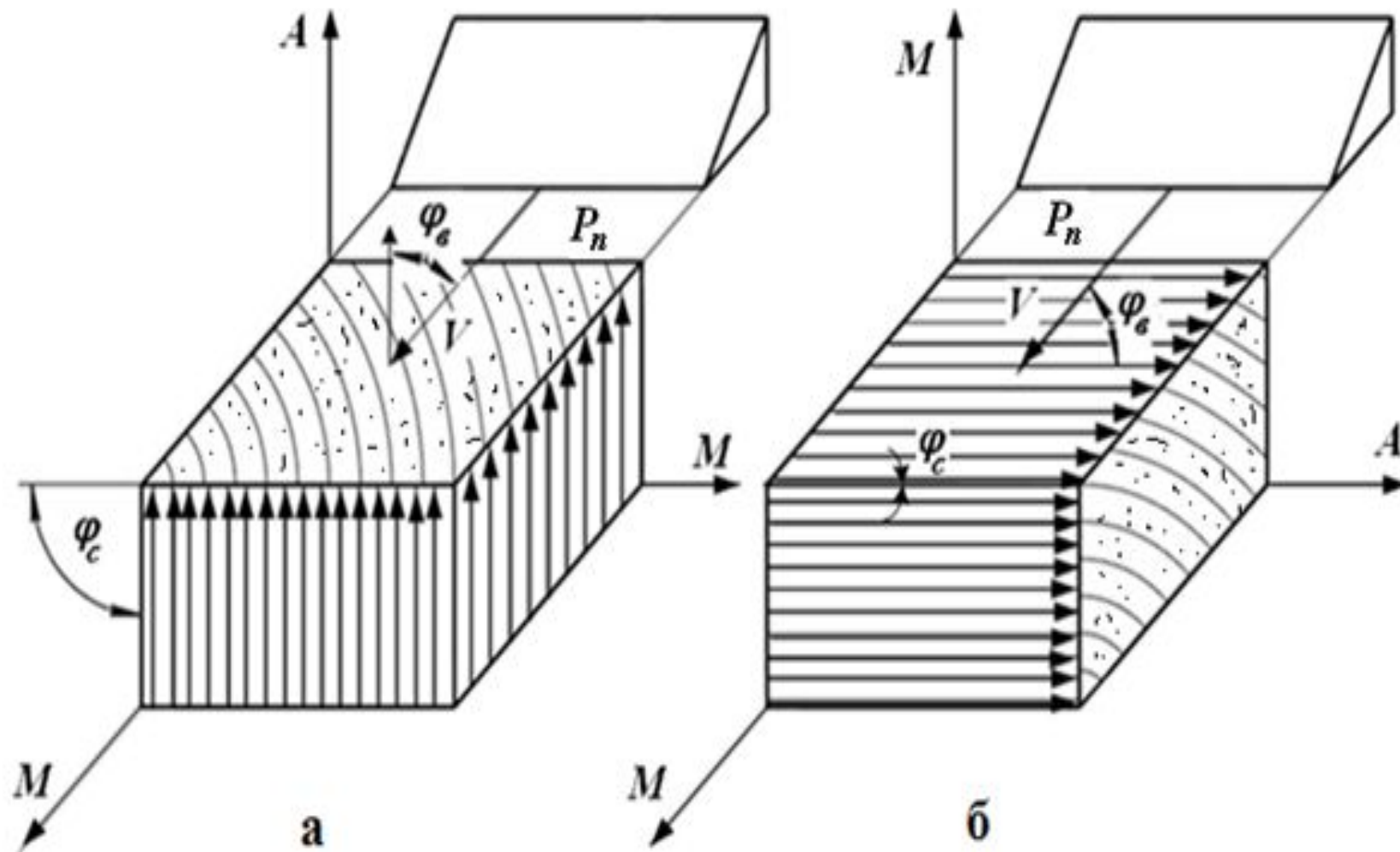
# Виды простого резания древесины



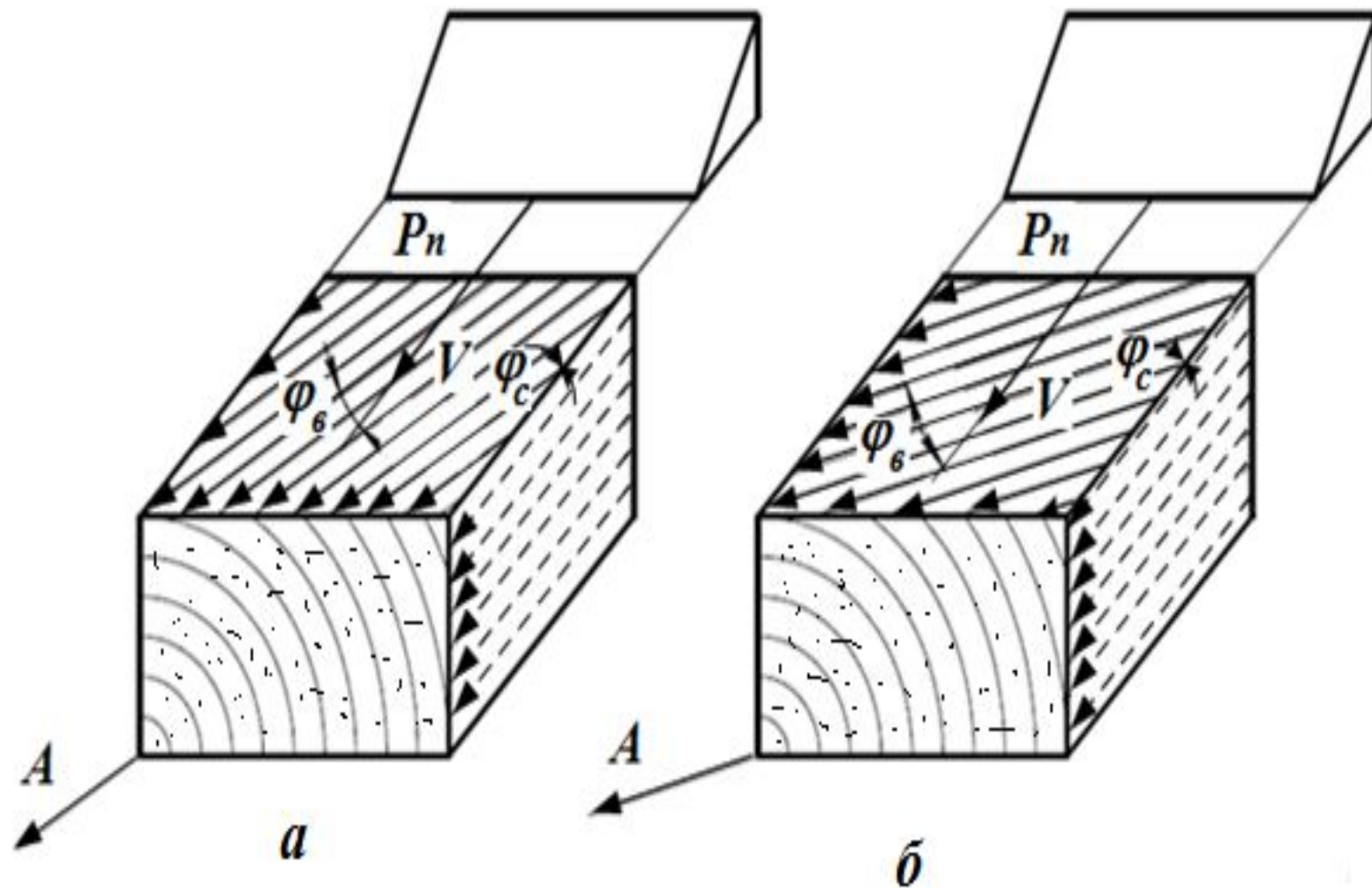
# Продольное попутное и встречное резание



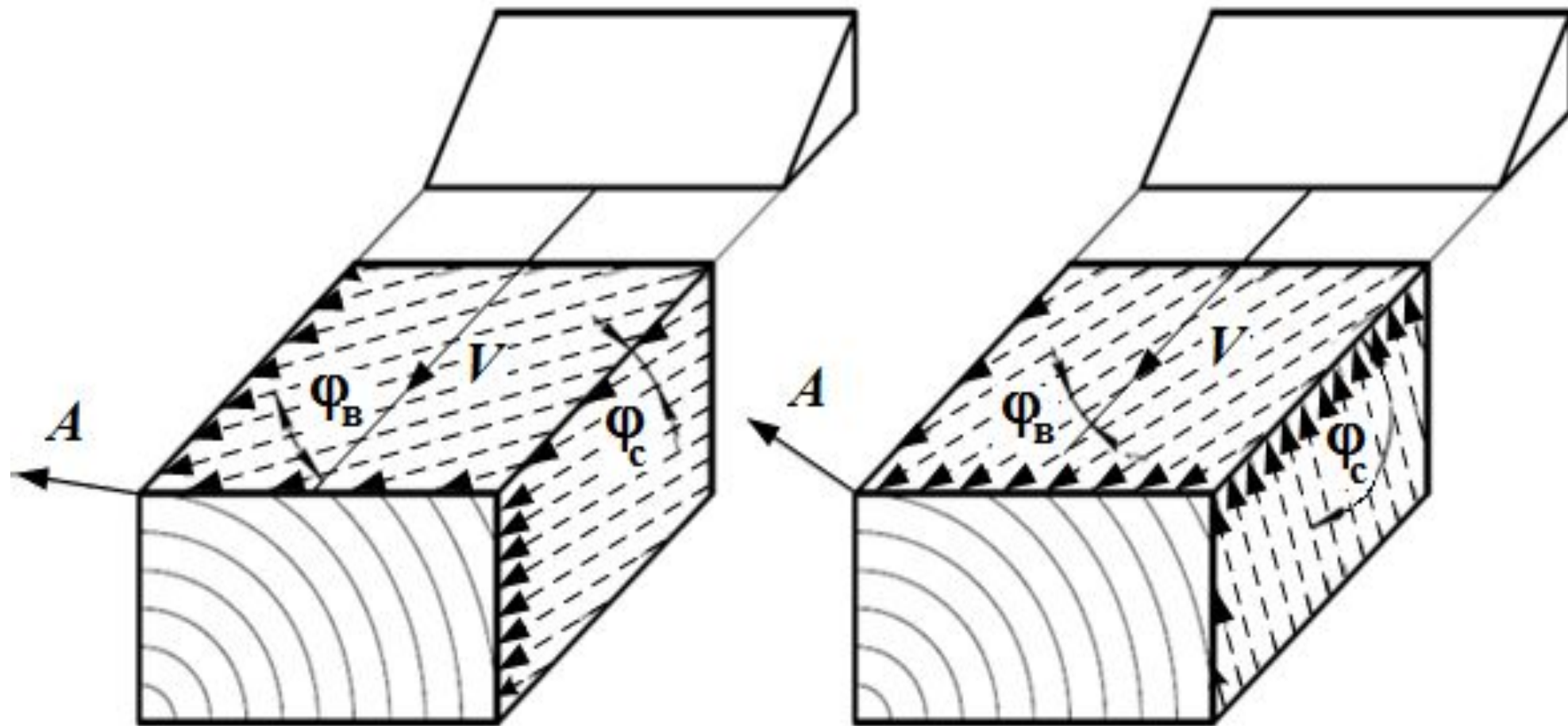
# Торцовое и поперечное резание



# Виды переходного резания древесины



# Виды смешанного резания древесины



# Классификация процессов станочного резания

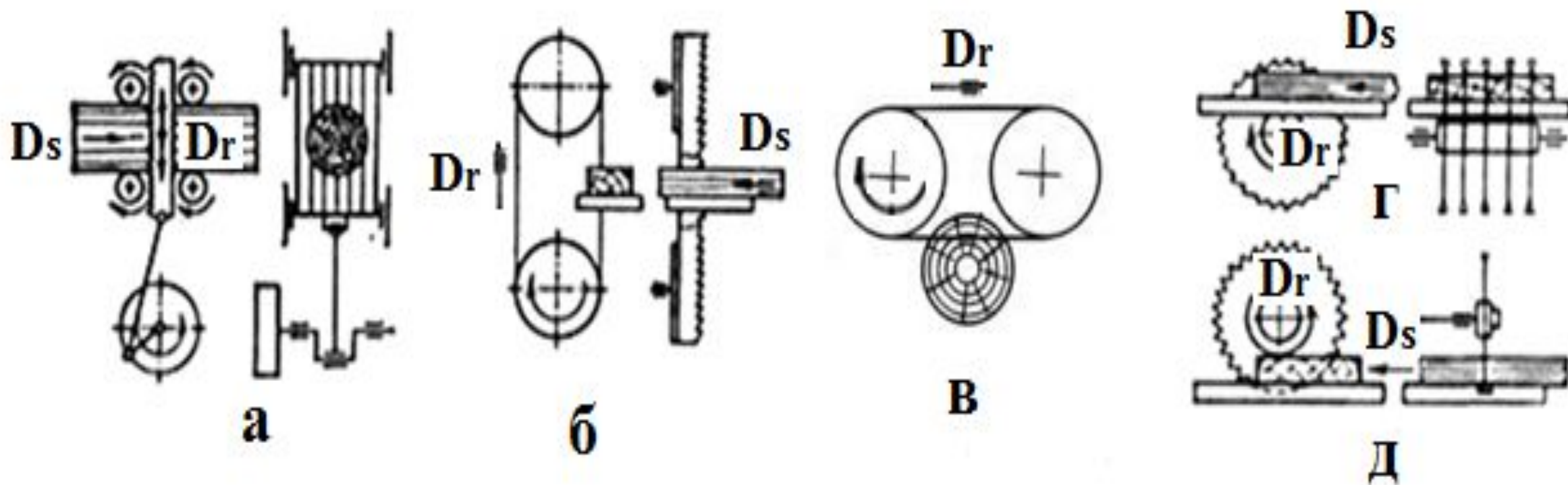


# Классификация станочного дереворежущего инструмента

Процессы резания (вид обработки)	Наименование инструмента	Наименование станков, на которых применяется инструмент
Пиление	Пилы полосовые, ленточные, круглые, дисковые, специальные.	Лесопильные рамы, вертикальные и горизонтальные ленточнопильные станки, круглопильные и лобзиковые станки
Фрезерование	Фрезы, ножи для фрезерования, фрезерные цепочки.	Продольно-фрезерные фрезерные, шипорезные, копировальные.
Шлифование	Шлифовальные шкурки, круги и шлифовальные головки.	Шлифовальные ленточные, цилиндровые и дисковые.
Точение	Токарные резцы	Токарные, круглопалочные,
Сверление и зенкование	Сверла и зенковки	Сверлильные, присадочные
Гнездообразование (долбление)	Долота, хвостовые фрезы цилиндрические и профильные, фрезерные цепочки.	Долбежные, сверлильно-пазовальные, цепно-долбежные.
Лушение, строгание	Ножи луцильные, шпонострогальные, рубительные, стружечные.	Луцильные, шпонострогальные, дощечкострогальные, рубительные машины и стружечные станки.
Бесстружечное резание	Ножи для ножниц, дисковые ножи, штампы, высечки.	Ножницы, форматные станки с дисковыми ножами, штампы, прессы.

