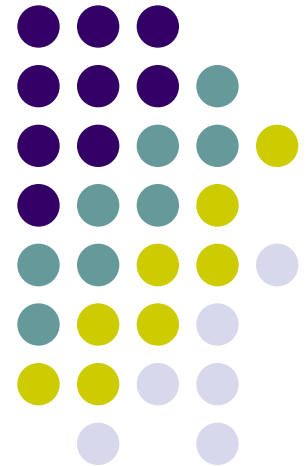
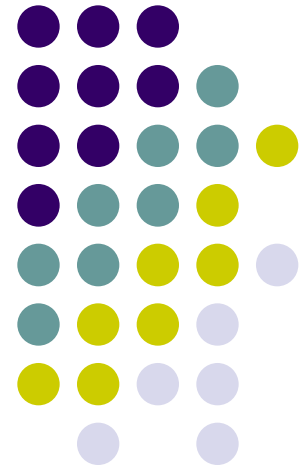


Технология обработки типовых деталей машин



Изготовление валов



Классификация валов



Валы

Бесступенчатые и ступенчатые

Цельные и пустотелые

Гладкие и шлицевые

Валы-шестерни

Комбинированные

Классификация валов по геометрической форме

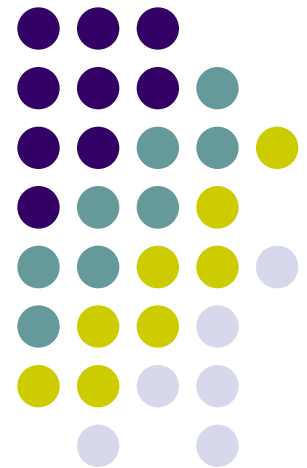


Валы

Прямые и коленчатые

Кривошипные и эксцентриковые
(кулачковые)

Изготовление ступенчатых валов

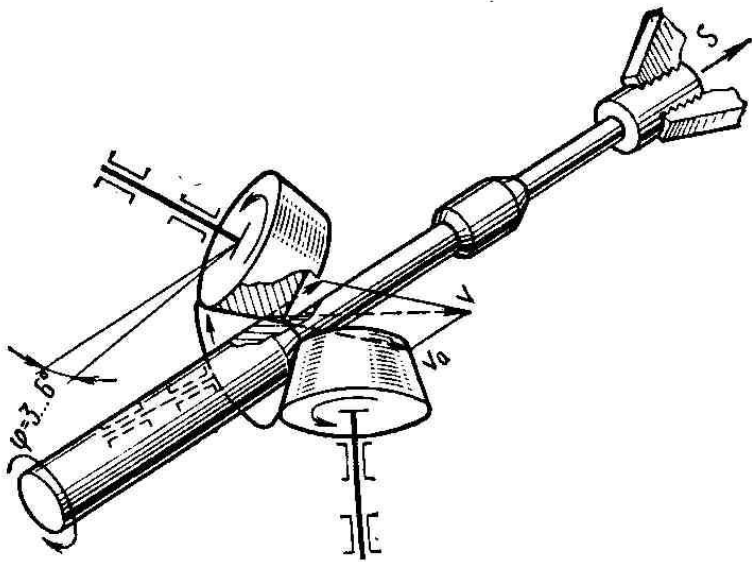




Материалы и способы получения заготовок

- **Конструкционные** и легированные стали. Стали 35, 40, 45, 40Х, 50Х, 40Г2 и др.

