

## Лабораторная работа

### ОБРАБОТКА НА СТРОГАЛЬНЫХ, ДОЛБЕЖНЫХ И ПРОТЯЖНЫХ СТАНКАХ

#### Цель работы:

1. Знакомство с особенностями работы поперечно-строгального станка с элементом долбления. Виды работ, выполняемых на нём.
2. Изучение основных особенностей конструкции строгальных, долбежных инструментов.
3. Знакомство с конструкцией протяжки для формирования внутренних шлицевых пазов.
4. Получение навыков работы на поперечно-строгальном станке.

#### Теоретическая часть

Строгальные станки предназначены для обработки резцом плоских поверхностей, пазов и других работ (обработка линейных поверхностей). Строгальные станки разделяются на поперечно- и продольно-строгальные и долбежные. У поперечно-строгальных станков поступательно-возвратное движение совершает резец, а обрабатываемая деталь - движение подачи. У продольно-строгальных станков поступательно-возвратное движение совершает обрабатываемая деталь, а резец - периодическую подачу в поперечном направлении.

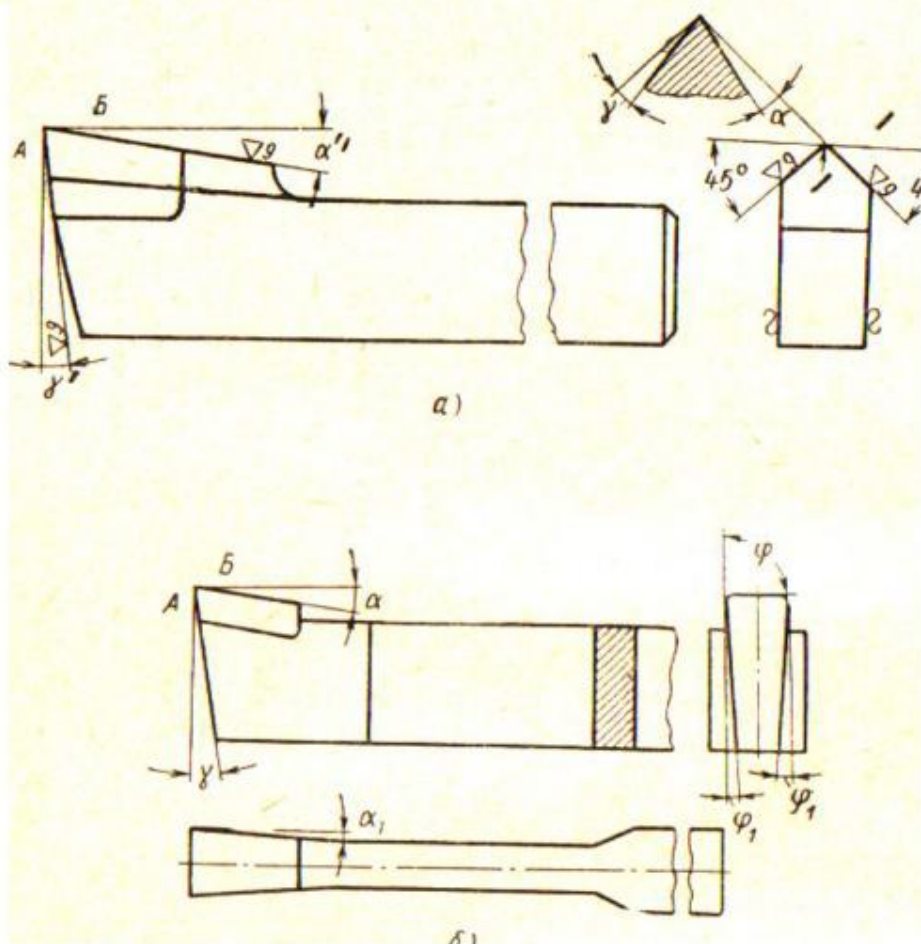
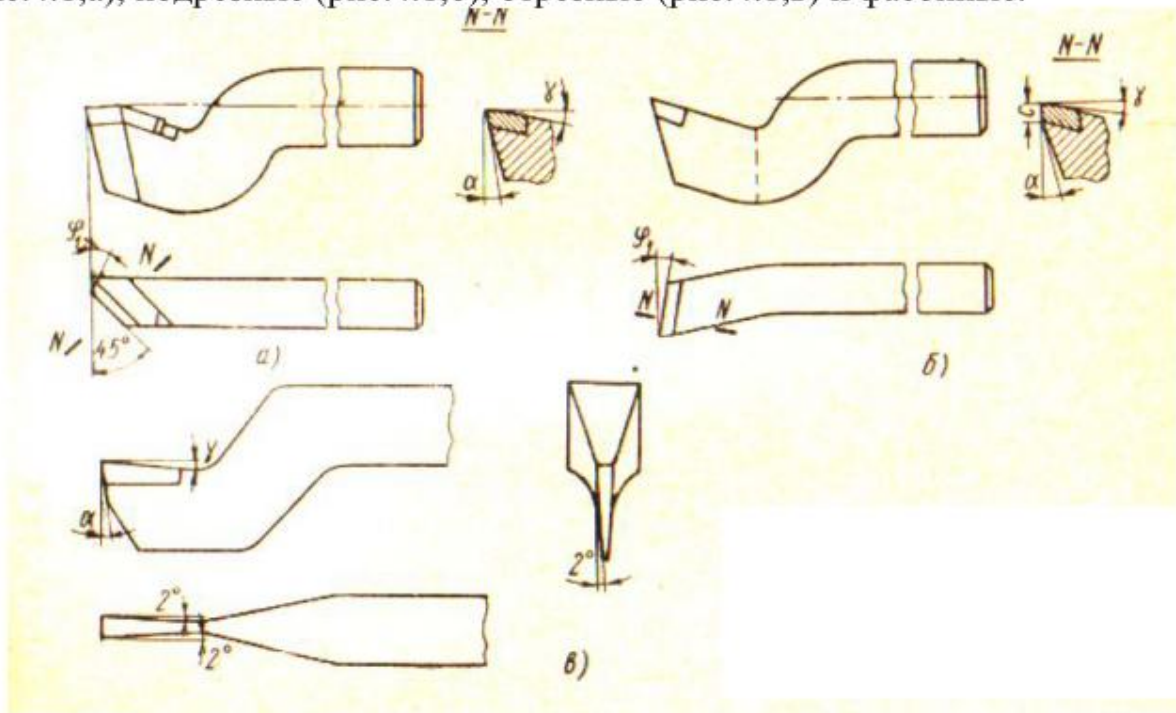
У долбежных станков, относящихся к классу строгальных, резец получает поступательно-возвратное движение в вертикальном направлении: вниз и вверх, а обрабатываемая деталь периодическую подачу в поперечном, продольном или круговом направлении.