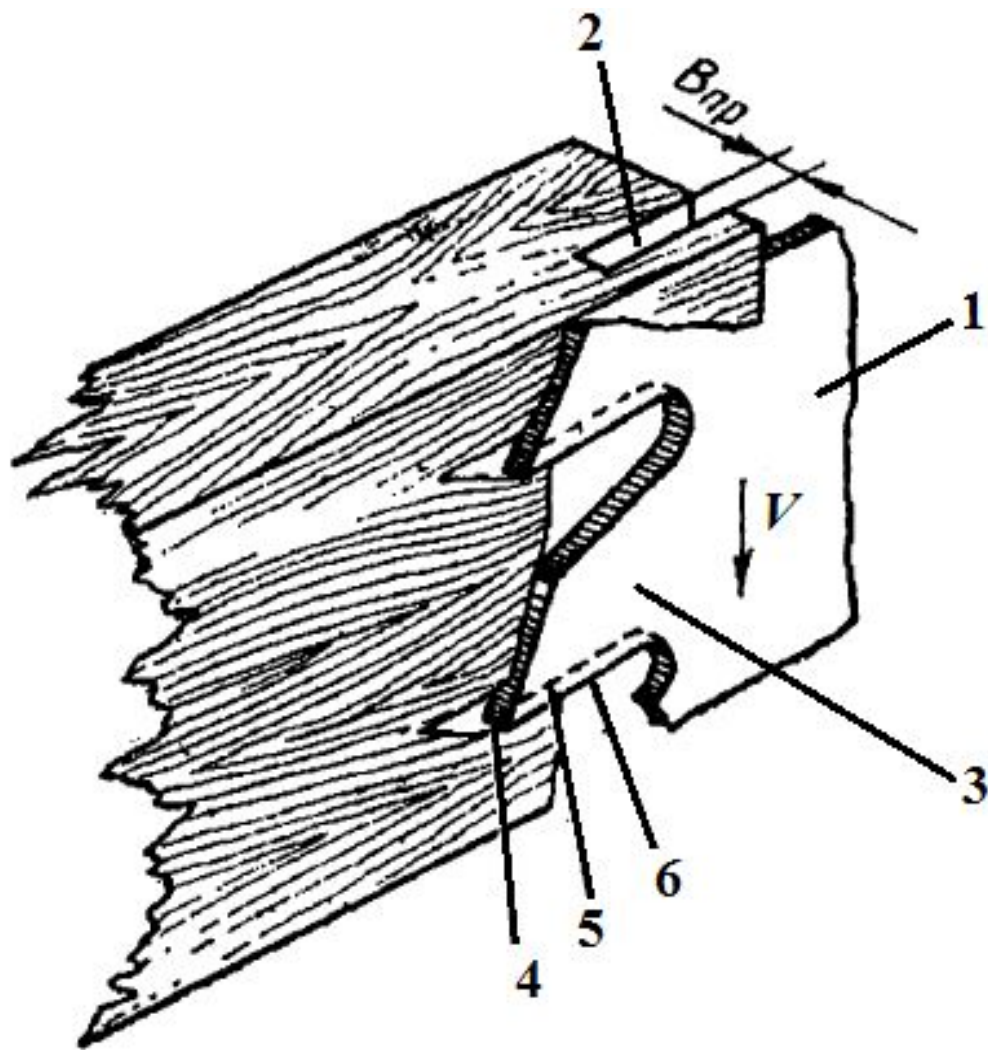


# Функциональные схемы д/о станков для распиловки древесины



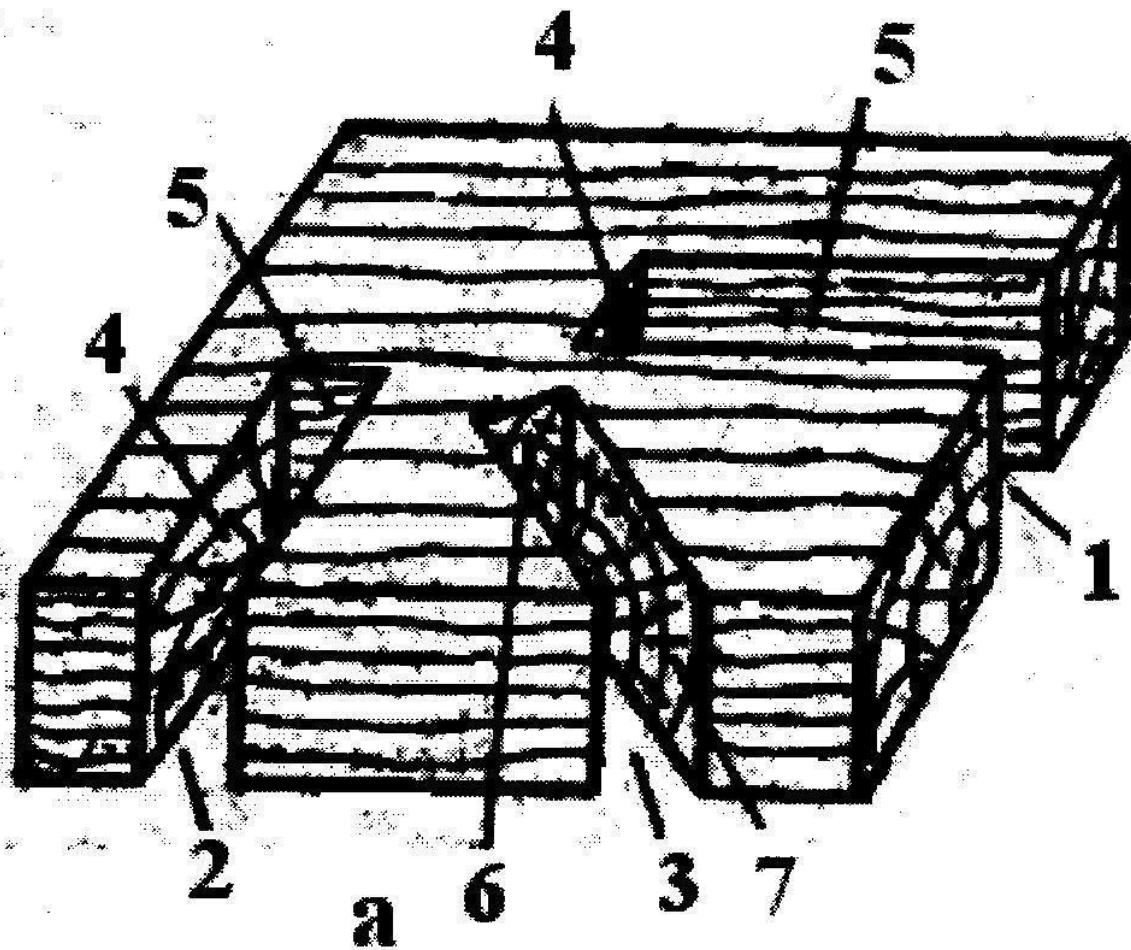


# Схема процесса пиления



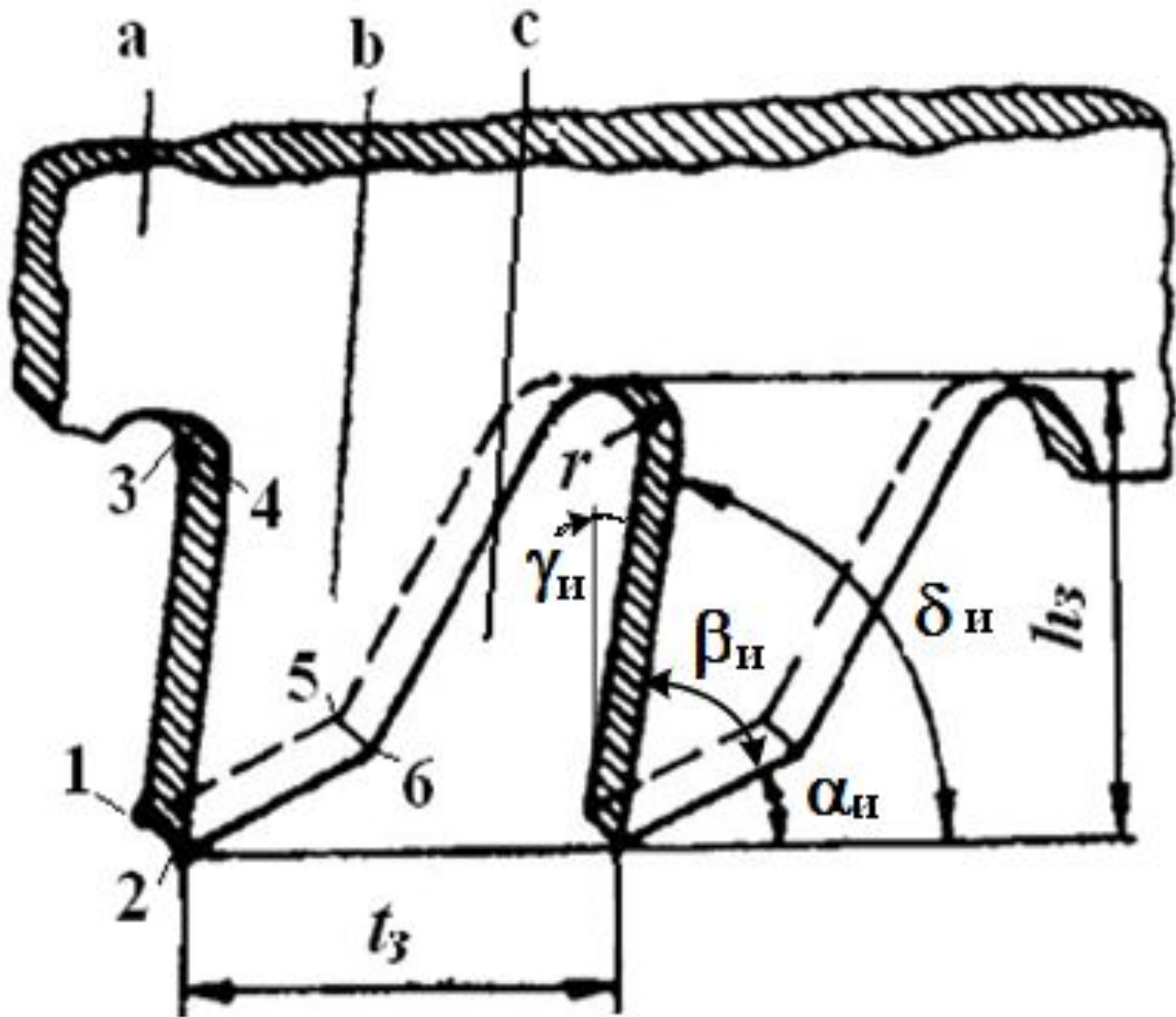
1 – пила; 2 – пропил;  
3 – зуб пилы;  
4 – главная режущая  
кромка;  
5, 6 – боковые  
вспомогательные  
режущие кромки

# Виды прямолинейного пиления древесины



- 1 – продольное пиление  $\parallel$ ;
- 2 – поперечное пиление  $\#$ ;
- 3 – смешанное пиление;
- 4 – сторона пропила, образованная торцовым резанием  $\perp$ ;
- 5 – сторона пропила, образованная поперечным резанием  $\#$ ;
- 6 – сторона пропила, образованная торцово-поперечным резанием  $\perp-\#$ ;
- 7 – сторона пропила, образованная поперечно-торцовым резанием  $\#-\perp$

# Элементы зубчатого венца рамной пилы

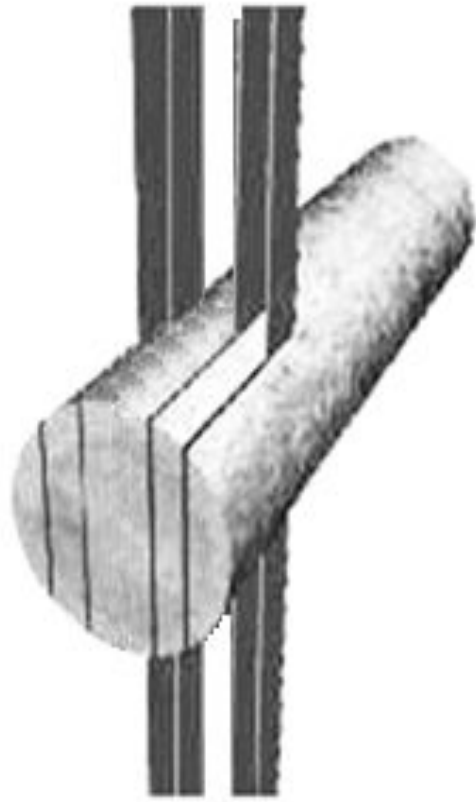


*a* – тело рамной пилы; *b* – зуб;  
*c* – межзубная впадина;  
1, 2 – главная режущая кромка лезвия;  
1, 3 и 2, 4 – боковые режущие кромки лезвия;  
 $\beta$  – угол заточки,  
 $\gamma_n, \alpha_n, \delta_n$  – углы лезвия зуба;  
*r* – радиус межзубной впадины; *h<sub>3</sub>* – высота зуба;  
*t<sub>3</sub>* – шаг между зубьями

# Схемы распиловки в лесопильной раме



а



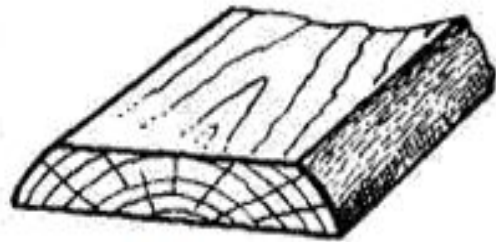
б



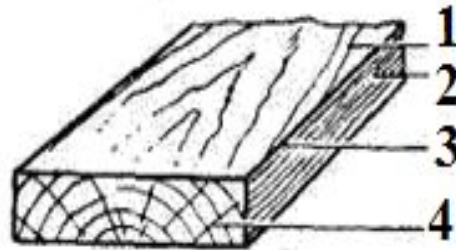
в

а – бревна на необрезные доски и горбыли (в развал);  
б – бревна на брус, необрезные доски и горбыли (с брусовкой);  
в – двухкантных брусьев на обрезные доски или бруски и горбыли

# Основные виды пиломатериалов, производимых на лесопильных рамах



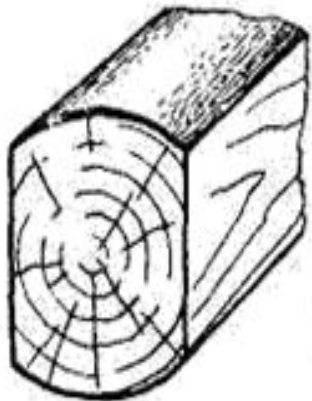
а



б



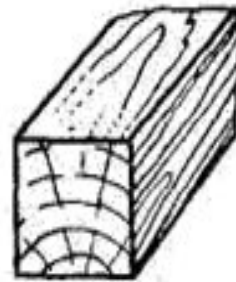
в



г



д

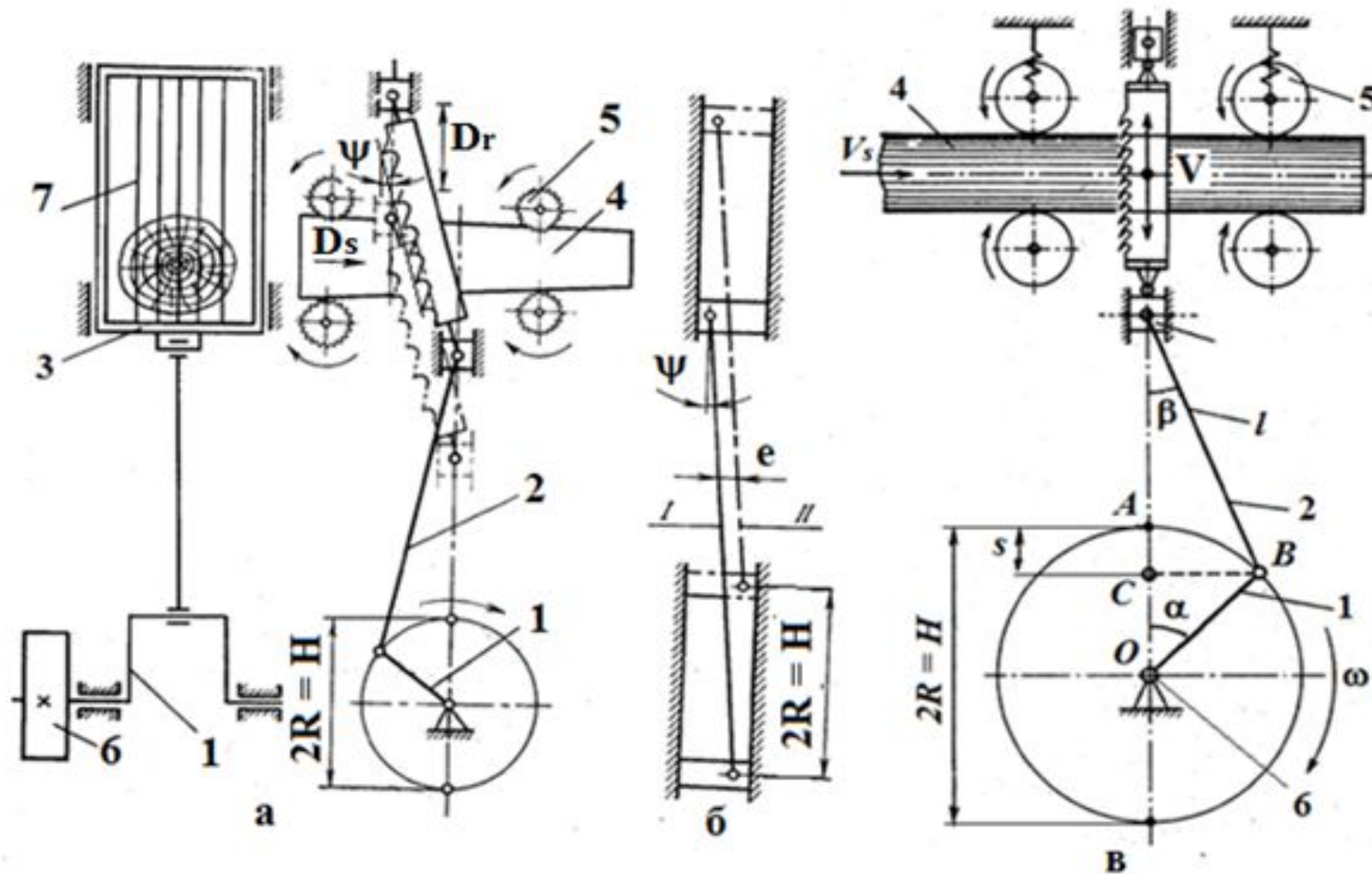


е

а – необрезная доска;  
б – обрезная доска  
(1 – пласть, 2 –  
кромка, 3 – ребро, 4 –  
торец);  
в – горбыль;  
г – двухкантный брус;  
д – четырехкантный  
брус;  
е – брусок

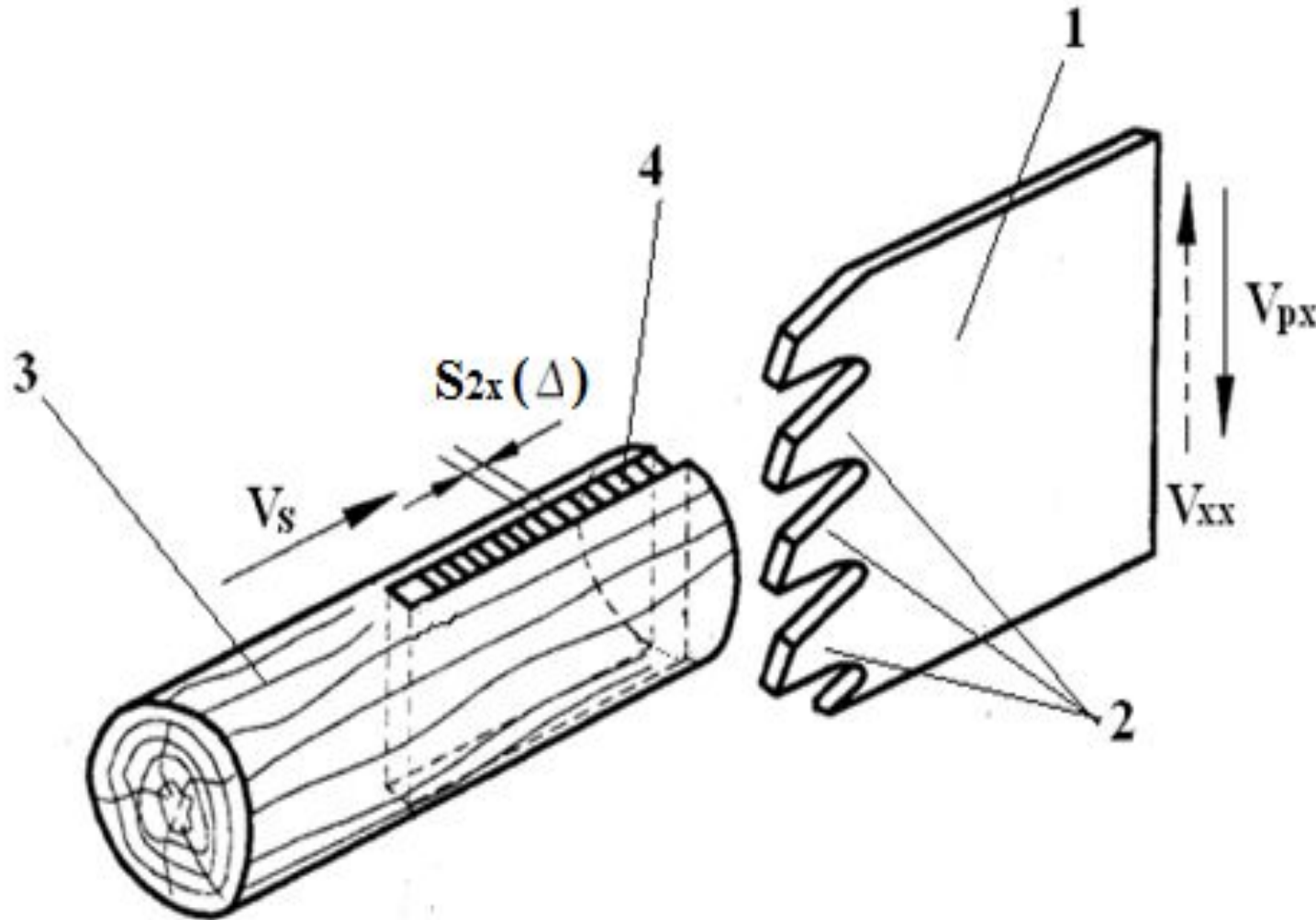


# Схема рамного пиления древесины



а – общая  
схема;  
б – схема  
установки  
пил с  
уклоном;  
в – расчетная  
схема.