Материалы и способы получения заготовок



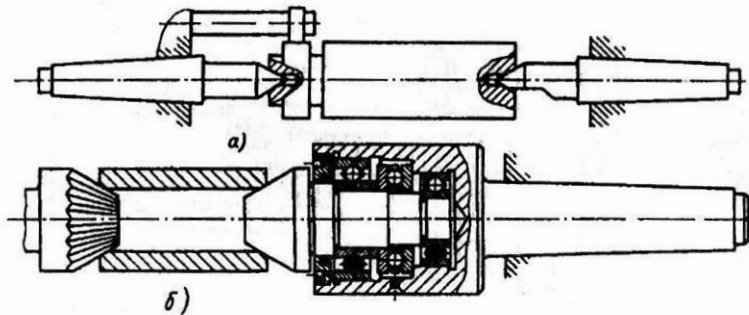
- **Прокат** горячекатаный, холоднотянутый.
- **Ковка, штамповка** на прессах, на ГKM (фланцевые валы), периодический прокат (поперечно-винтовой).
- Тяжелые валы ($\text{Ø} > 2500\text{мм}$) изготавливают из **заготовок – слитков**.
- **Термообработка:** нормализация, закалка, отпуск, ХТО – цементация и закалка.

Технические условия на изготовление валов



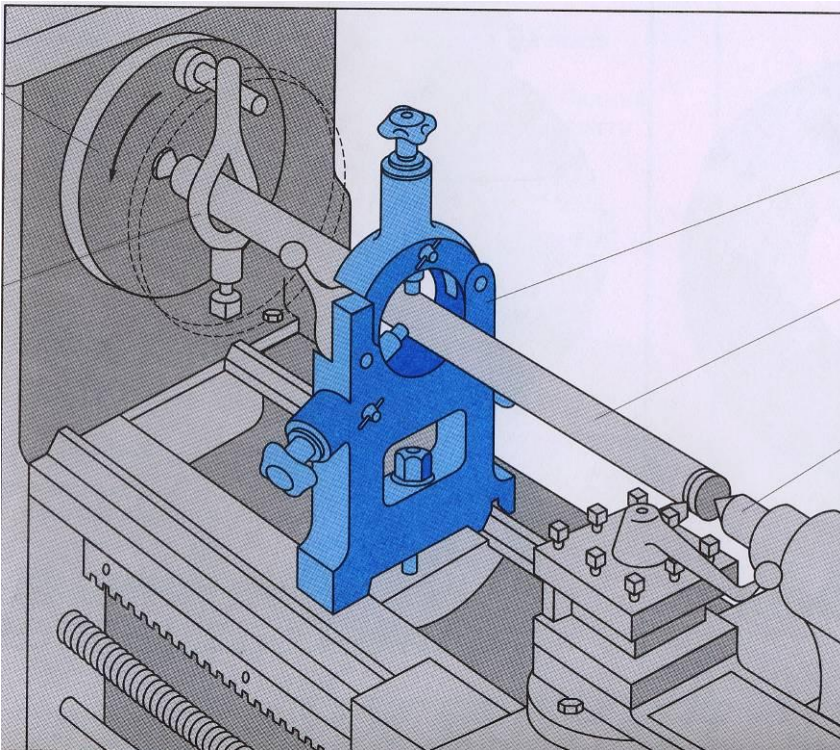
1. Диаметры посадочных **шеек** выполняют по **6-9** качеству.
2. **Овальность** и **конусность** шеек валов допускается не более **0,5** поля допуска на их диаметры.
3. Отклонение от **соосности** посадочных шеек не более **5 -10** мкм.
4. Допуски на **длину** ступеней по **12** качеству.
5. **Шероховатость** посадочных шеек **Ra 1,25 ... Ra 0,08**, торцов и уступов **Rz40 ... Rz20**.
6. Твердость шеек **HRC 45...50** (закалка ТВЧ).

Базирование



- За базы принимается **центровые отверстия**.
- При обработке полых валов принимают базирование на **центровые пробки** или конические **фаски** **отверстия**.

Базирование



- Для не жестких валов применяют дополнительную опору – люнет.