Строгальные и долбежные станки, применяются в единичном и мелкосерийном производствах вследствие универсальности, простоты и дешевизны инструмента, достаточной точности, меньшей себестоимости по сравнению с фрезерованием. По производительности строгание уступает фрезерованию.

Процесс строгания имеет много общего с точением, но имеет свои особенности: скорости рабочего и холостого хода являются величинами переменными (на поперечно-строгальных станках); при строгании резец находится под воздействием стружки только во время рабочего хода, во время холостого хода резец остывает, врезание в заготовку сопровождается ударами; подача имеет прерывистый характер и осуществляется в конце холостого хода.

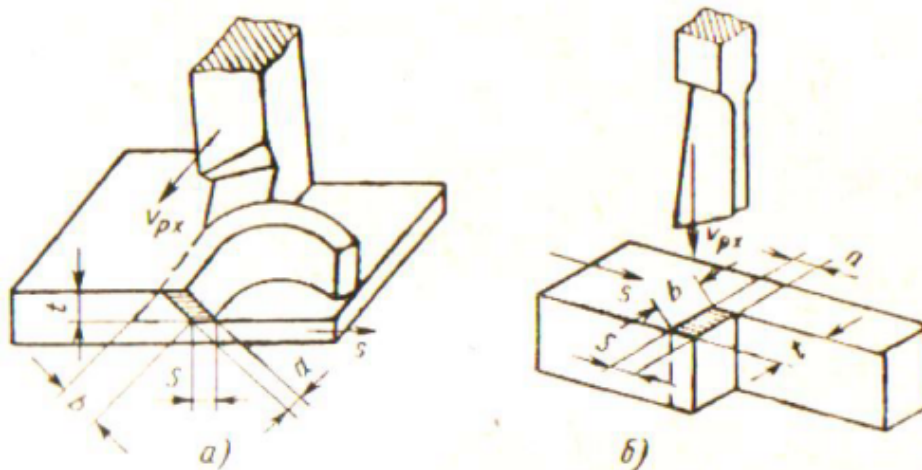
Строгальные резцы по конструкции подобны токарным, но при прочих равных условиях имеют большее поперечное сечение державки, т.к. работают с переменной нагрузкой (с ударами). Часто строгальные резцы делают изогнутыми, чтобы при встрече с твёрдыми включениями резец, отгибаясь, не врезался в уже обработанную поверхность. Это предохраняет резец от выкрашивания и сохраняет обработанную поверхность (рис.4.1.).

По назначению различают следующие типы резцов: проходные (рис.4.1,а), подрезные (рис.4.1,б), отрезные (рис.4.1,в) и фасонные.