# Схема распиловки древесины рамными пилами

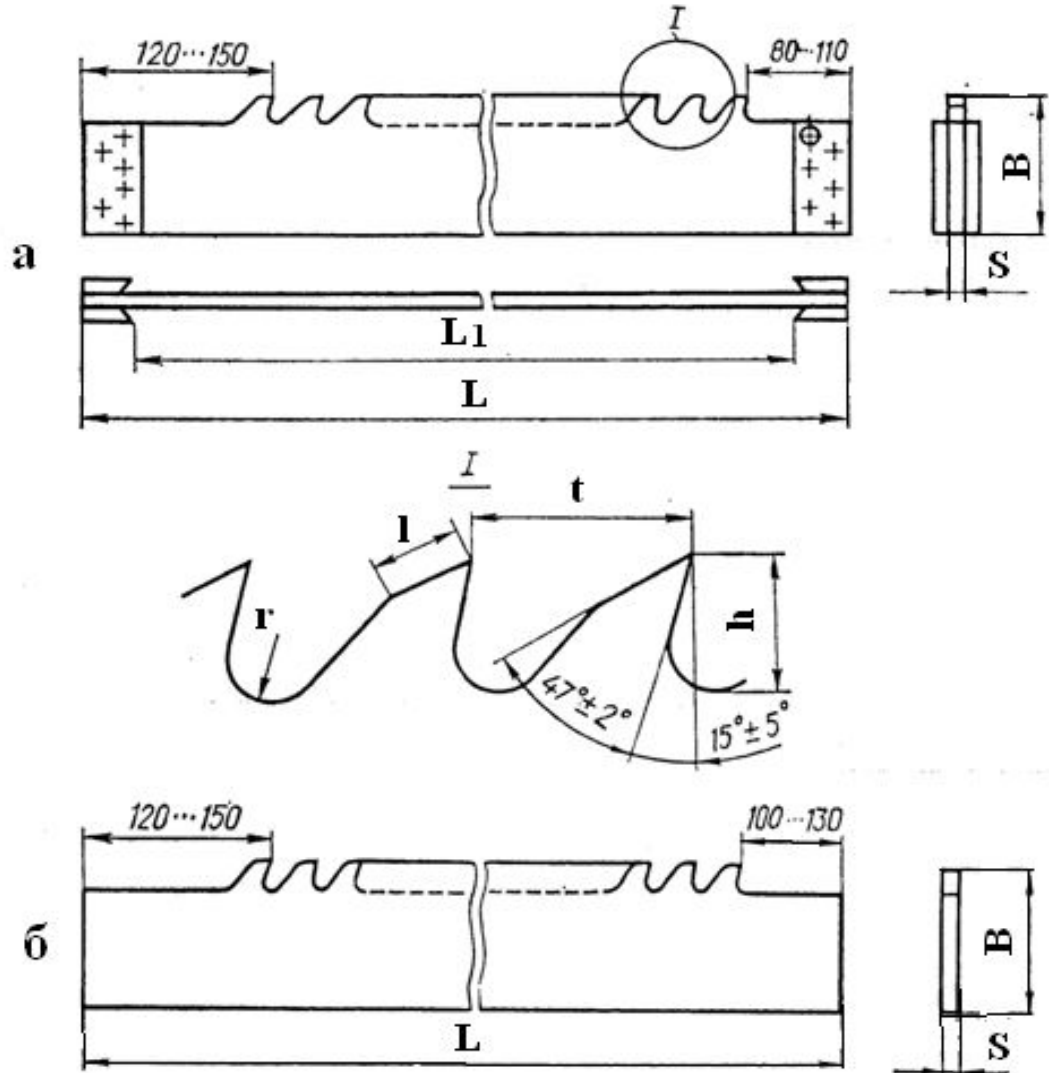


- 1 – рамная пила;
- 2 – зубья рамной пилы;
- 3 – распиливаемое бревно;
- 4 – пропил.

$$S_{2x} = \Delta = 1000V_s/n$$

$$S_{2x} = S_{px} + S_{xx}$$

# Размеры рамных пил и профиль зубьев для вертикальных лесопильных рам



$$L = h_{max} + H + 300, \text{ мм}$$

где

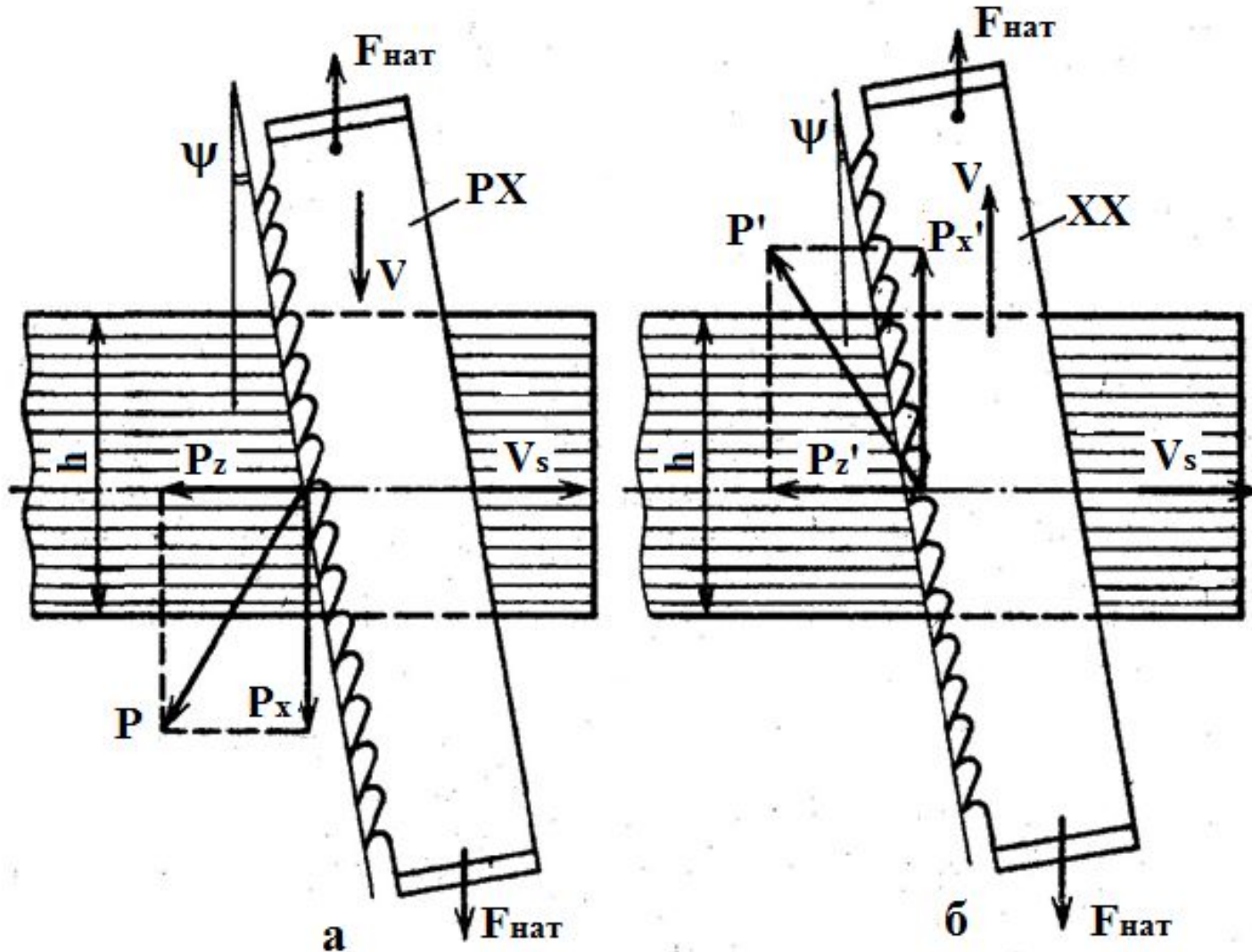
$h_{max}$  – максимальная высота пропила, мм;

$H$  – ход пильной рамки, мм;

300 – длина пилы в зоне захватов и прокладок, мм.



# Схема сил при рамном пилении



а – при рабочем ходе рамки;

б – при холостом ходе рамки

$$P = P_x + P_z,$$

$$P_{xф} = 2P_x = \frac{K \cdot B_{пр} \cdot \sum h \cdot V_s}{30 \cdot V_{ср}}$$

$K$  – удельная сила резания, Н/мм<sup>2</sup>;

$B_{пр}$  – ширина пропила, мм,

$B_{пр} = S + 2S_0$ . Величина  $S_0$  выбирается

в зависимости от породы и влажности древесины для рамной распиловки;

$V_s$  – скорость подачи, м/мин;

$V_{ср}$  – средняя скорость резания, м/с;

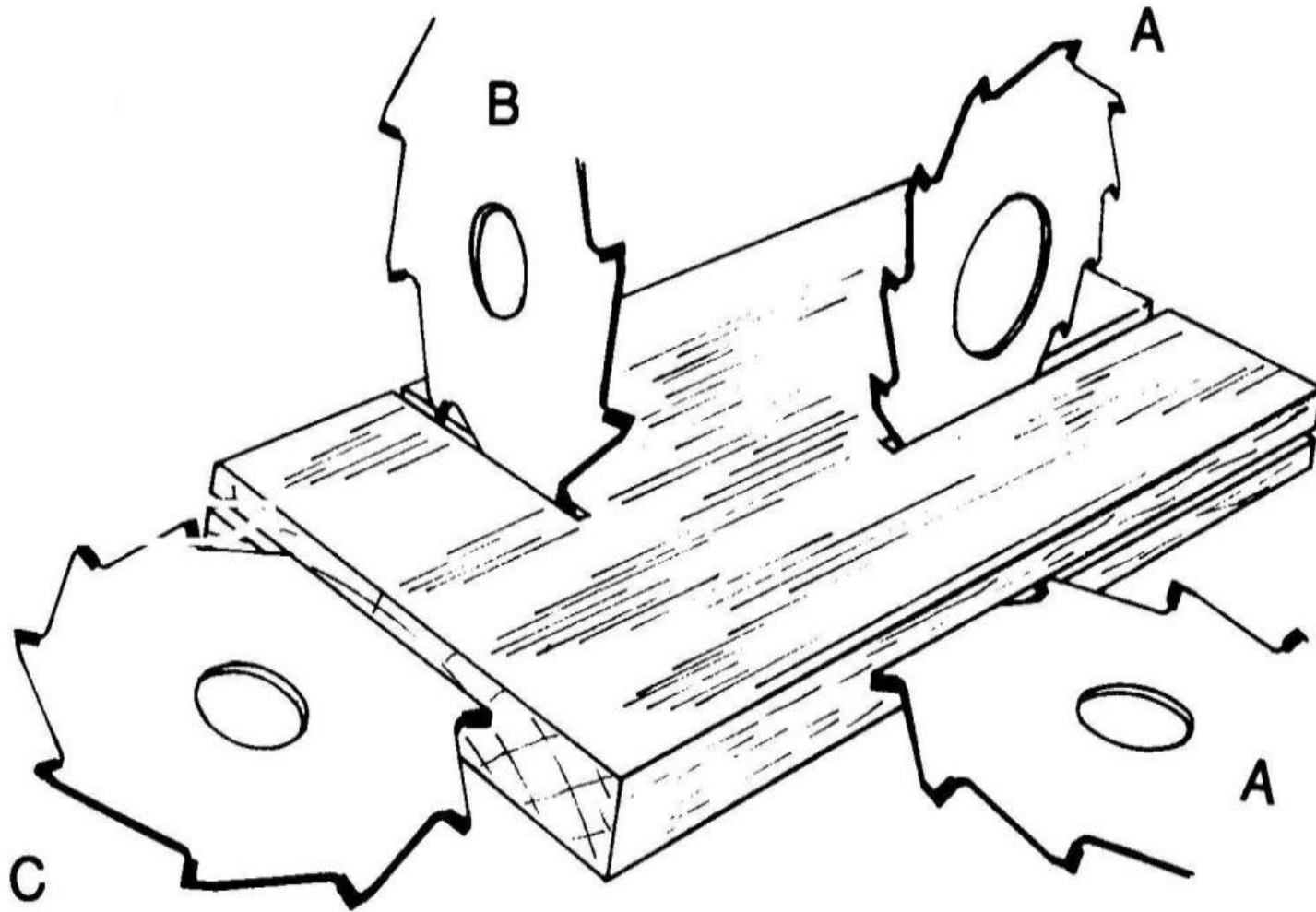
$\sum h$  – сумма высот пропила, мм.

# Зависимость шероховатости поверхности пропила от подачи на зуб

для рамного пиления

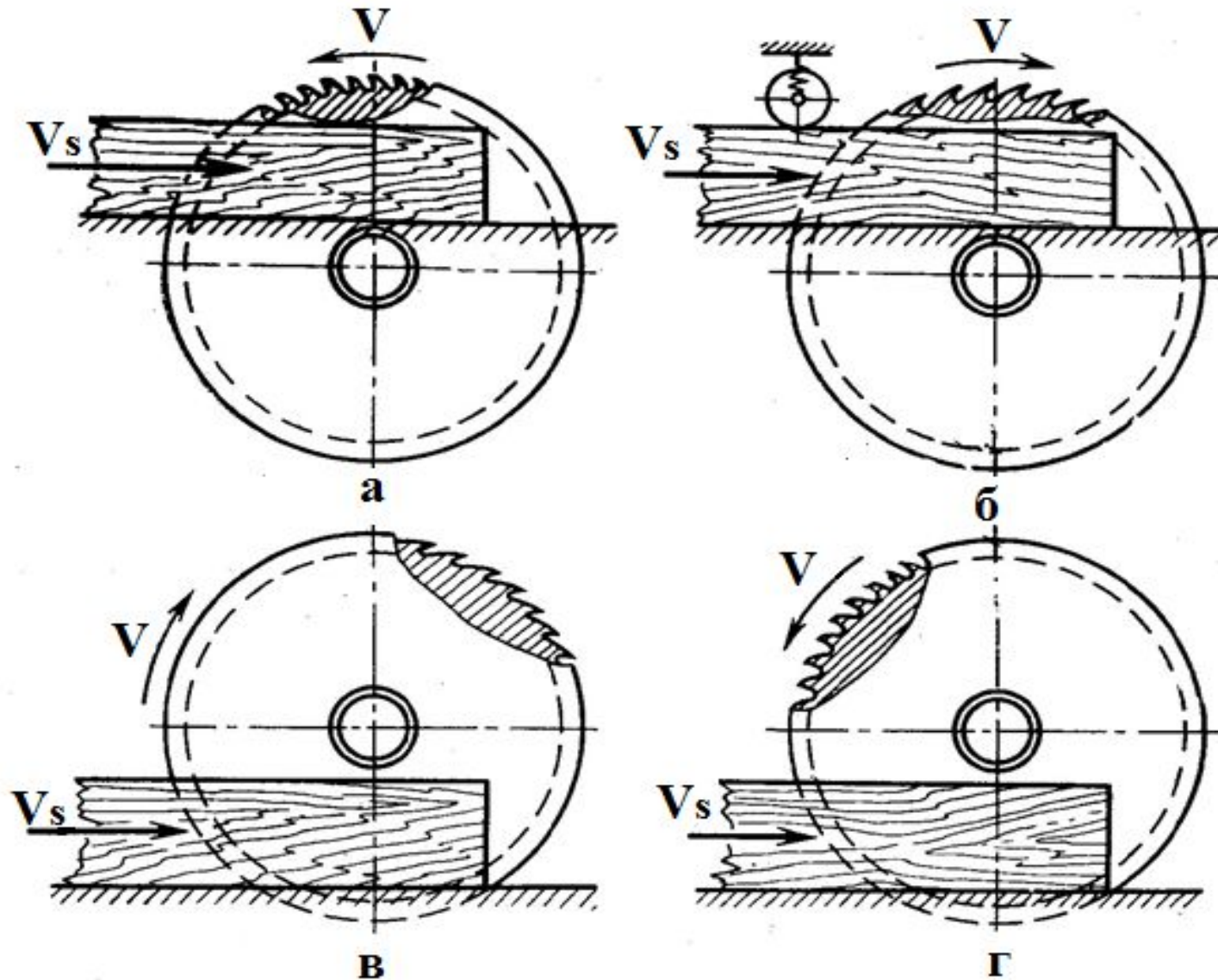
Высота неровностей, $R_{m\ max}$ , МКМ не более	Максимально допустимая подача на зуб $S_z$ , мм при зубьях	
	разведенных	плющенных
1600	1,2...	1,8...
1200	0,9...1,2	1,2...1,8
800	0,7...0,8	0,8...1,1
500	0,25...0,5	0,4...0,7