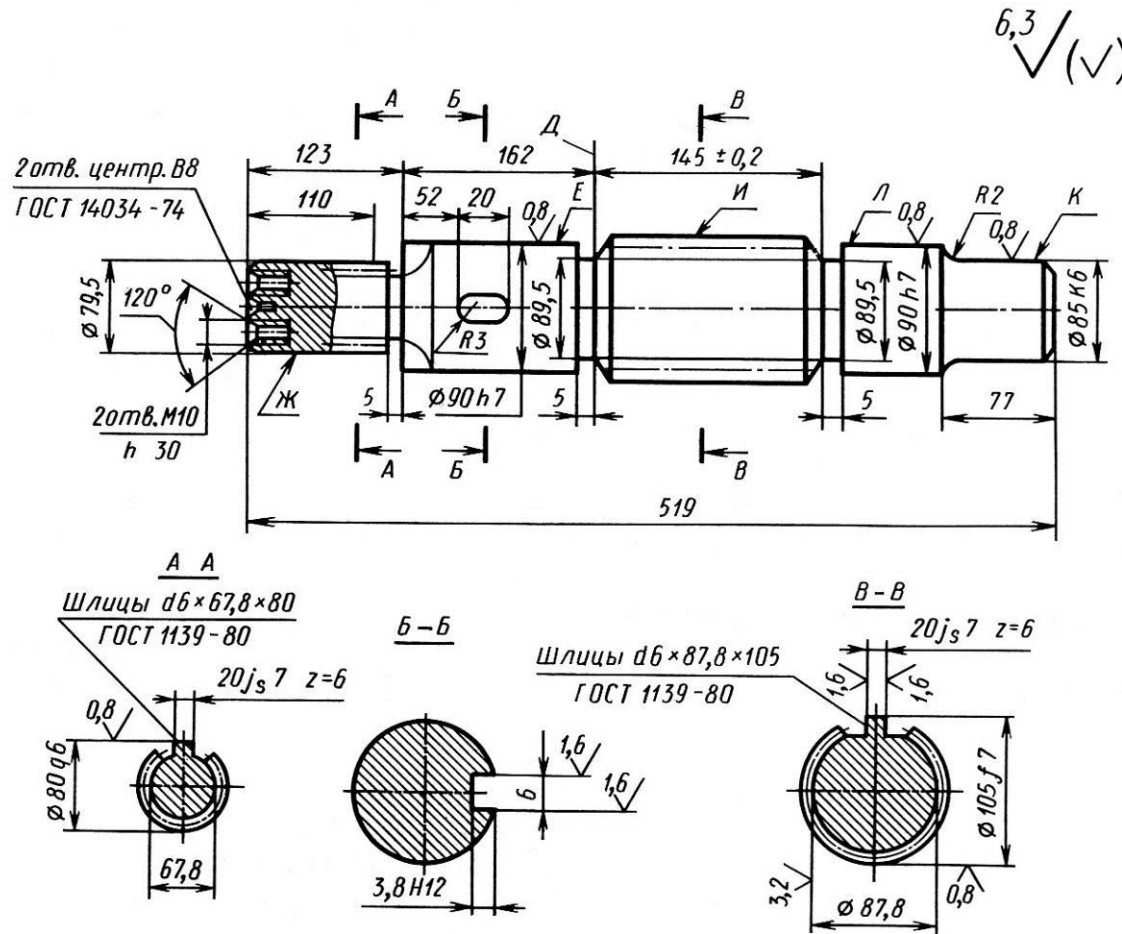
Технология обработки ступенчатых валов



- Технология обработки зависит от **конфигурации**, от **размеров**, от **жесткости** вала и от **программы выпуска**.
- Вал считается жестким, если $l/d < 10 \dots 12$.

$$d_{\text{экв.}} = \frac{l_1 \cdot d_1 + l_2 \cdot d_2 + \dots + l_n \cdot d_n}{L}$$

Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



Вид заготовки – прокат.

Материал – сталь 45.