**Рис.4.2. Долбежные резцы: а – проходной; б – прорезной**  
**У долбежного резца поверхность А является передней поверхностью, поверхность Б – задней.**

Глубина резания  $t$  при строгании равна толщине срезаемого слоя за один проход резца (рис.4.3,а), а при долблении глубина резания равна ширине резца (рис.4.3,б).



**Рис.4.3. Элементы резания при строгании(а) и долблении (б)**

Подача при строгании  $S$  и долблении – величина перемещения детали (или резца при продольном строгании) за один двойной ход резца (или стола при продольном строгании). Размерность подачи выражают в мм на двойной ход. Скорость резания  $V$  – средняя скорость рабочего хода(или детали при продольном строгании) в метрах в минуту. Для поперечно-строгальных станков средняя скорость рабочего хода ползуна определяется по формуле:

$$V = \frac{0.36Ln}{\alpha} \text{ м/мин,}$$

где  $L$ -длина хода ползуна в мм;  $n$ - число двойных ходов ползуна в минуту;  $\alpha$  – угол рабочего хода в градусах.

Площадь поперечного сечения среза (рис.4.3)  $f = tS = ab \text{ мм}^2$

Глубина резания при черновом и получистовом строгании определяют в зависимости от припуска на обработку. Подачу выбирают максимально допустимую по технологическим требованиям (в зависимости от требований к шероховатости обработанной поверхности, прочности державки резца и прочности самого станка). Скорость резания подсчитывают по формуле:  $V = C_v / T^m t^x S^y \text{ м/мин}$

Мощность резания  $N_p$  должна быть меньше или равна мощности на ползуне станка  $N_n$  :

$$N_p = P_z V / 60 \cdot 10^2 \leq N_n = N_3 \eta \text{ кВт}$$

Где  $P_z$  – главная составляющая силы резания в кГ (по справочнику);

$V$  – средняя скорость рабочего хода в м/ мин;

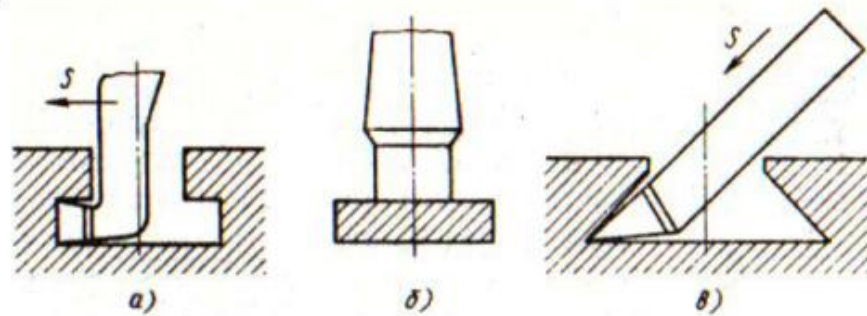
$N_3$  – мощность электродвигателя станка в кВт;

$\eta$  – к.п.д. станка. При расчёте в системе СИ силу  $P$  выражают в ньютонах и формула мощности резания принимает вид :  $N_p = P_z V / 60 \cdot 1000 \text{ кВт.}$



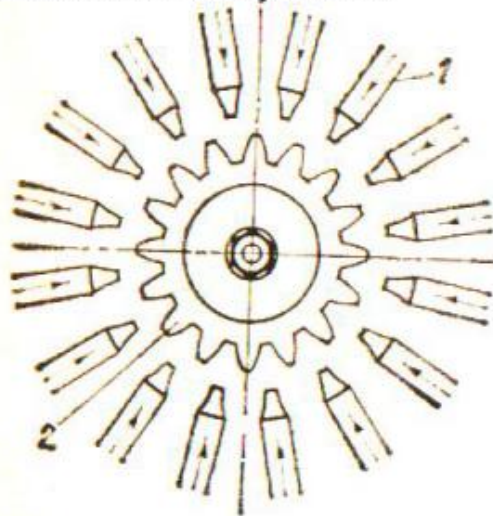
### Работы, выполняемые на строгальных станках

На строгальных станках обрабатываются плоскости и пазы, фасонные поверхности одиночными резцами. Прямоугольные и Т-образные, типа «ласточкин хвост» пазы можно изготовить как строганием, так и фрезерованием рис.4.4.

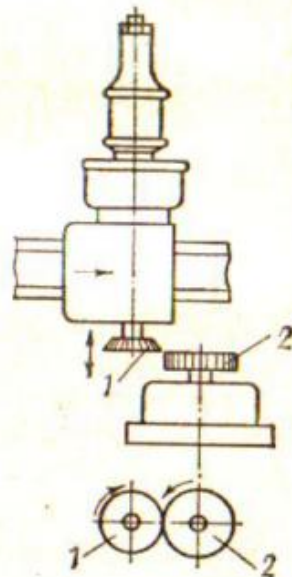


**Рис.4.4** Обработка пазов: а,б-Т-образных и в-типа «ласточкин хвост»

В современном машиностроении применяют зубодолбежные станки, производительность которых значительно выше, чем при нарезании зубьев на фрезерных станках. Это связано с тем, что при долблении в работе участвуют одновременно столько резцов (долбляков), сколько нужно нарезать зубьев на заготовке, причём резцы имеют форму впадин зубчатого колеса. Резцы 1 (рис.4.5) расположены радиально по отношению к заготовке 2. Радиальная одновременная подача резцов 1 происходит в нижнем положении заготовки 2, когда заготовка выходит из зацепления с резцами.