# Виды круглопильной распиловки древесины



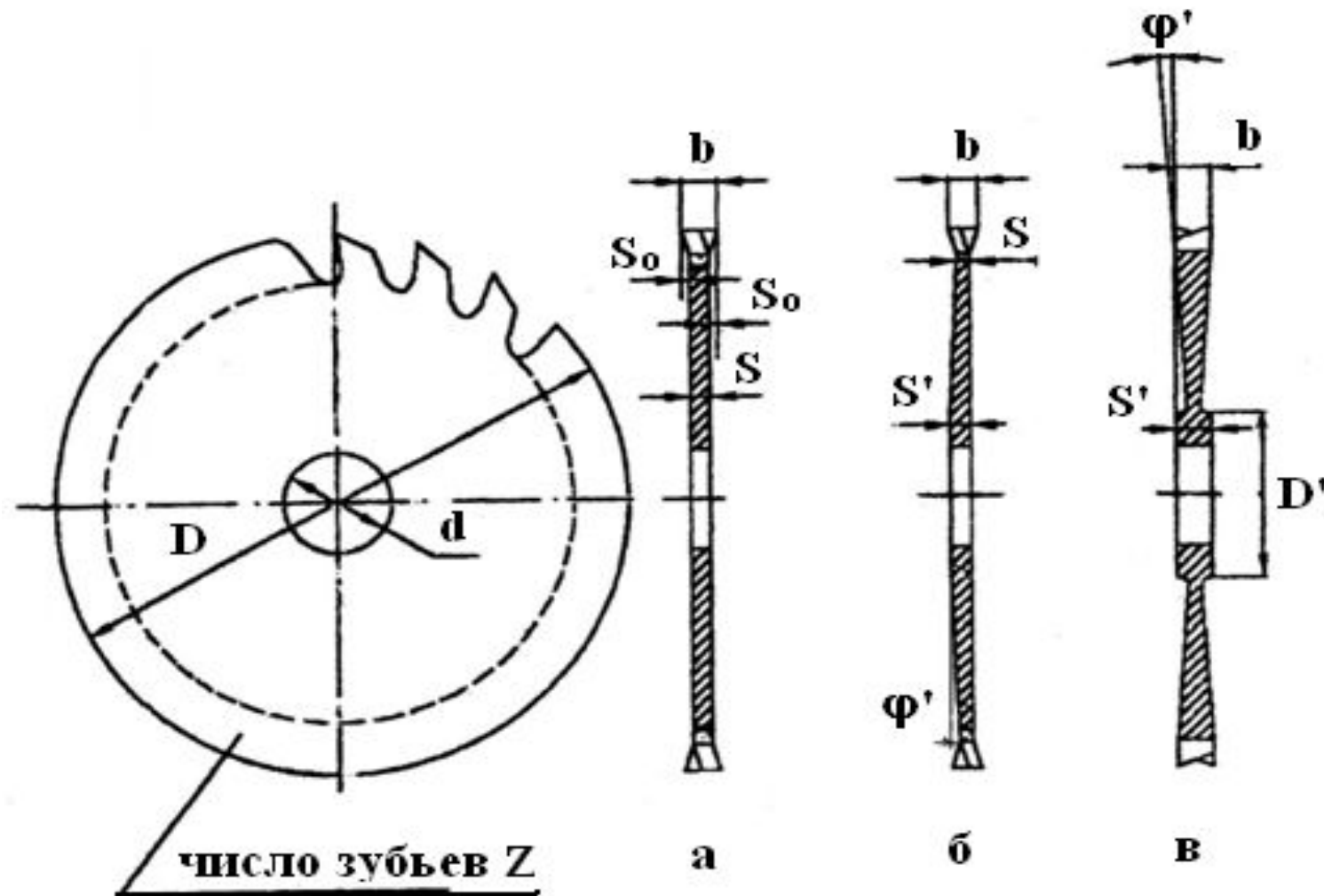
А – продольное,  
В – поперечное,  
С – торцовое.

# Технологические схемы круглопильной распиловки древесины



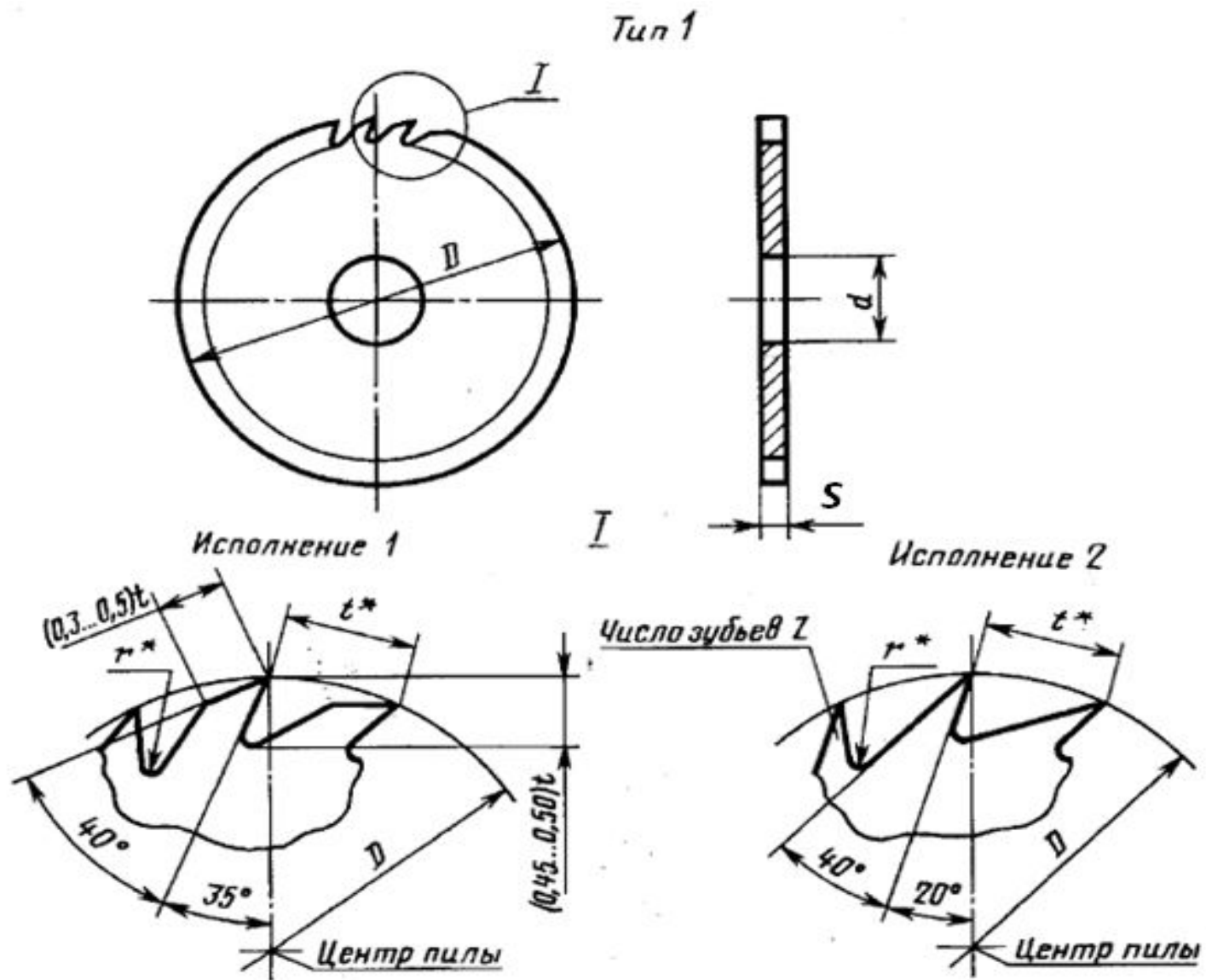
а – с нижним расположением пил и встречной подачей;  
б – с нижним расположением пил и попутной подачей;  
в – с верхним расположением пил и встречной подачей;  
г – с верхним расположением пил и попутной подачей

# Типы круглых пил



а – с ПЛОСКИМ  
ДИСКОМ,  
б – конические,  
в – строгальные.

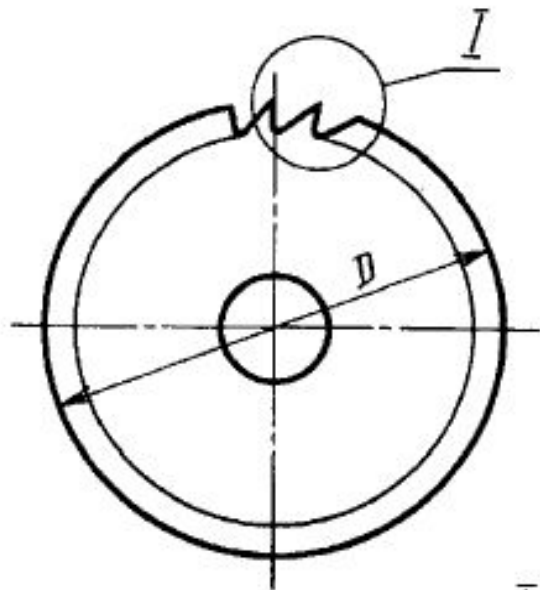
# Круглые пилы для продольной распиловки



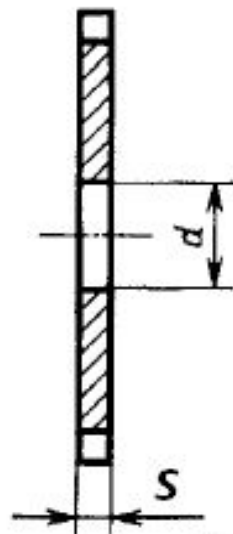
# Круглые пилы для поперечной распиловки