Число деталей из заготовки – 1

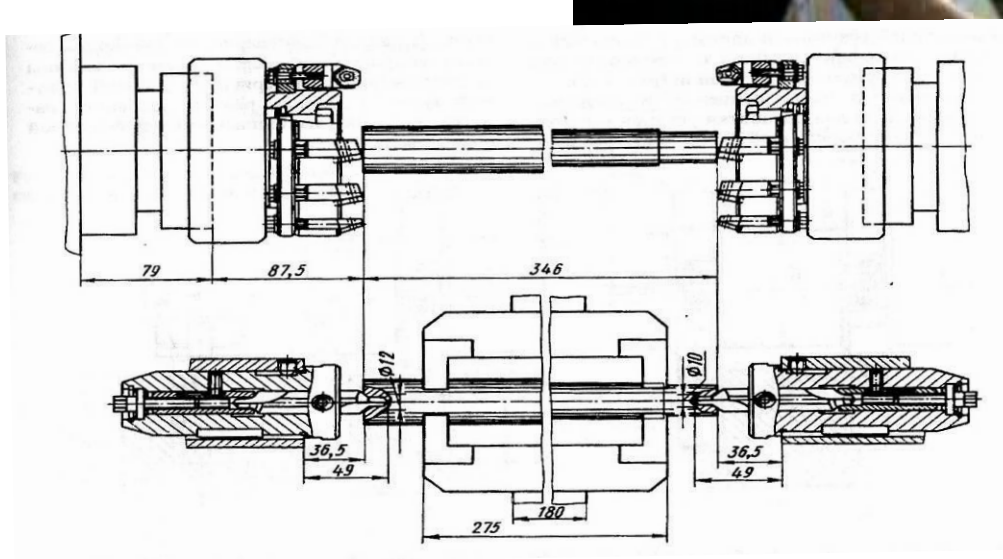
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



1. Фрезерование торцов и зацентровка.

Оборудование: Фрезерно-центровальные станки
MP37, MP-71, MP78.

Базирование: в призмах, упор в торец.



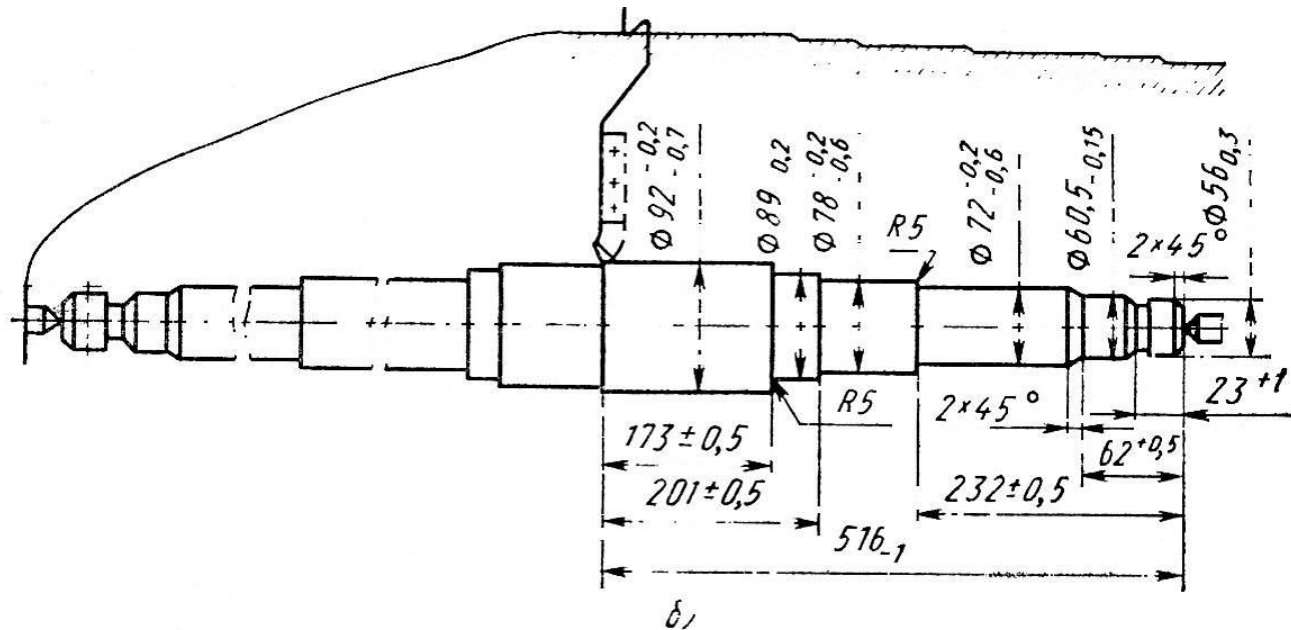
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