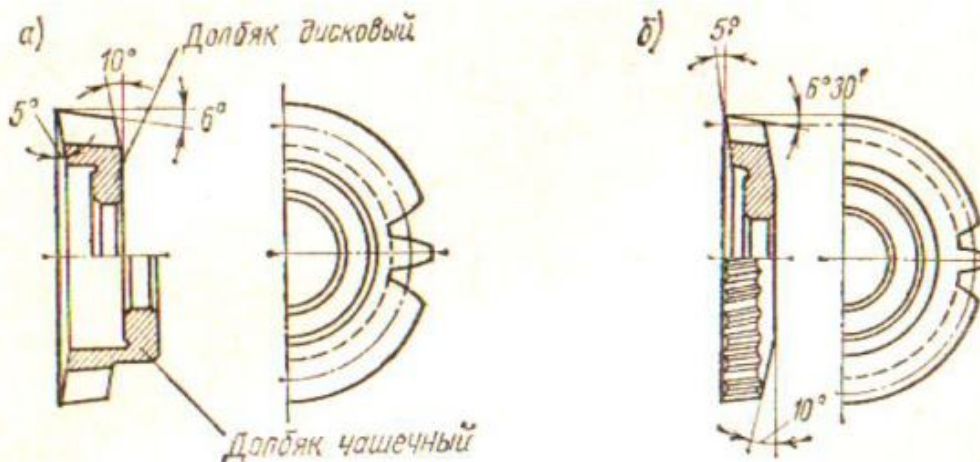


**Рис.4.5.** Схема многорезцовой обработки



**Рис.4.6. Схема нарезания цилиндрического колеса долбяком:  
1-заготовка; 2- долбяк**

Долбяки бывают реечные и круглые, в процессе обработки колеса воспроизводится зубчатое зацепление шестерни и рейки или двух цилиндрических колёс, одно из которых является режущим инструментом, а другое – заготовкой.



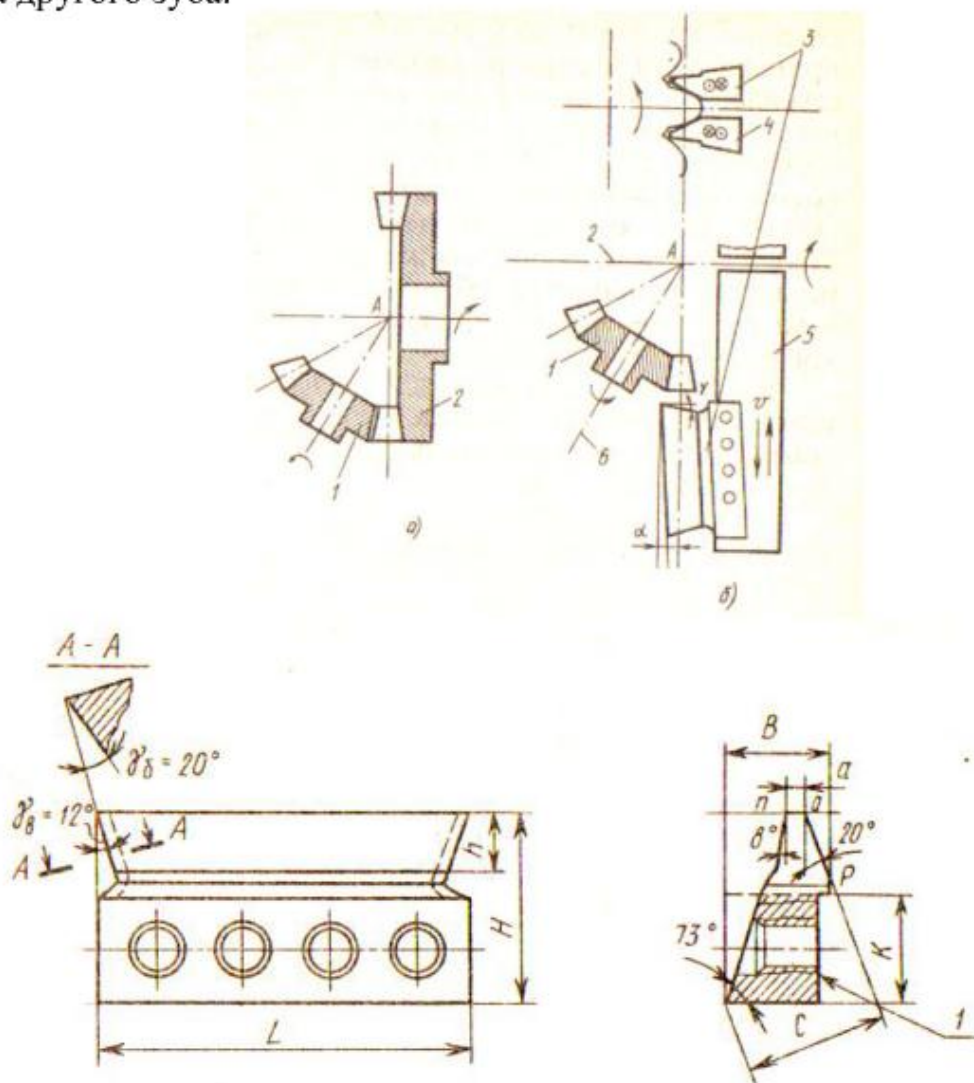
**Рис.4.7. Виды долбяков: а-долбяк с прямыми зубьями; б- дисковый косозубый долбяк, для нарезания зубчатых колёс с косыми зубьями**