## Левая пила

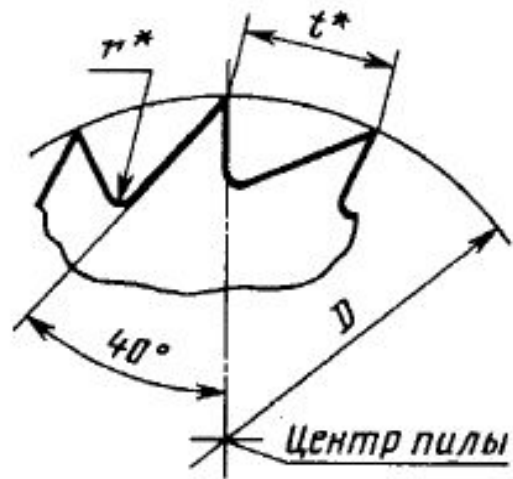
Тип 2



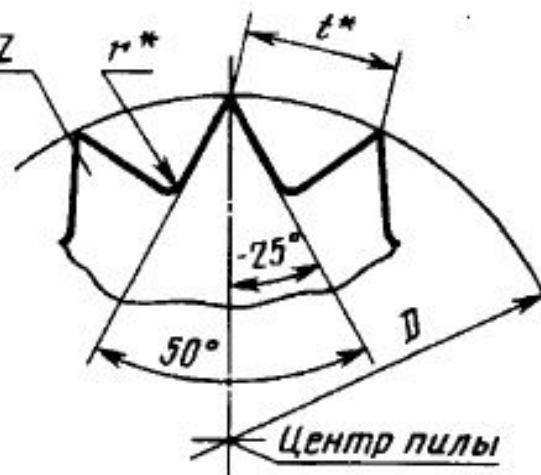
Исполнение 1



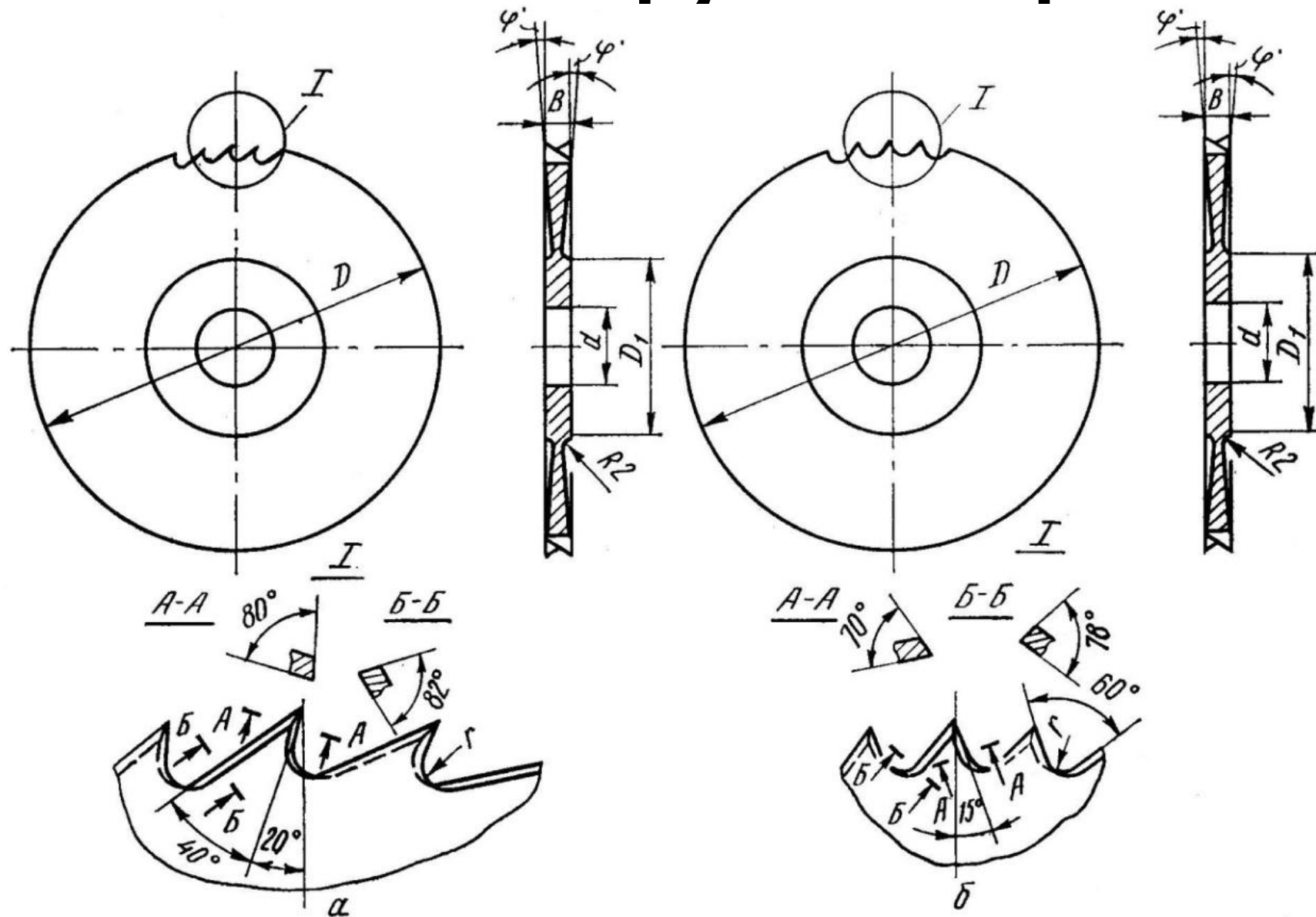
Исполнение 2



Число зубьев  $Z$



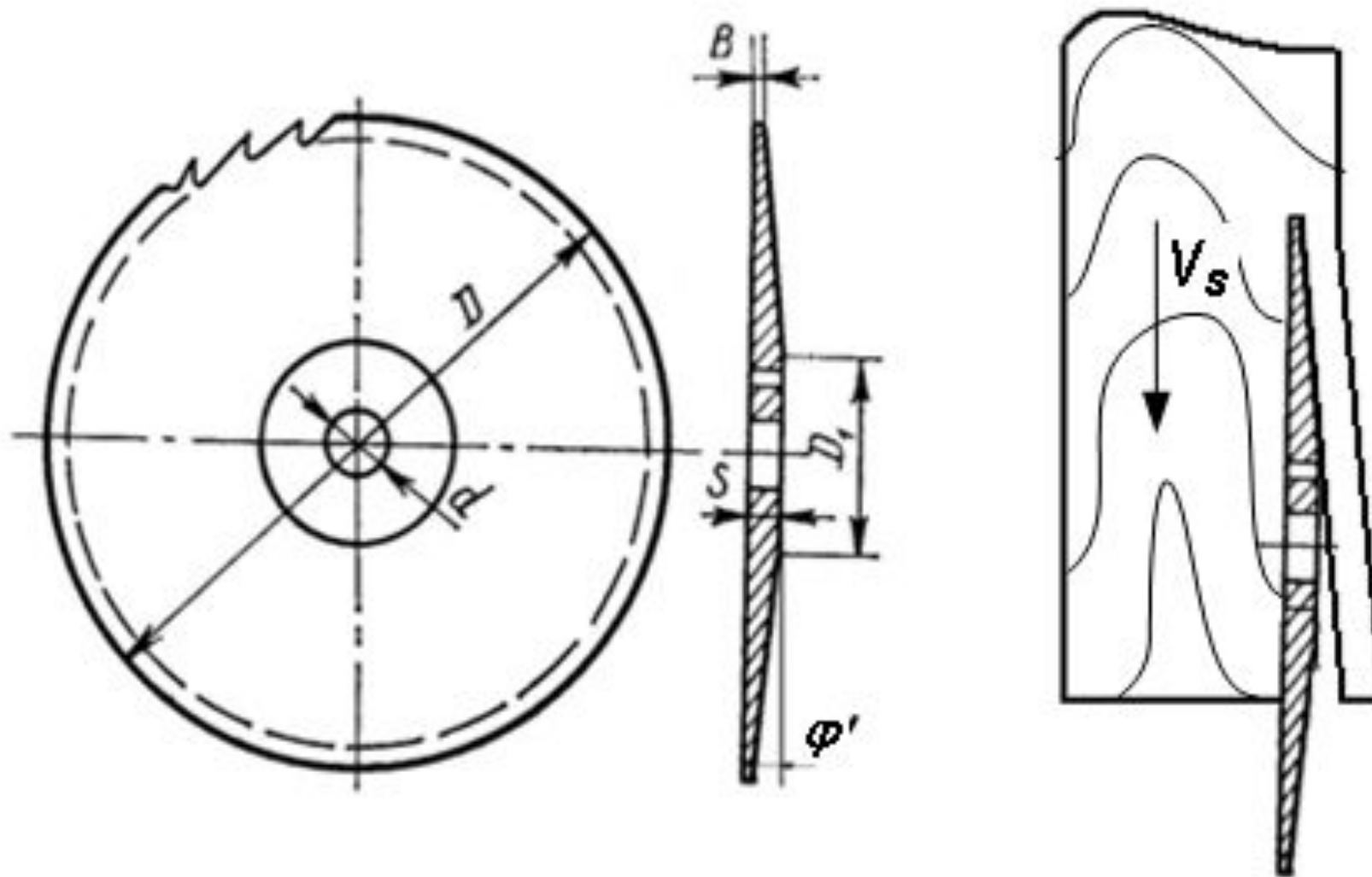
# Пилы круглые строгальные



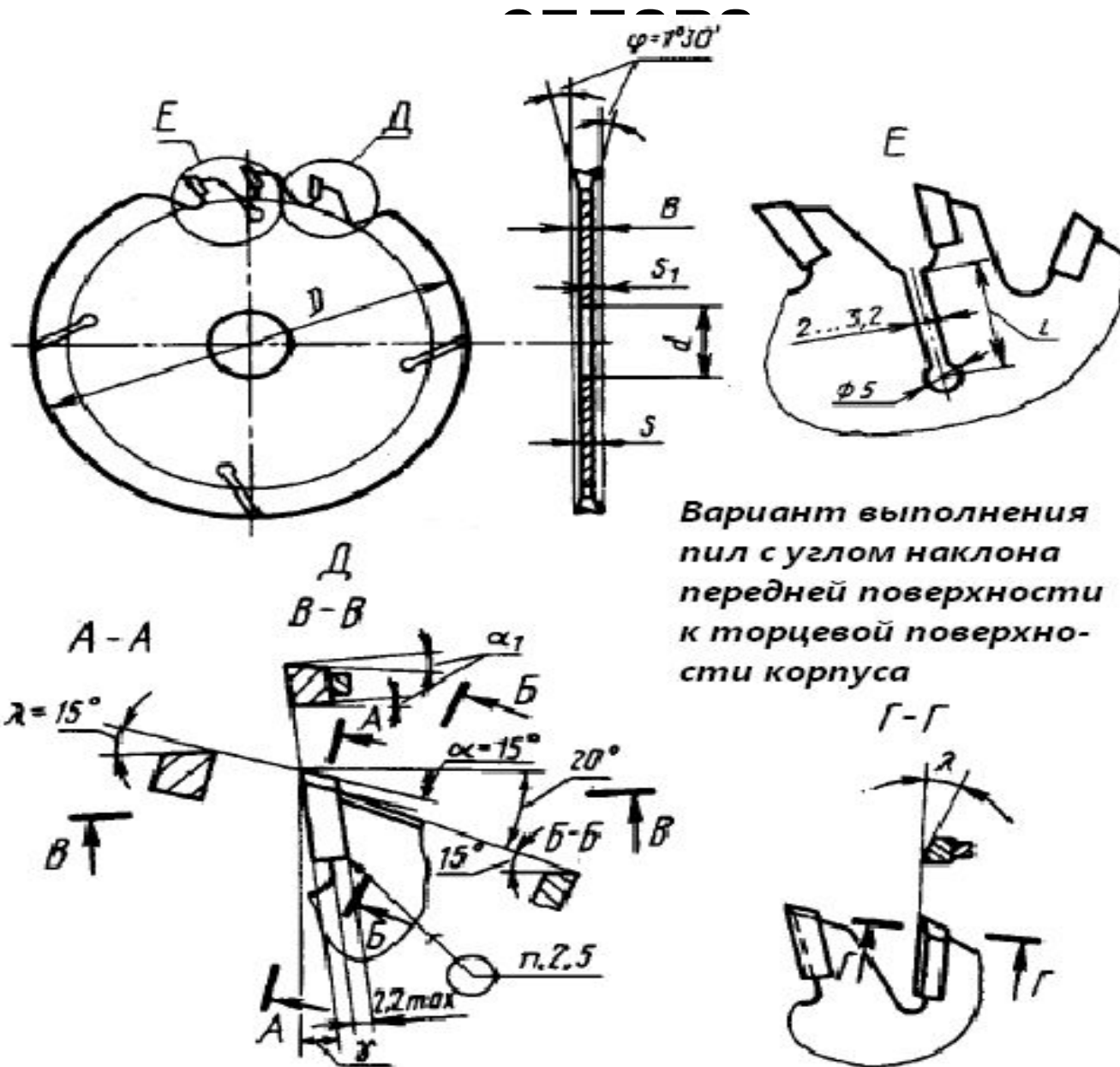
а – для  
продольной  
распиловки;  
б – для  
поперечной  
распиловки.



# Круглая правоугольная пила

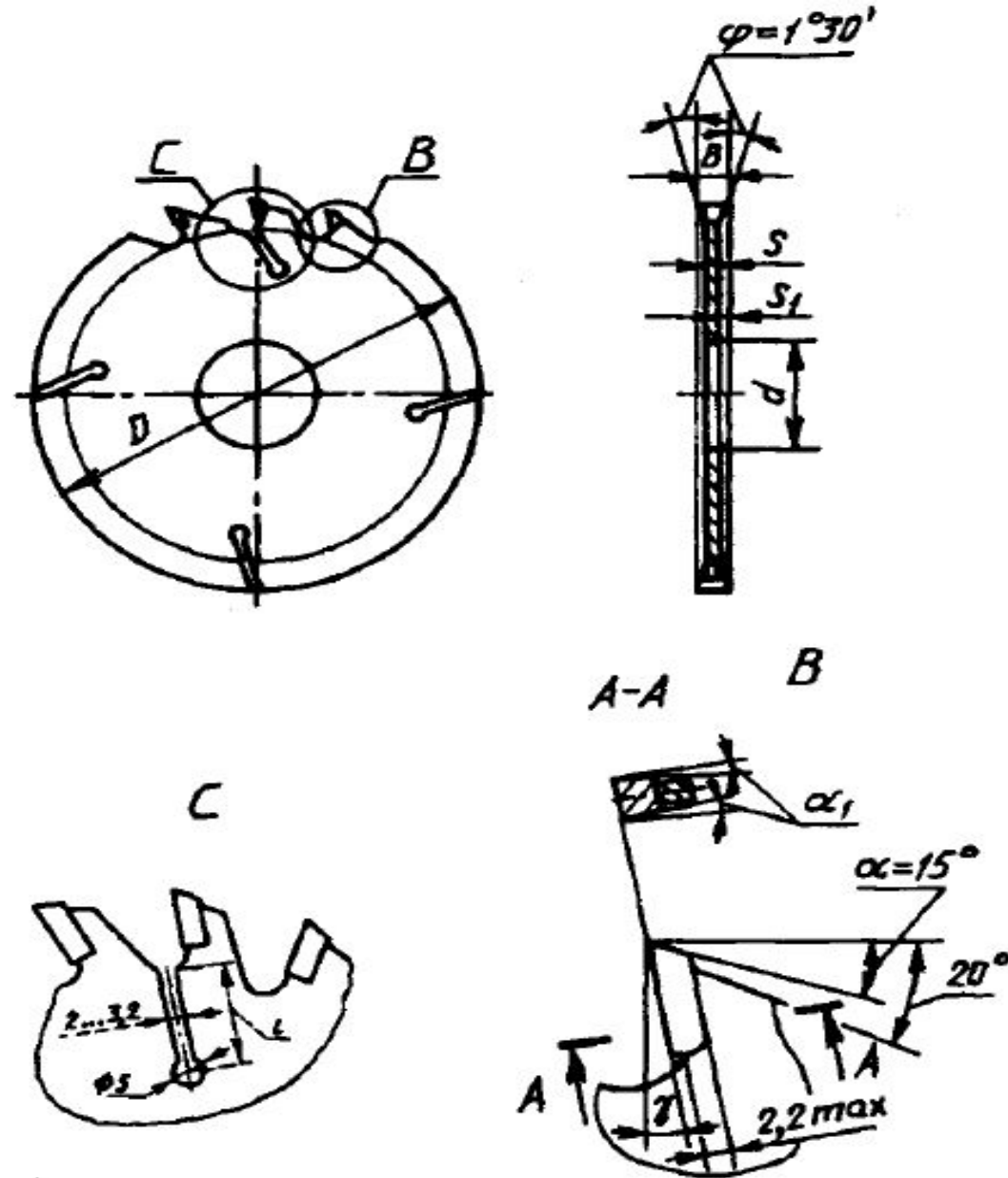


# Дисковая пила (тип 1) с пластинками твердого

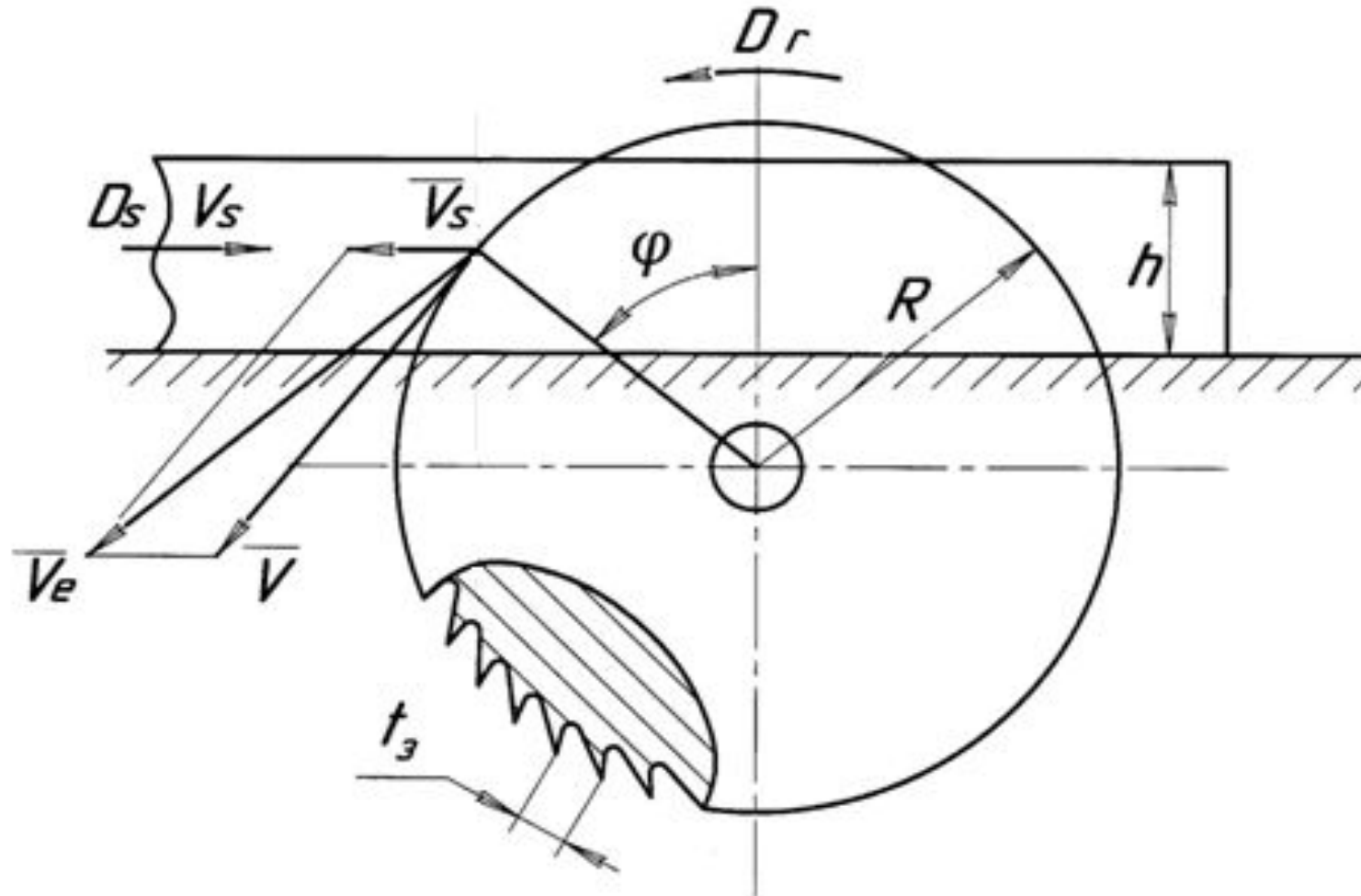


Вариант выполнения пил с углом наклона передней поверхности к торцевой поверхности корпуса

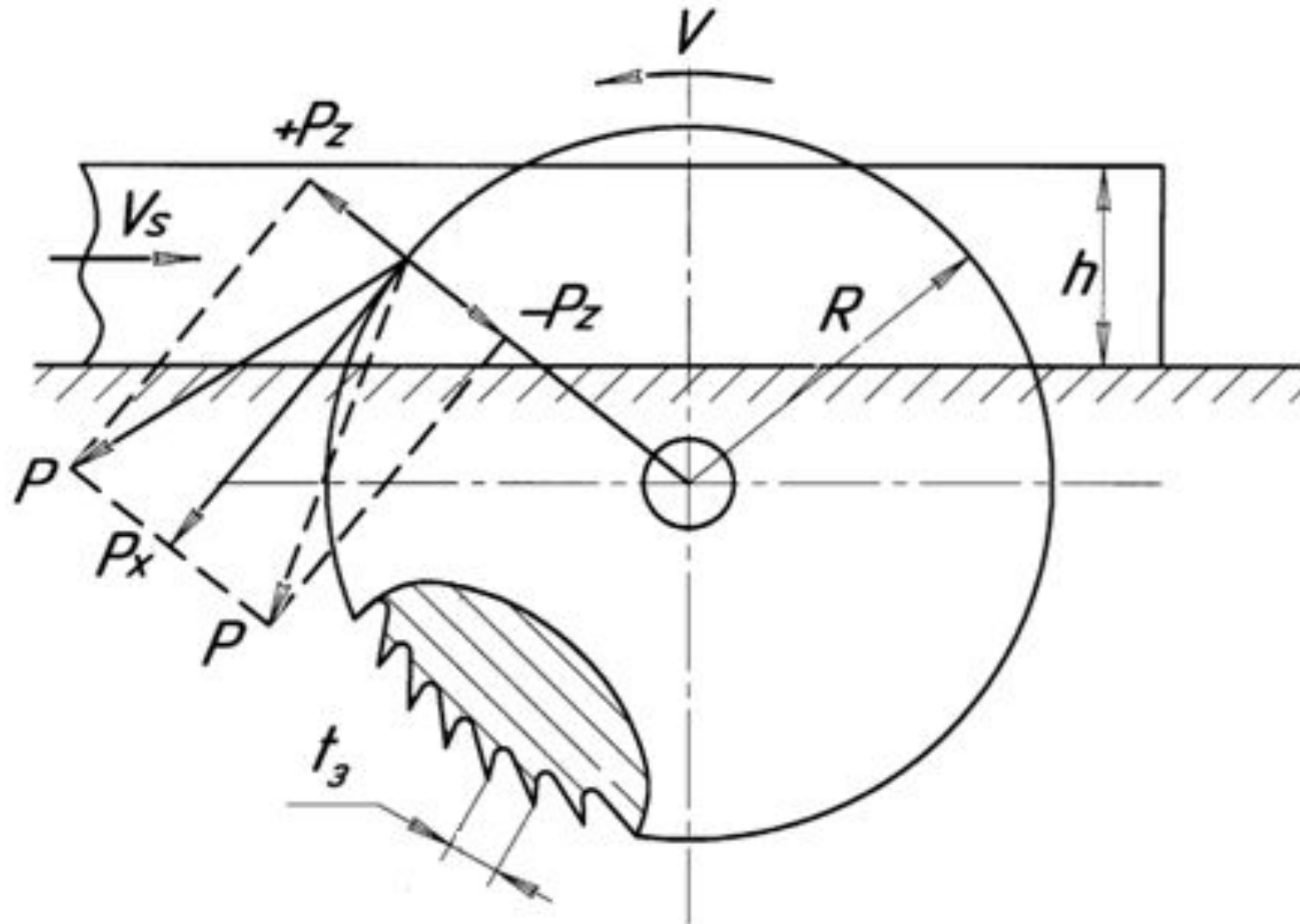
# Дисковая пила (тип 2) с пластинками твердого сплава