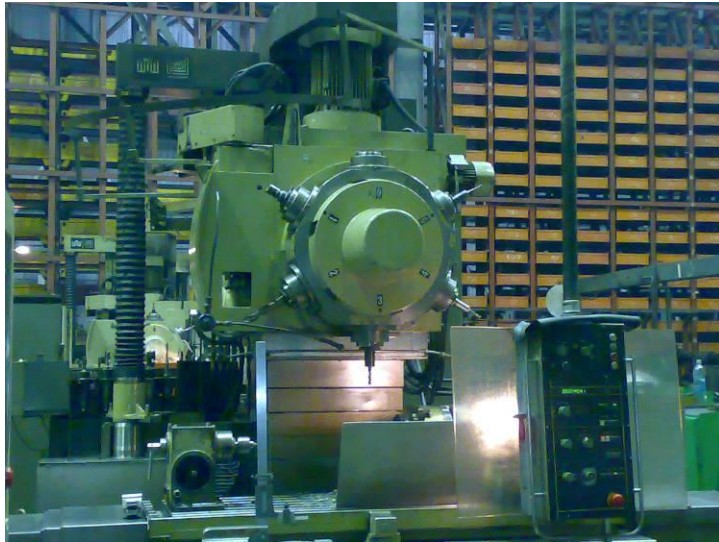
2. Токарная обработка.

Оборудование: Токарные станки 1712П, 16К20, 16К20Ф3.

Базирование: центровые отверстия.



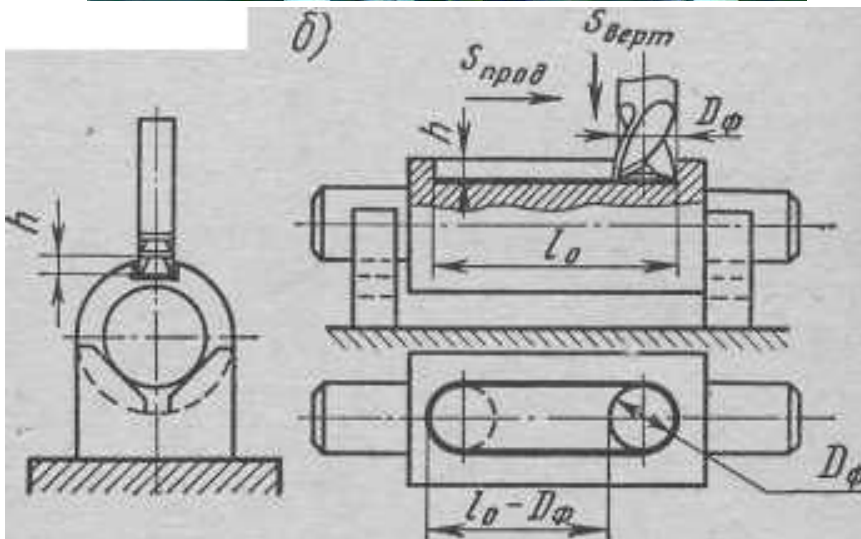
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



3. Фрезерование шпоночных пазов.

Оборудование:
Консольно-фрезерные станки 6М81Г, 6М1.

Базирование: в призмах, упор в торец; в центрах.



к В.Л.



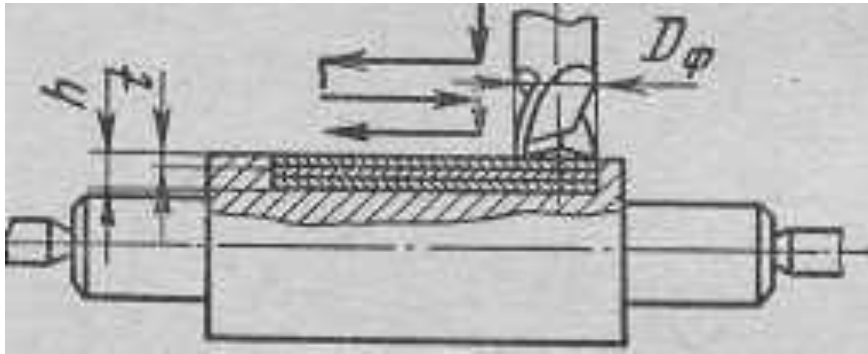
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



3. Фрезерование ШПОНОЧНЫХ ПАЗОВ.