Зубодолблением можно нарезать прямозубые и косозубые цилиндрические колёса. Последние виды обработки менее производительны, чем фрезерование, но иногда является единственным способом обработки зубьев на блочных колёсах, когда расстояние между соседними венцами недостаточно для выхода червячной фрезы.

Для изготовления прямозубых конических колёс с прямыми зубьями применяют зубострогальные станки, работающие по методу обкатки одновременно двумя резцами (рис.4.8). Сущность процесса состоит в



воспроизведении зацепления конического колеса 1 с плоским зубчатым колесом 2. При этом профиль зуба плоского колеса воспроизводится с помощью зубострогальных резцов. Зуб нарезанного колеса обрабатывают два резца 3 и 4. Резцы закреплены на ползунах планшайбы 5 и совершают возвратно-поступательное (главное) движение. Каждый резец обрабатывает одну сторону зуба. Планшайба 5, на которой смонтированы резцы, представляют собой плоское (воображаемое) колесо, а обрабатываемое колесо установлено так, что вершина его конуса А совпадает с центром плоского колеса и поверхность его начального конуса касается поверхности начального конуса плоского колеса. Планшайба 5 и заготовка 1 вращаются вокруг своих осей 2 и 6, при этом кинематически обеспечивается обкатка без скольжения начального конуса заготовки по начальной плоскости воображаемого колеса. В результате этого движения (обкаточного) прямолинейная кромка резца обрабатывает боковую поверхность зуба. После обработки одного зуба делительный механизм станка поворачивает заготовку и производится обработка другого зуба.



**Рис.4.8. Схема нарезания прямозубого конического колеса зубострогальными резцами. Зубострогальный резец**

## Обработка на протяжных станках

Протягивание как метод высокопроизводительной обработки металлов получил широкое распространение в серийном и массовом производствах при обработке отверстий различной формы, а также наружных поверхностей плоских, дугообразных и более сложных профилей. При этом обеспечивается высокая точность обработки и высокая степень чистоты обработанной поверхности. Формы протягиваемых отверстий показаны на рис. 4.9. Протягиванию предшествует обработка отверстия сверлом, резцом или зенкером. Наружные поверхности обрабатываются без предварительной обработки. На рис.4.9, а показаны формы протягиваемых отверстий. На рис.4.9, б – протягивание пазов шпоночной протяжкой. Заготовка 1 закрепляется в зажимном приспособлении 2. Протяжка 3 при помощи тягового устройства на станке имеет поступательное перемещение в направлении стрелки. Принцип протягивания заключается в том, что на режущей части протяжки каждый последующий зуб выше предыдущего на величину толщины срезаемого слоя  $a_z$  (рис.4.9, в). Таким образом, первый зуб протяжки начинает резание, а последний зуб на режущей части завершает резание паза в заготовке.