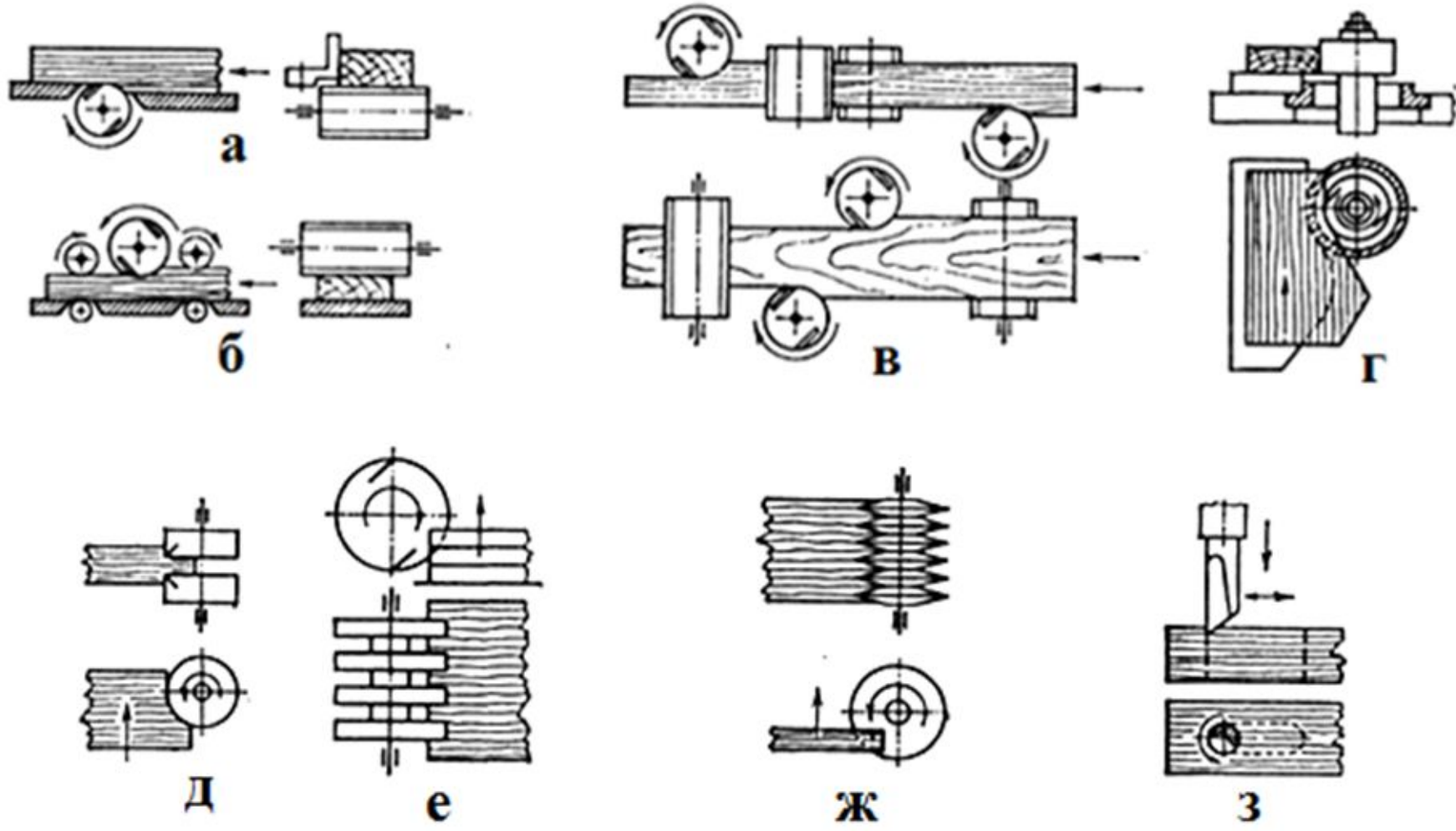
# Схема круглопильной распиловки



# Силы резания при круглопильной распиловке

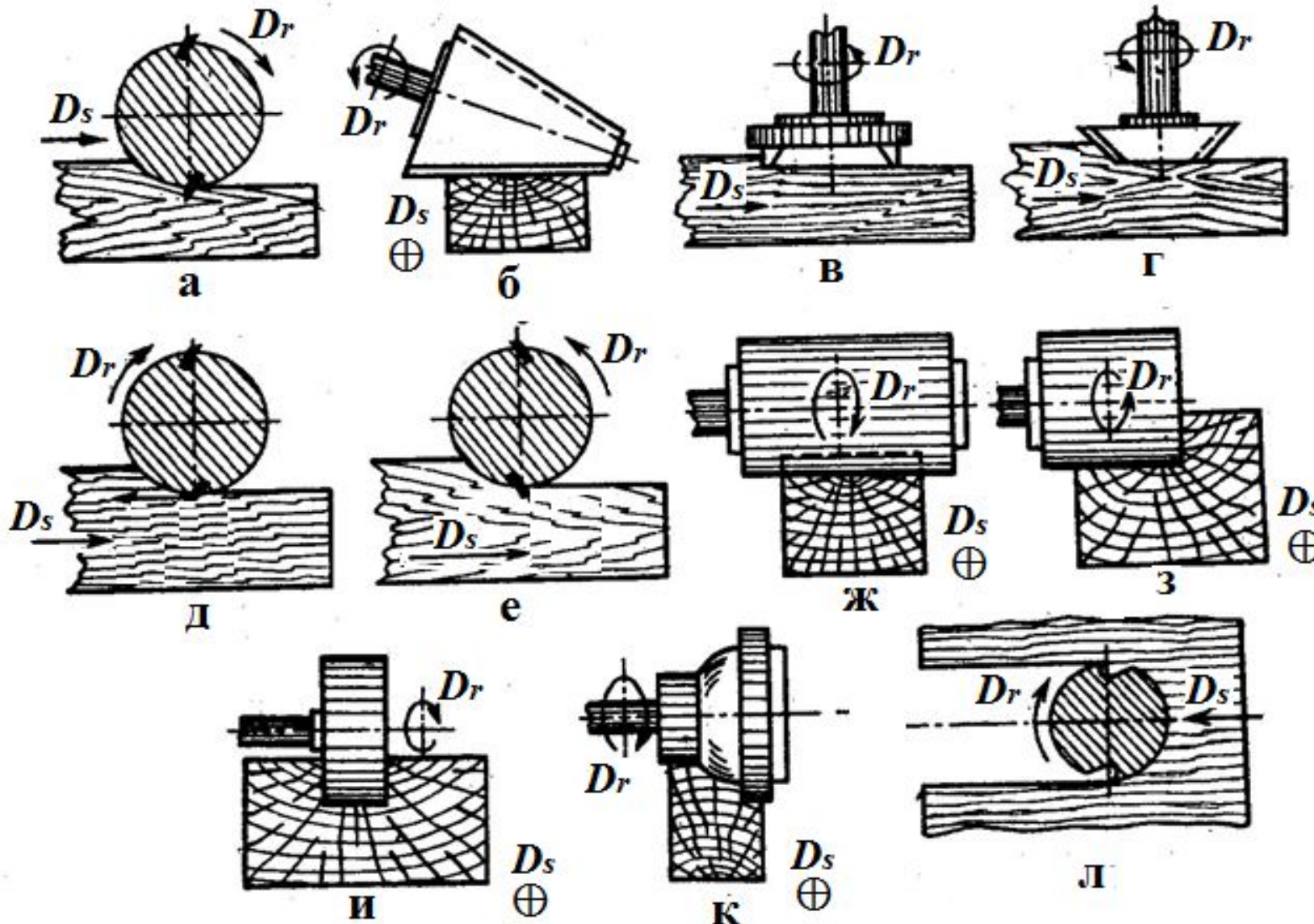


# Функциональные схемы деревообрабатывающих станков для плоского и профильного фрезерования



а – фуговальный станок;  
 б – рейсмусовый станок;  
 в – четырёхсторонний продольно фрезерный станок;  
 г – вертикально-фрезерный станок; д – двухсторонний фрезерный шипорезный станок; е – фрезерный шипорезный станок для ящичных шипов;  
 ж – фрезерный станок для сращивания заготовок по длине и ширине;  
 з - фрезерный станок для изготовления пазов (концевыми фрезами)

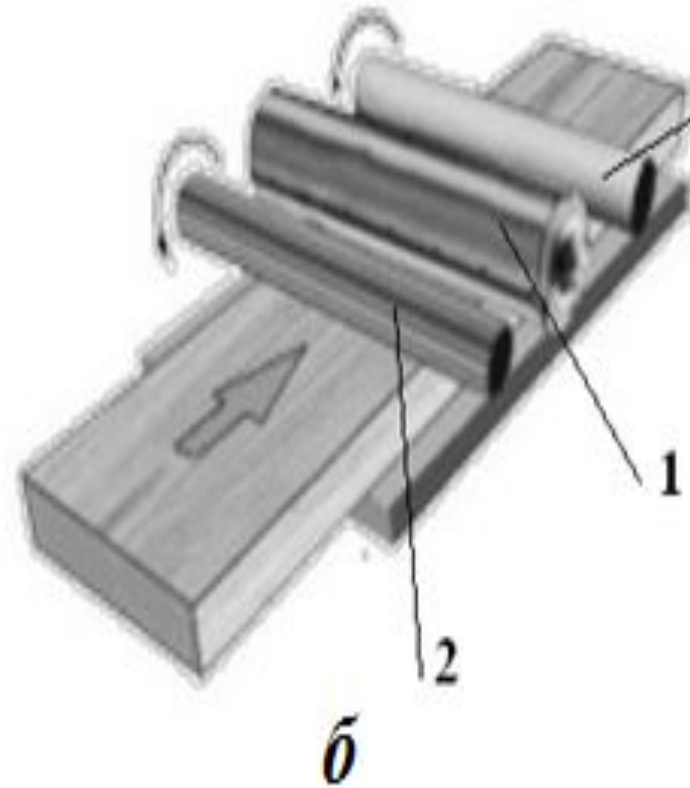
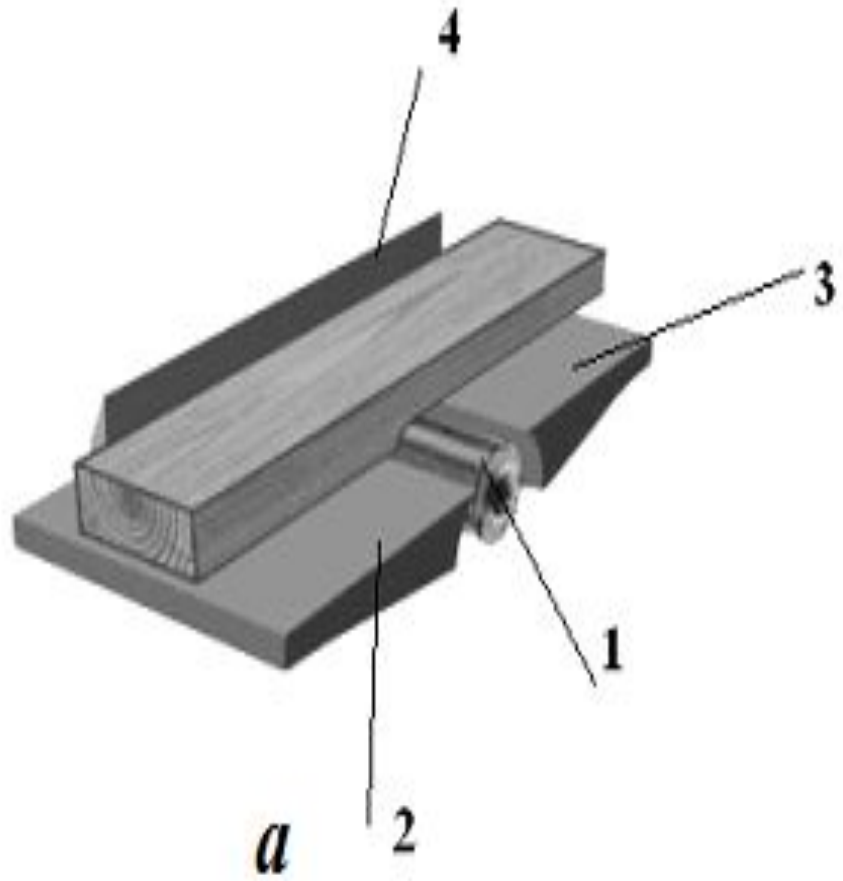
# Схемы процессов фрезерования



- а – цилиндрическое;
- б – коническое;
- в – торцовое; г – торцово-коническое;
- д – цилиндрическое встречное; е – цилиндрическое попутное;
- ж – цилиндрическое открытое;
- з – цилиндрическое полузакрытое;
- и - цилиндрическое закрытое; к –



# Схемы обработки заготовки на фуговальных (а) и рейсмусовых (б) станках

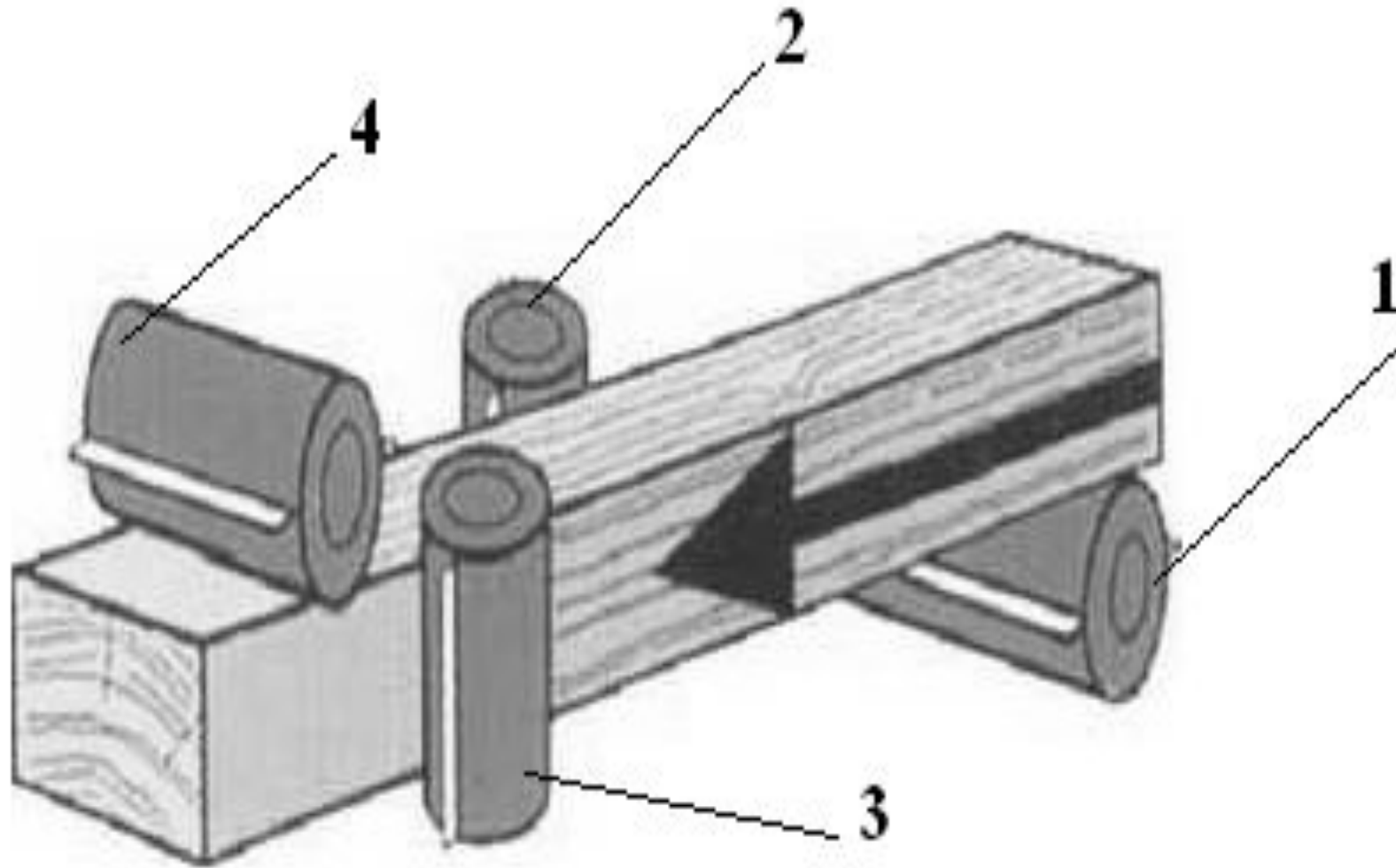


а: 1 – ножевой вал;  
2 – подающий стол;  
3 – приемный стол;  
4 – направляющая линейка.

б: 1 – ножевой вал;  
2 – передний подающий валец;  
3 – задний подающий валец



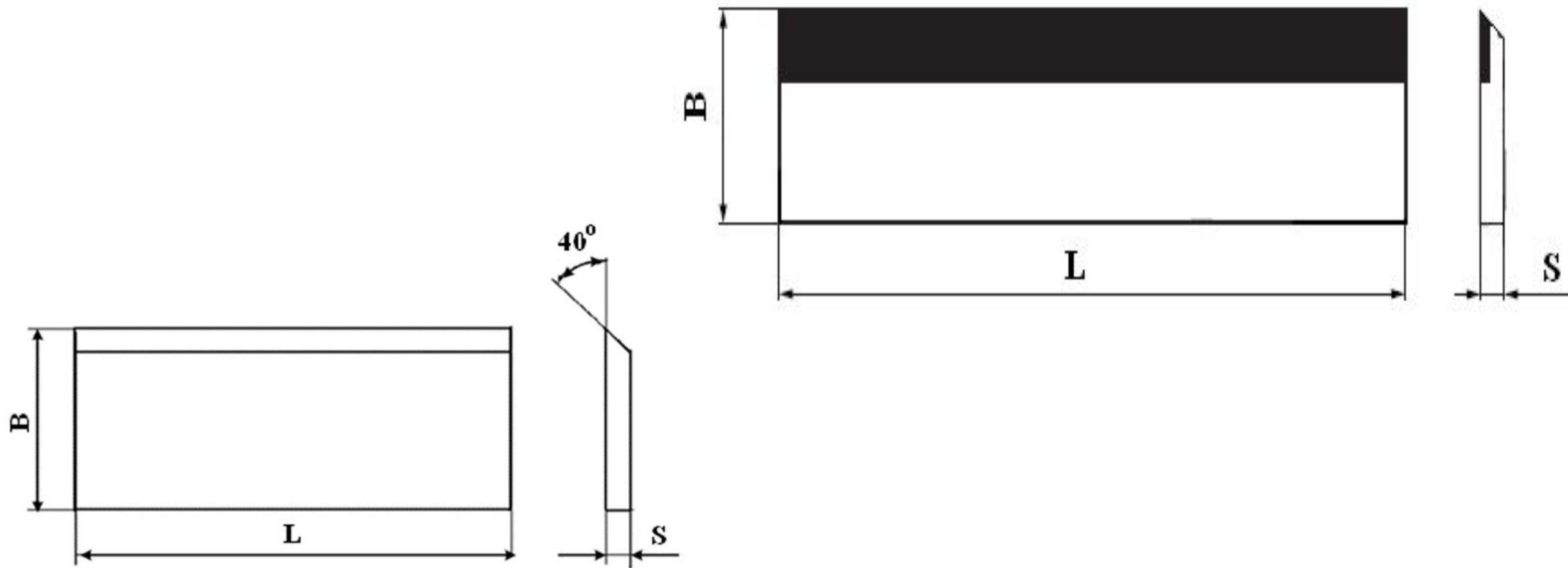
# Схема обработки заготовки на четырёхстороннем