Оборудование:
Шпоночно-
фрезерные станки
692Д.

Базирование: в
центрах.



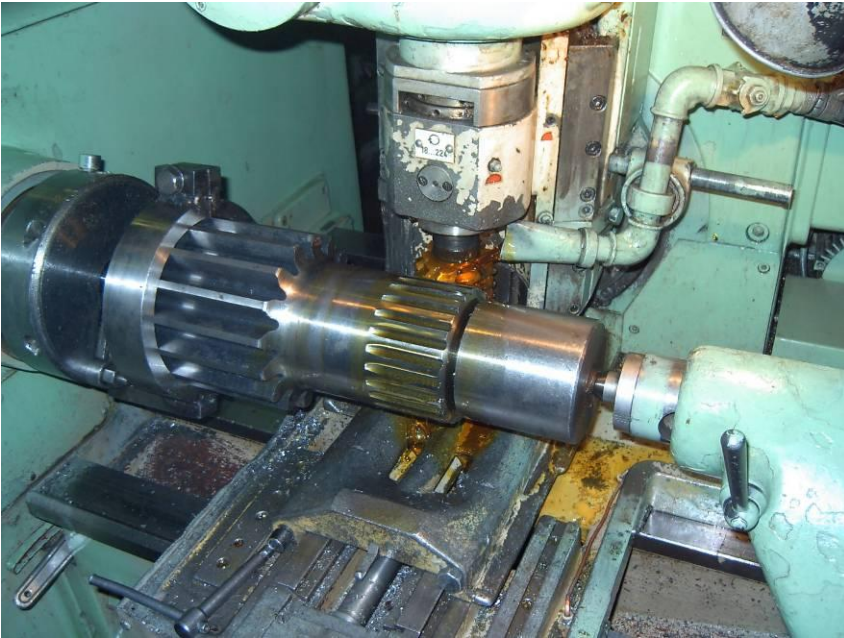
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



4. Фрезерование шлицев.

Оборудование:
Шлицефрезерный станок
5350А.

Базирование: в центрах.



Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.

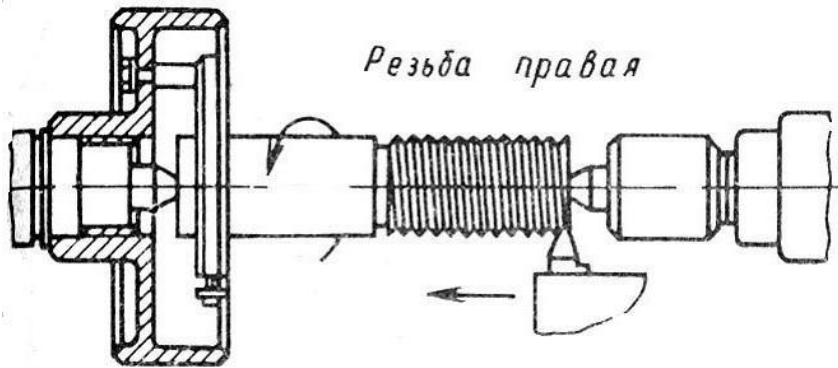


5. Сверление отверстий.