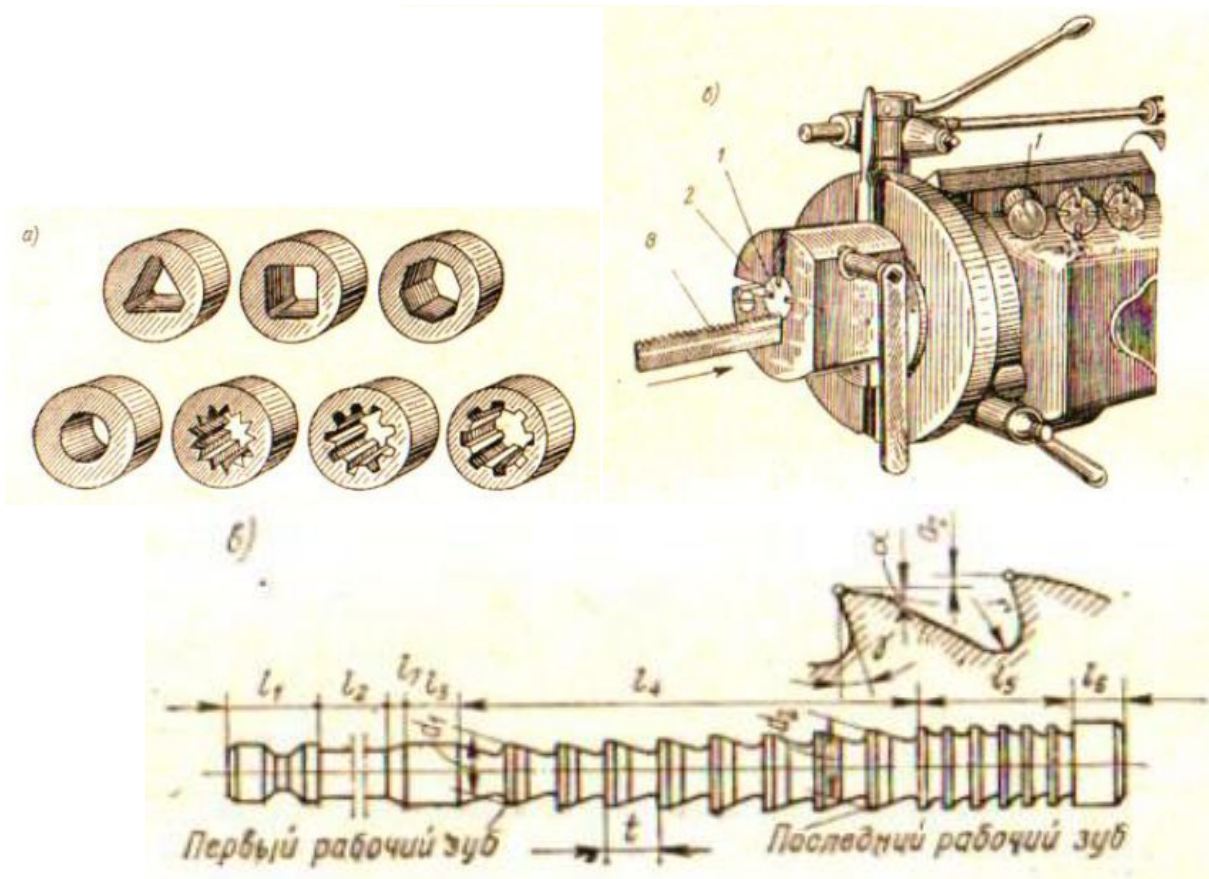


Рис.4.9. Протягивание деталей: а) формы поверхностей, обрабатываемых внутренним протягиванием; б) протягивание пазов шпоночной протяжкой; в) элементы и геометрические параметры режущей части круглой протяжки (в мм):  $l_1$  - длина хвоста;  $l_2$  - длина шейки;  $l_3$  - длина переднего направления;  $l_4$  - длина режущей части;  $l_5$  - длина калибрующей части;  $l_6$  - длина концевой части;  $l_7$  - длина переходного конуса;  $t$  - шаг зубьев протяжки;  $r$  - радиус закругления у основания зуба;  $\alpha$  - задний угол зуба протяжки;  $\gamma$  - передний угол



На практике находят применение следующие основные схемы резания: 1) профильная; 2) генераторная; 3) прогрессивная (рис.4.10).

Профильная схема применяется при обработке круглых и фасонных отверстий, генераторная – при обработке квадратных, прямоугольных и фасонных отверстий, прогрессивная – во всех случаях, когда целесообразно резание толстыми срезами  $a_z = 0,1- 0,4$  мм. При протягивании по прогрессивной схеме разделение работы резания происходит по периметру срезаемого слоя.