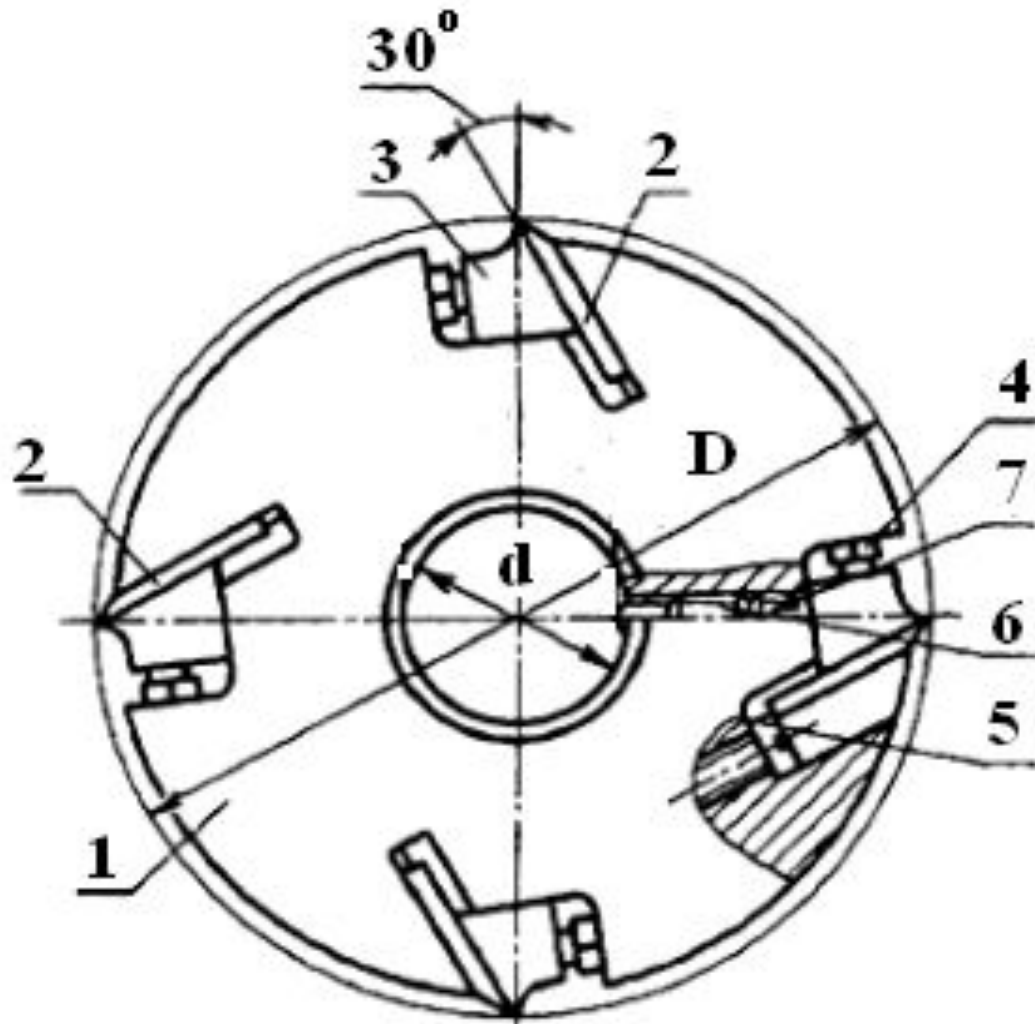
нке

- 1 – фуговальная  
ножевая головка;
- 2 – правая  
вертикальная  
ножевая головка;
- 3 – левая  
вертикальная  
ножевая головка;
- 4 – рейсмусовая  
ножевая головка

# Ножи плоские с прямолинейной режущей кромкой и оснащенные твердым сплавом для фрезерования древесины



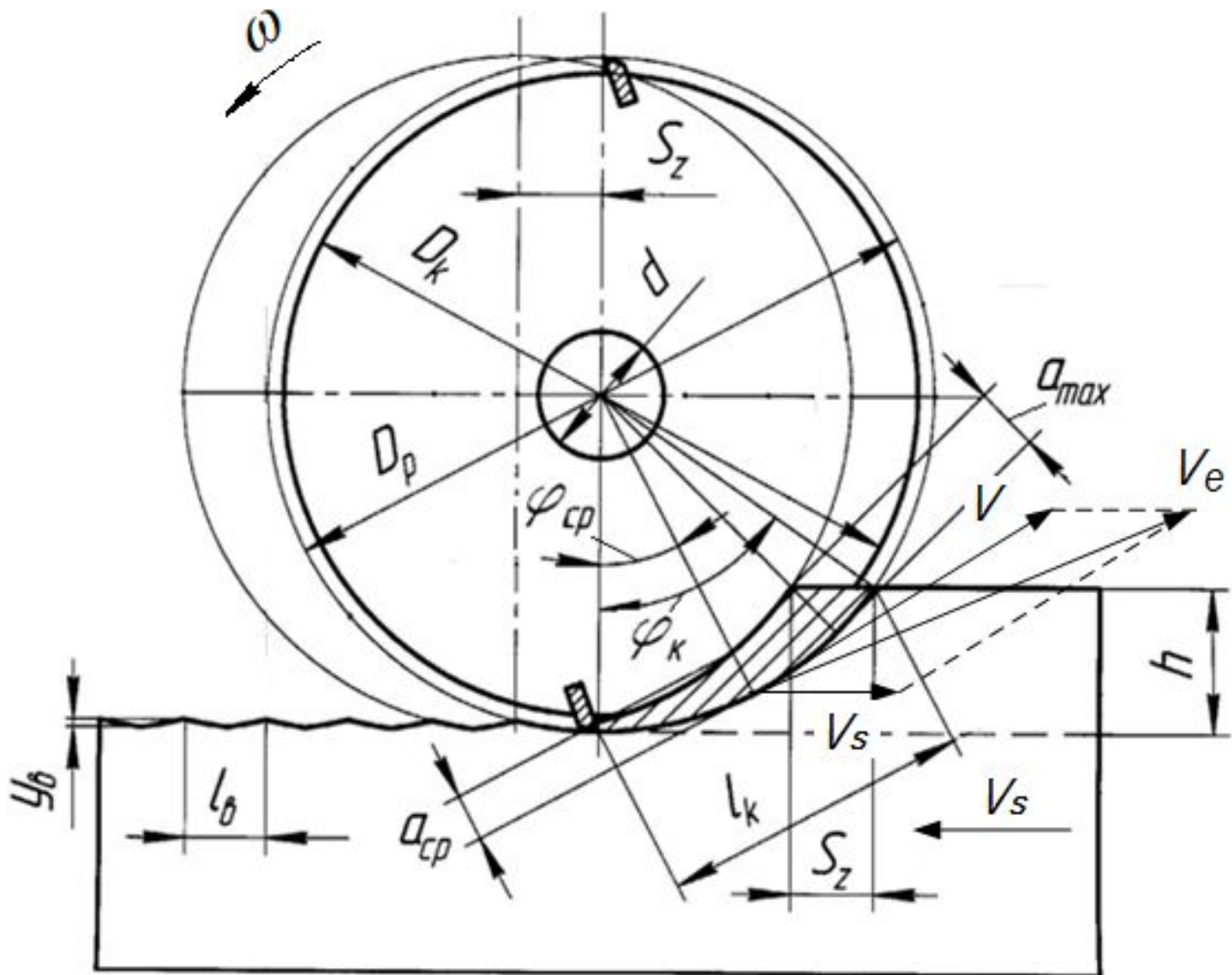
# Цилиндрическая сборная насадная фреза



- 1 – корпус фрезы;
- 2 – нож плоский с прямолинейной режущей кромкой;
- 3 – прижимной клин со стружколомателем;
- 4 – распорный винт;
- 5 – регулировочный винт;
- 6 – стопорный винт;
- 7 – установочный винт.

# Схема цилиндрического продольного

фрезерования



Технологическая скорость подачи материала при встречном цилиндрическом фрезеровании:

$$V_s = \frac{S_z \cdot Z \cdot n}{1000} = \frac{S_0 n}{1000}$$

$S_z$  - подача на одно лезвие фрезы, мм

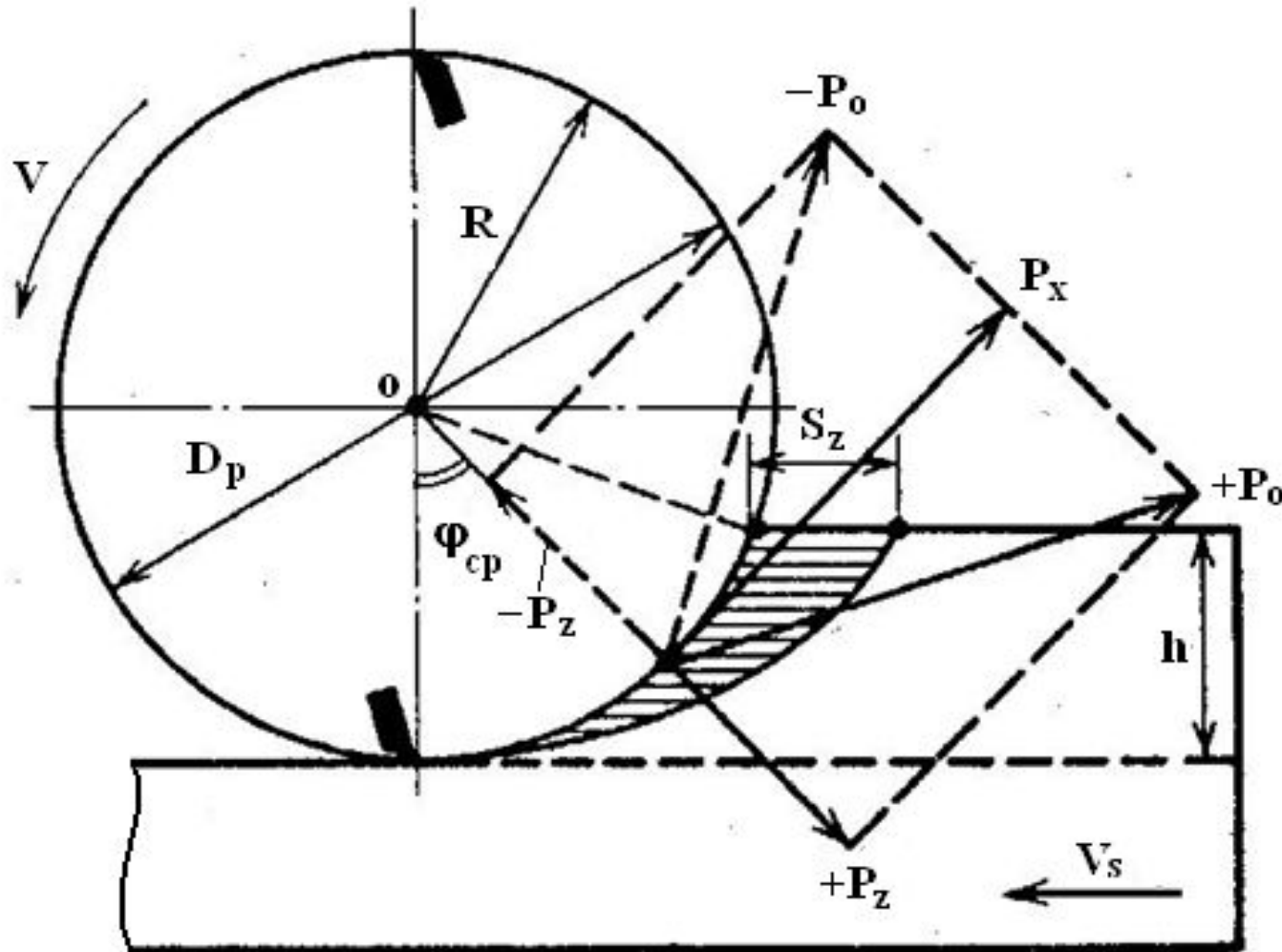
$Z$  - число зубьев фрезы, шт.;

$n$  - частота вращения фрезы, мин<sup>-1</sup>;

$S_0$  - подача на один оборот (подача, соответствующая одному обороту фрезы), мм/об;

Подача на оборот  $S_0$  равняется расстоянию между смежными траекториями резания одного и того же лезвия или величине смещения центра вращения  $O$  за время полного оборота фрезы/

# Схема сил, действующих при цилиндрическом продольном фрезеровании



$$P_x = \frac{K_C \alpha_{\text{попр}} b h V_s}{60V}$$

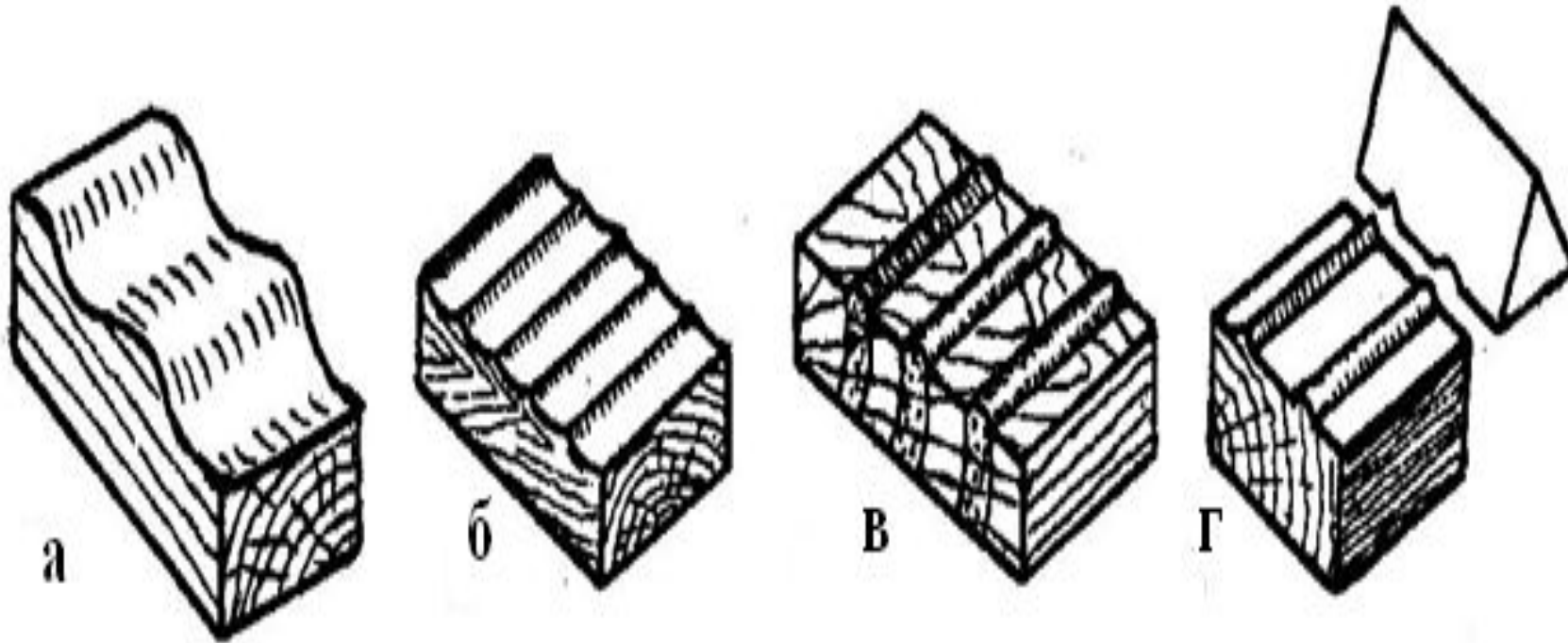
$$P_z = m P_x$$

$$N_p = \frac{K_T \alpha_{\text{попр}} b h V_s}{60 \cdot 1000}$$

$K_C$  – удельная сила резания, Н/мм<sup>2</sup>;  
 $\alpha_{\text{попр}}$  – общий поправочный множитель, учитывающий отличие расчетных условий фрезерования от табличных;  
 $b$  – ширина фрезерования, мм;  
 $h$  – толщина снимаемого слоя, мм;  
 $V_s$  – скорость подачи, м/мин;  
 $V$  – скорость резания, м/с.  
 $m$  – переходный множитель от касательной к нормальной силе резания  
 $K_T$  – удельная работа резания, Дж/см<sup>3</sup>

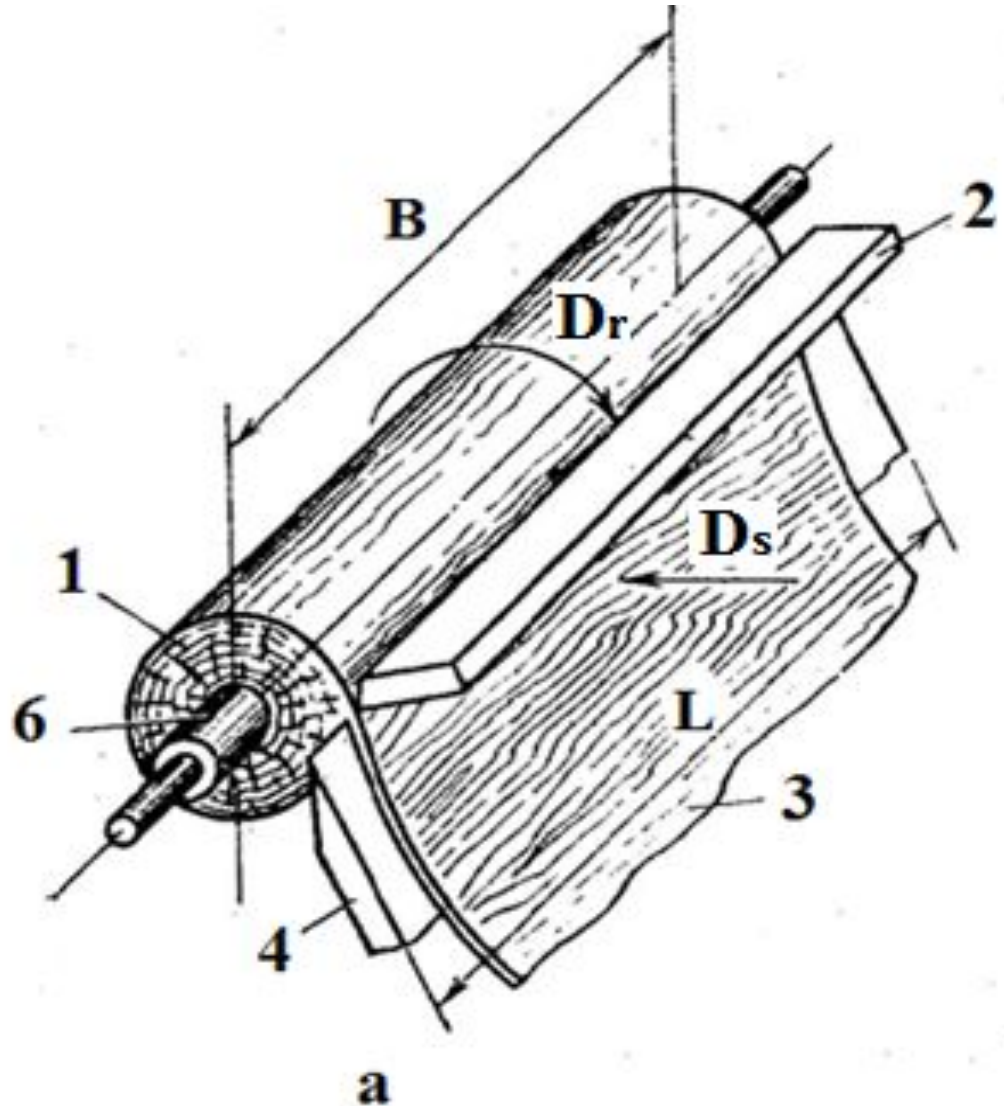
а

# Виды неровностей на обработанной поверхности при фрезеровании древесины



а – вибрационные  
неровности;  
б –  
кинематические  
неровности;  
в – неровности  
упругого  
восстановления;  
г – риски