Оборудование: Радиально-сверлильный станок 2М55, SRB50

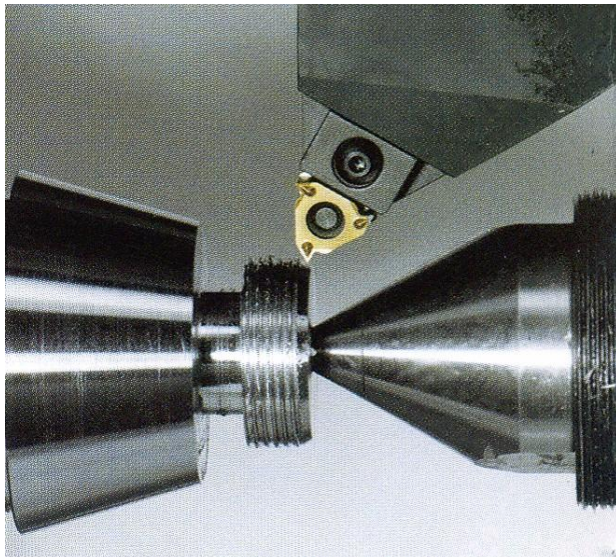
Базирование: в призмах, упор в торец.

Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



6. Нарезание резьбы.

Оборудование: Токарные
винторезные станки
16К20, 1А616,
Базирование: центровые
отверстия.



7. Термическая обработка.

Закалка.

Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



8. Шлифование поверхностей.

Оборудование:

Круглошлифовальные станки 3М151, 3М153А

Базирование: центровые отверстия.



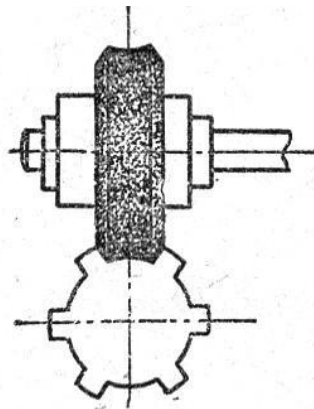
Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.



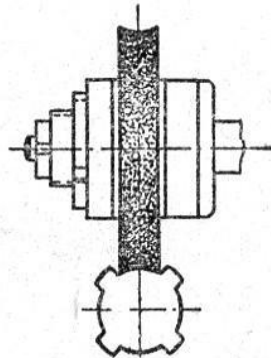
9. Шлифование шлицев.

Оборудование: Шлицешлифовальный станок ЗБ451П, 3451

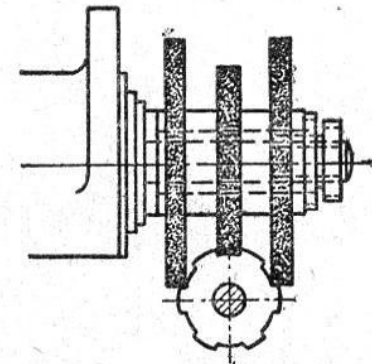
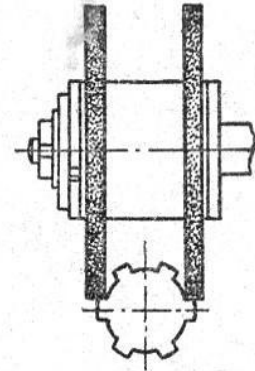
Базирование: центровые отверстия.



А) Фасонным
кругом



Б) В две операции –
одним кругом и двумя кругами



В) Тремя
кругами

Бибик В.Л.

Технология обработки ступенчатых валов со шлицами (термообработка – закалка). Серийное производство.

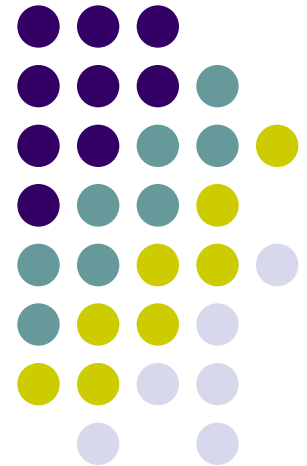


10. Калибровка резьбы, зачистка заусенцев

11. Промывка.

12. Контроль.