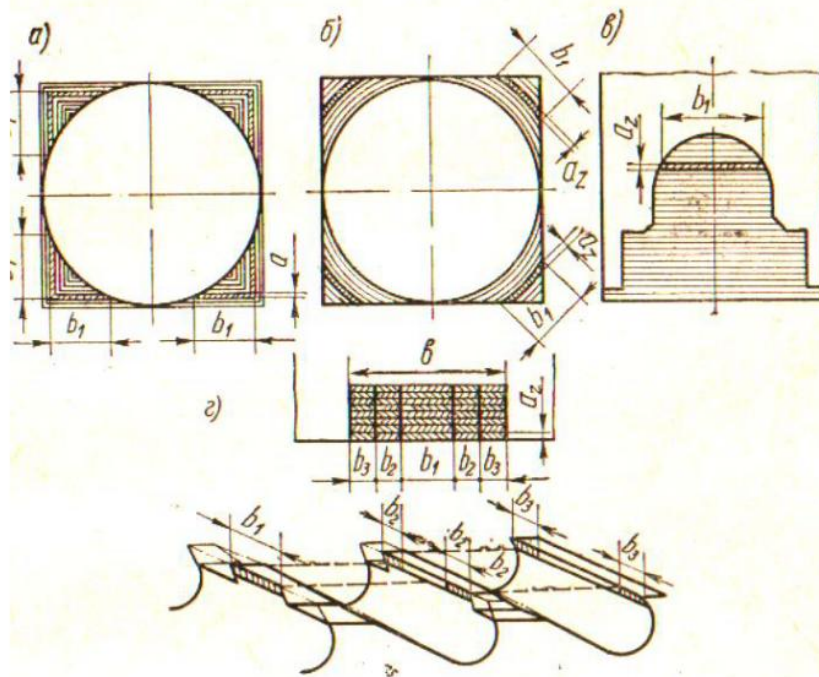


Рис. 4.10. Основные схемы протягивания: а) – профильная; б,в) – генераторная; г) – групповая (прогрессивная)

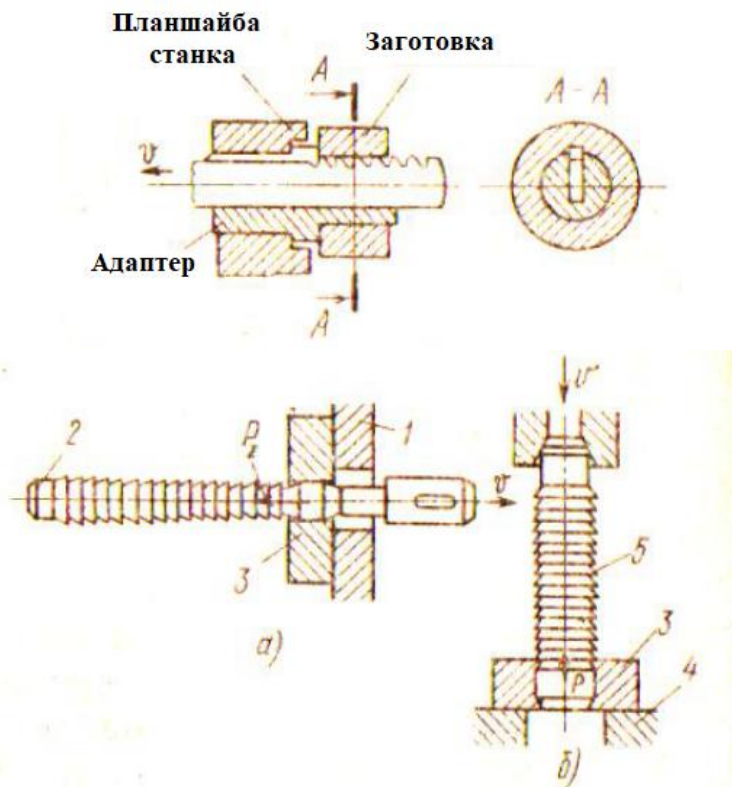


Рис.4.11. Схемы протягивания: а) шпоночной канавки, работы протяжки; б) прошивки

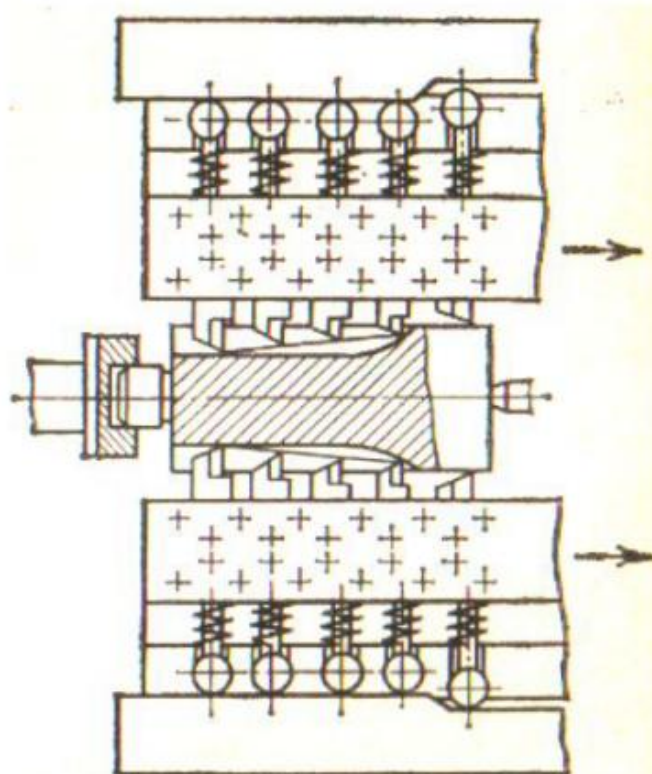


Внутреннее протягивание бывает свободным и координатным. Координатное протягивание обеспечивает точное расположение обрабатываемых поверхностей (например, шпоночные пазы, канавки) рис.4.11 относительно других поверхностей. При свободном протягивании инструмент направляется предварительно образованным отверстием и протянутое отверстие является базой для последующей обработки.