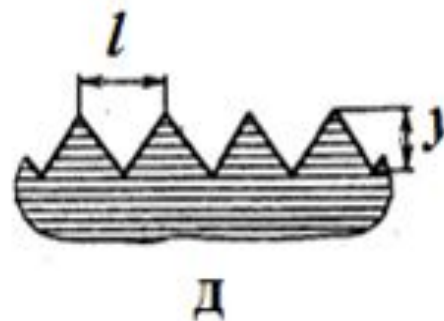
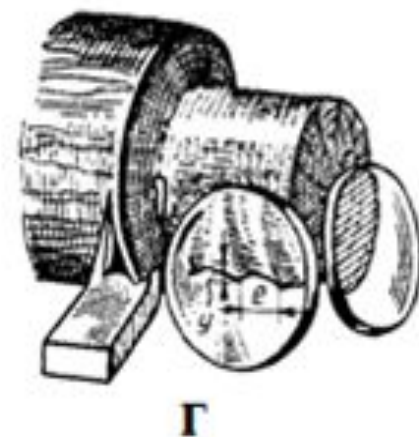
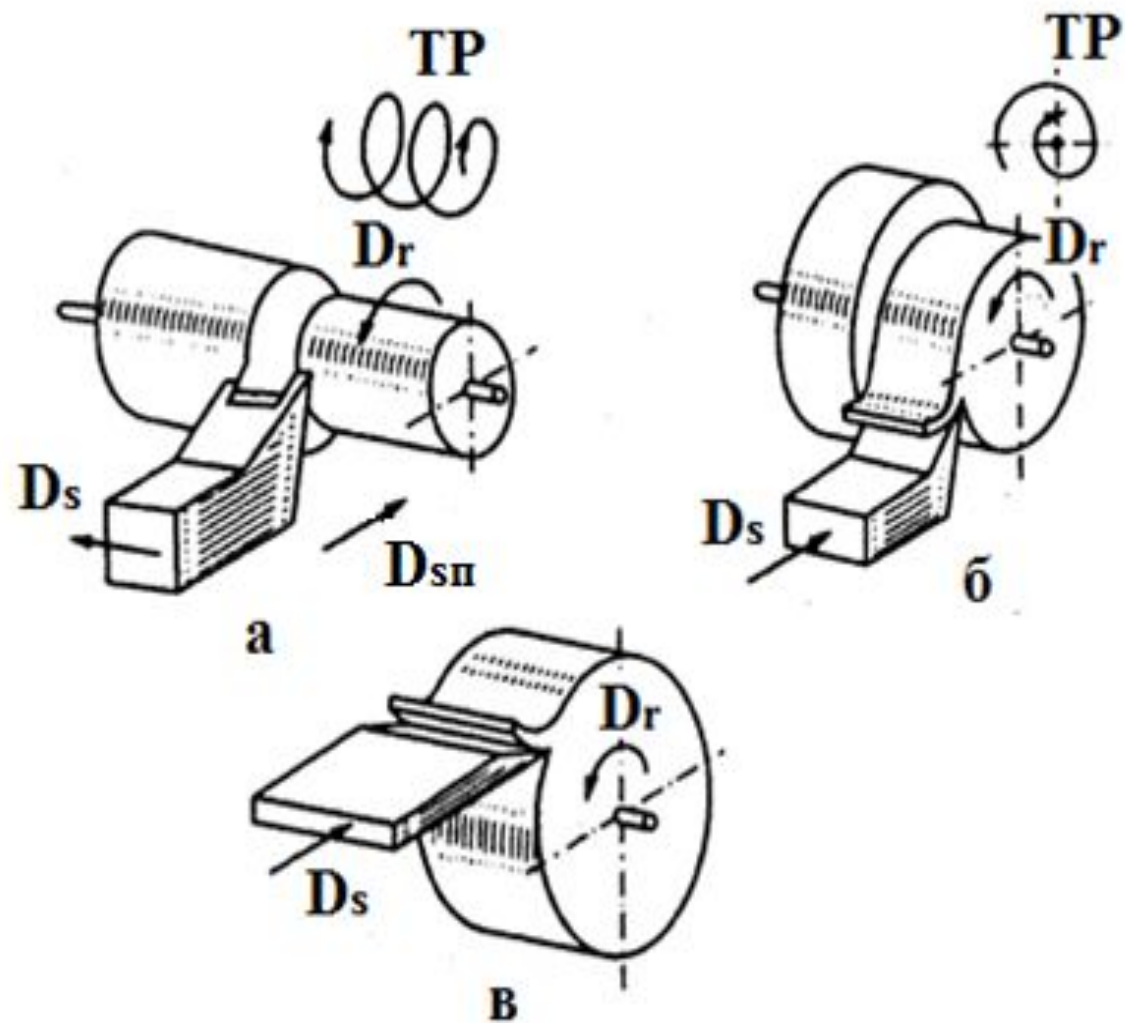
# Лушение древесины



- 1 – чурак;
- 2 – прижимная линейка;
- 3 – шпон;
- 4 – лущильный нож;
- 5 – карандаш (остаток);
- 6 – кулачок шпинделя

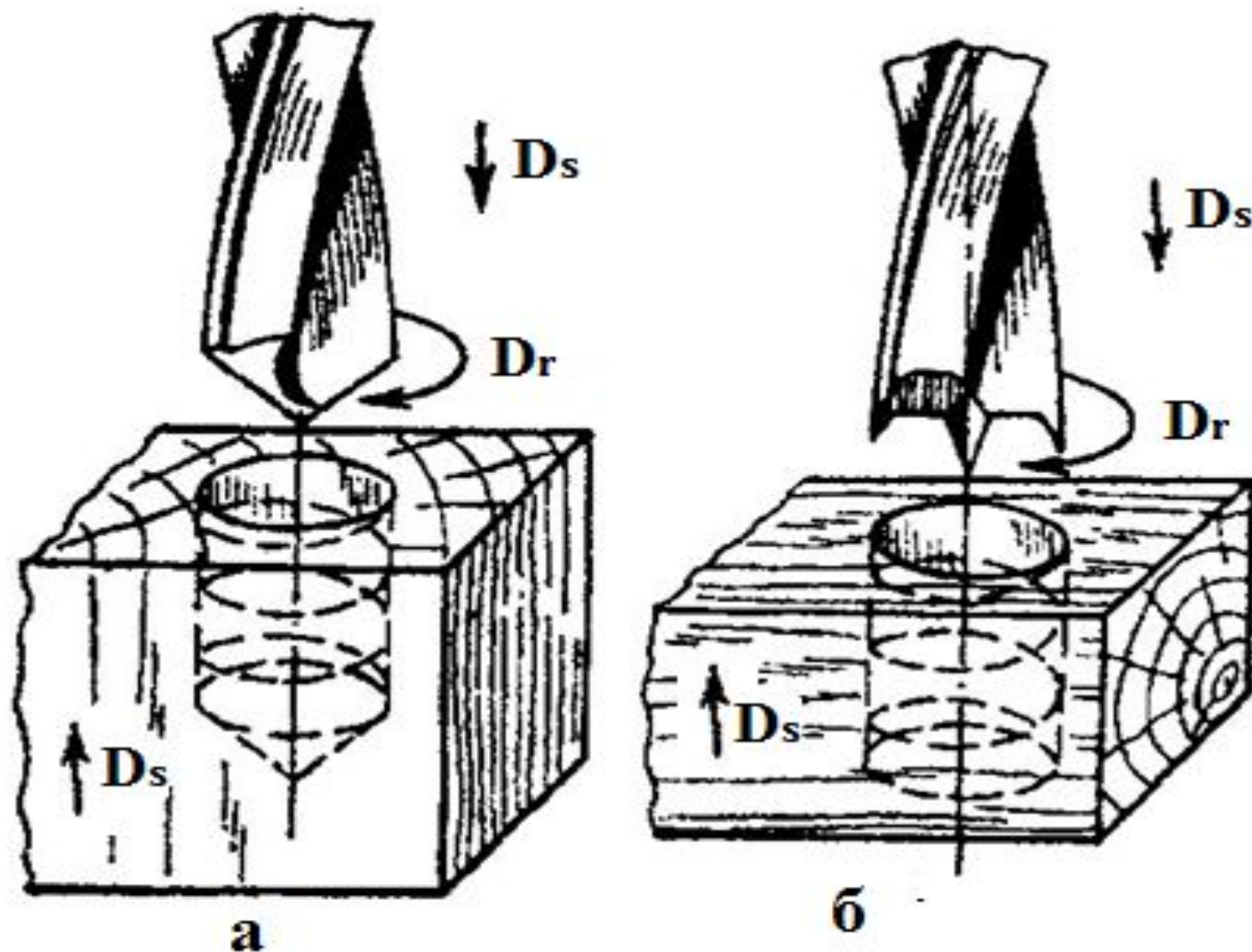


# Схемы точение древесины



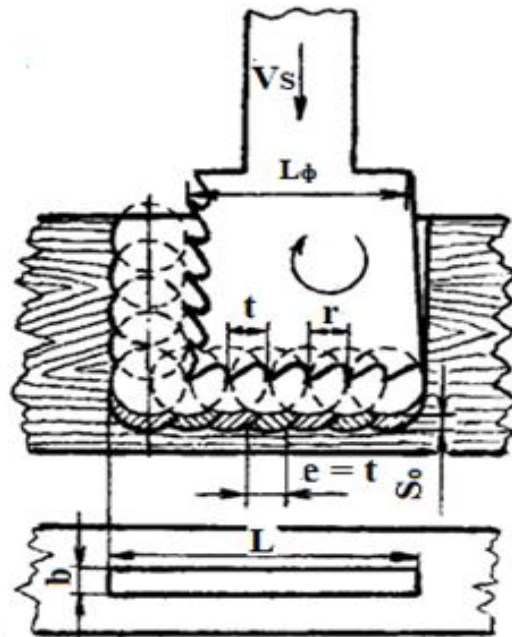
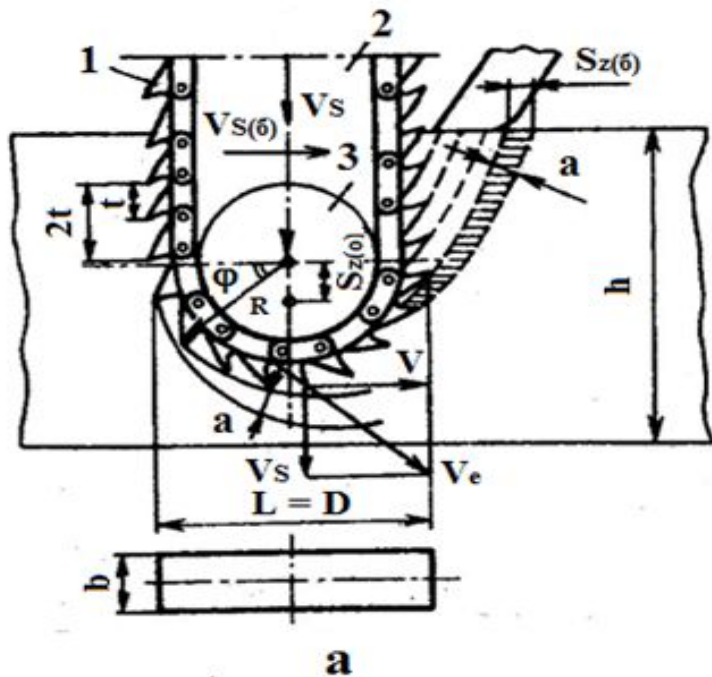
*а – продольное;  
б – поперечное  
радиальное;  
в – поперечное  
тангенциальное;  
г – неровности  
поверхности  
(шероховатость),  
после  
продольного  
точения;  
д – параметры  
шероховатости*

# Схемы сверления древесины

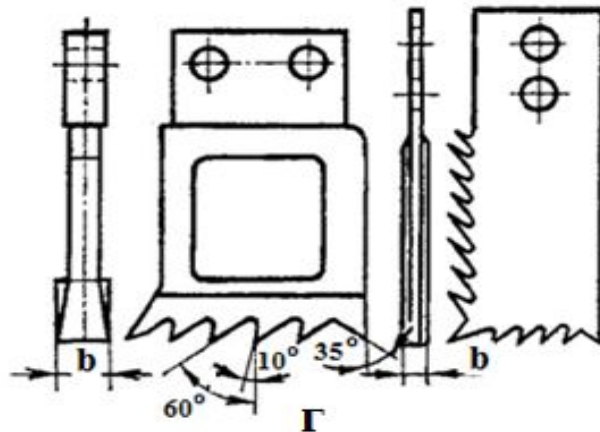
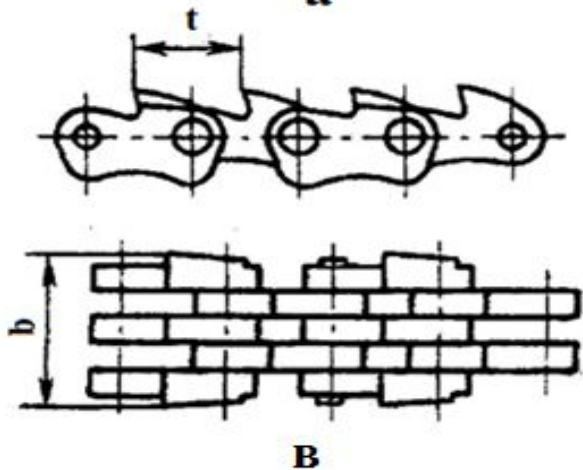


а – продольное;  
б – поперечное

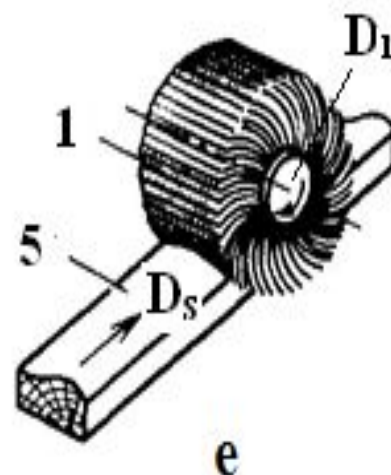
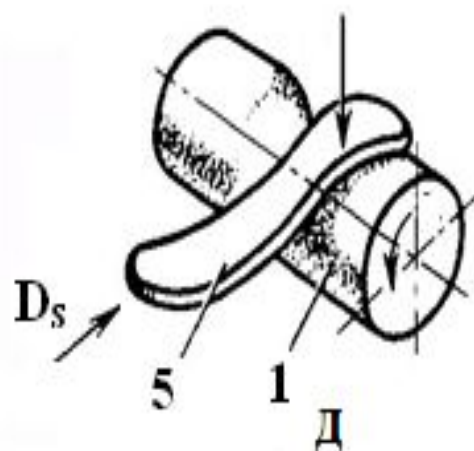
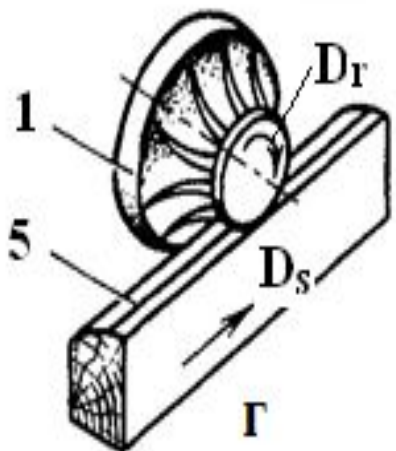
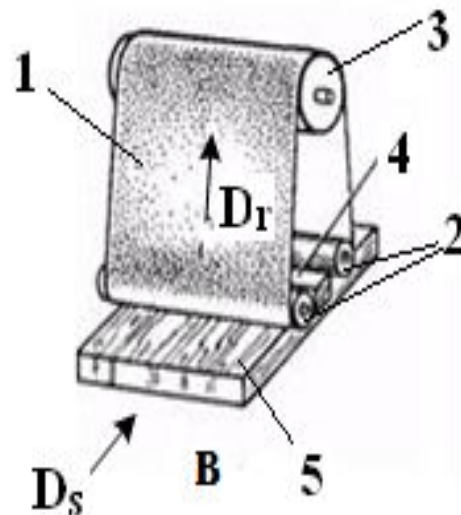
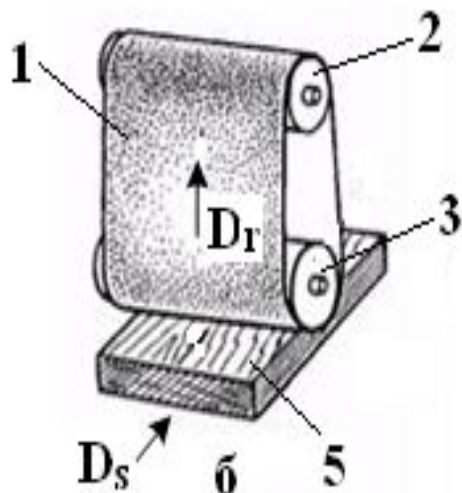
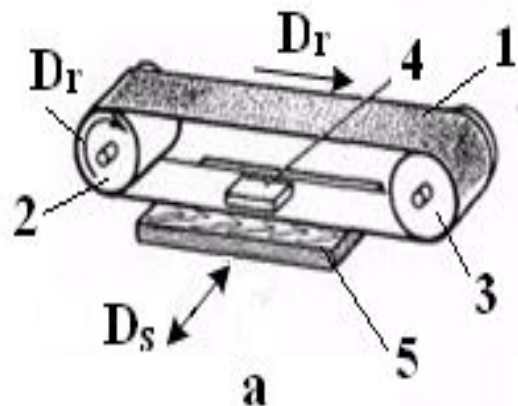
# Схема выборки гнезд



а – фрезерной цепочкой;  
 б – гнездовой (плоской) фрезой;  
 в – цепная фреза;  
 г – пластинчатые фрезы



# Схемы процесса шлифования, использующего в качестве инструмента шлифовальную шкурку



а – узколенточный поперечношлифовальный станок с утюжковым контактом;  
 б – широколенточный шлифовальный станок с контактными валами;  
 в – широколенточный шлифовальный станок с утюжковым контактом;  
 г – с профильным кругом;  
 д – с эластичным (пневматическим) цилиндром;  
 е – с лепестковым или щеточным кругом:  
 1 – шлифовальная лента;  
 2 – приводной шкив; 3 – натяжной шкив; 4 – прижимной утюжок;  
 5 – шлифуемая заготовка; 6 – шлифовальный барабан