Протяжные станки (вертикальные и горизонтальные) работают по прерывистой схеме, т.е. после обработки детали останавливают станок для снятия детали и установки новой заготовки. На рис.4.11 (а,б) показаны схемы работы протяжки 2 (а) и прошивки 5 (б). В отличие от протягивания при прошивании инструмент – прошивка 5 проталкивается через отверстие, работая на сжатие и продольный изгиб. При протягивании заготовка 3 своей торцевой частью опирается на плиту станка 1 и остаётся неподвижной, протяжка 2 совершает поступательное перемещение, которое является главным движением. Протяжка испытывает растягивающие напряжения. При прошивании заготовка 3 своей опорной частью опирается на стол 4, а прошивка 5 под действием прессы перемещается вертикально. Прошивки по своей конструкции и области применения аналогичны протяжкам, но отличаются отсутствием хвостовой части и небольшой длиной., что связано с работой прошивки на продольный изгиб. Хвостовик прошивки служит для её закрепления и приложения тягловой силы станка.

Скорость резания при протягивании зависит от материалов инструмента и детали, величины подачи на зуб, периода стойкости, геометрических параметров зуба протяжки, наличия смазочно-охлаждающей жидкости. При работе протяжки из инструментальной стали скорость резания находится в пределах 2-10 м/мин. Подачей называют разность по высоте двух соседних зубьев протяжки (подача на зуб протяжки). Обычно подачу на зуб принимают 0,05 – 0,15 мм при обработке стали и 0,1 – 0,2 мм при обработке чугуна.

В массовом производстве конических зубчатых колёс применяют специальные станки кругового протягивания, режущим инструментом которых является круговая протяжка.



**Рис. 4.12. Схема формирования наружных шлицев двумя блочными протяжками**

Шлицепротягивание прямоугольных прямобочных шлицев производят двумя блочными протяжками с последующим поворотом (делением) заготовки (рис.4.12).этим методом обрабатывают как сквозные, так и несквозные шлицы, допускающие выход инструмента. Блочные протяжки обеспечивают независимо друг от друга радиальное перемещение каждого зуба протяжки.

#### **Методика выполнения лабораторной работы**

1. Изучите теоретическую часть к лабораторной работе.
2. Получите задание у преподавателя на выполнение лабораторной работы.
3. Подберите заготовку, инструмент и приспособления для выполнения лабораторной работы.
4. Настройте режим резания на строгальном станке для выполнения задания.
5. Спроектируйте маршрут обработки детали и согласуйте с преподавателем.
6. Проведите настройку строгального станка на выполнение работы.
7. Приступайте к изготовлению детали.
8. Проверьте правильность выполненных размеров.
9. Настройте станок для долбежных работ.

10. Выполните долбление внутреннего паза заданного размера.
11. Сделайте эскиз протяжки.
12. Выполните эскизы исходного отверстия в заготовке и конечной формы изготовленного отверстия.
13. Сделайте операционные эскизы всех переходов изготовления детали и внутреннего паза.
14. Выводы по результатам работы.

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Какие существуют виды строгания и протягивания?
2. В чём особенности конструкции режущих инструментов для процессов строгания, долбления, протягивания и прошивки?
3. Виды работ, выполняемых при строгании, долблении и протягивании?
4. Как выбираются режимы резания при строгании и долблении?
5. Чем отличаются процессы протягивания простых поверхностей от фасонных?
6. В чём особенности формирования шлицевых поверхностей?
7. Основные конструктивные элементы режущего инструмента для строгания, долбления и протягивания внутренних и наружных поверхностей?
8. Какие погрешности имеют место при строгании, долблении и протягивании?
9. Какие параметры шероховатости поверхности обеспечивают строгание, долбление и протягивание?
10. От чего зависит выбор скорости строгания и долбления?
11. Особенности изготовления конических прямозубых колёс?
12. Особенности конструкции режущих инструментов для формирования зубчатых колёс?
13. Основные виды зубодолбёжного инструмента?
14. Принцип формирования зубчатых колёс методом долбления?
15. Что такое период стойкости режущего инструмента и его место при расчёте режима резания?
16. Назовите основные конструктивные элементы строгального станка.
17. Как на поперечно-строгальном станке изготовить внутренний шпоночный паз?