Способы обтачивания наружных поверхностей валов





Обтачивание

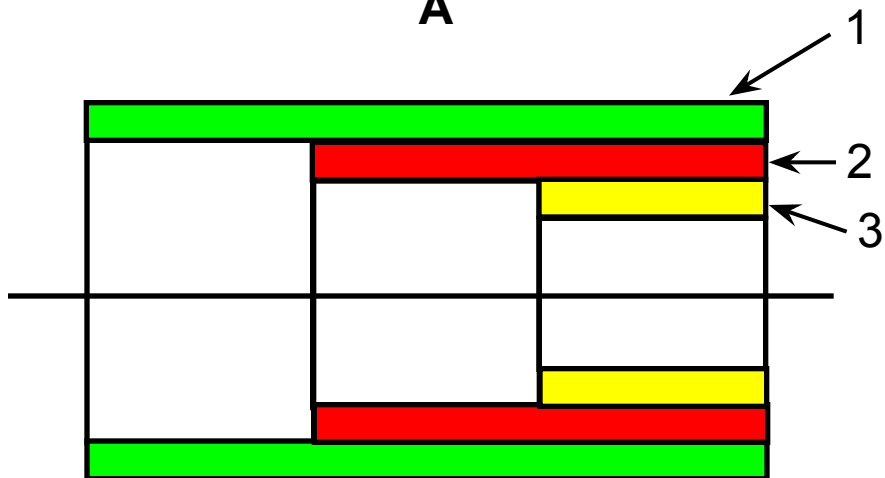
Предварительное
(60-70% общего припуска)

Окончательное
(большая V ,
малая S)

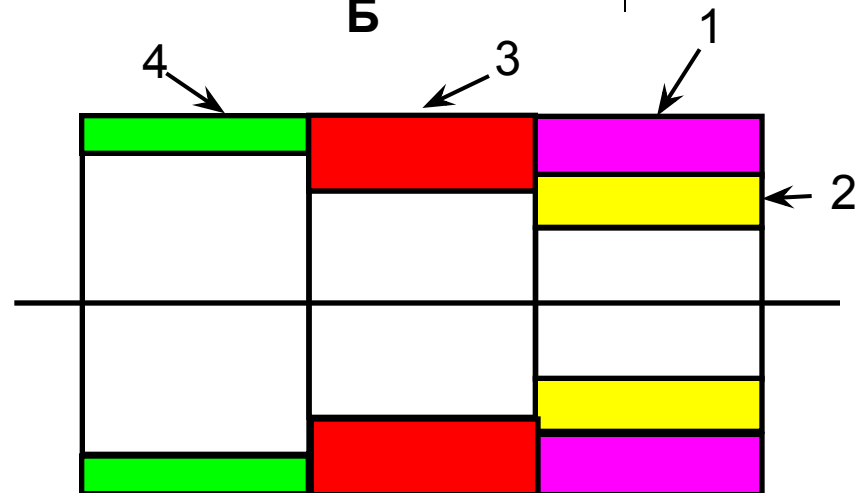
Схемы обтачивания вала



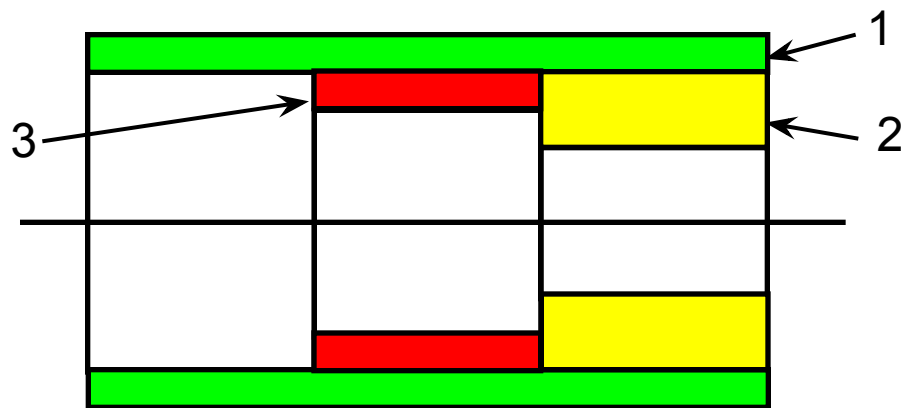
А



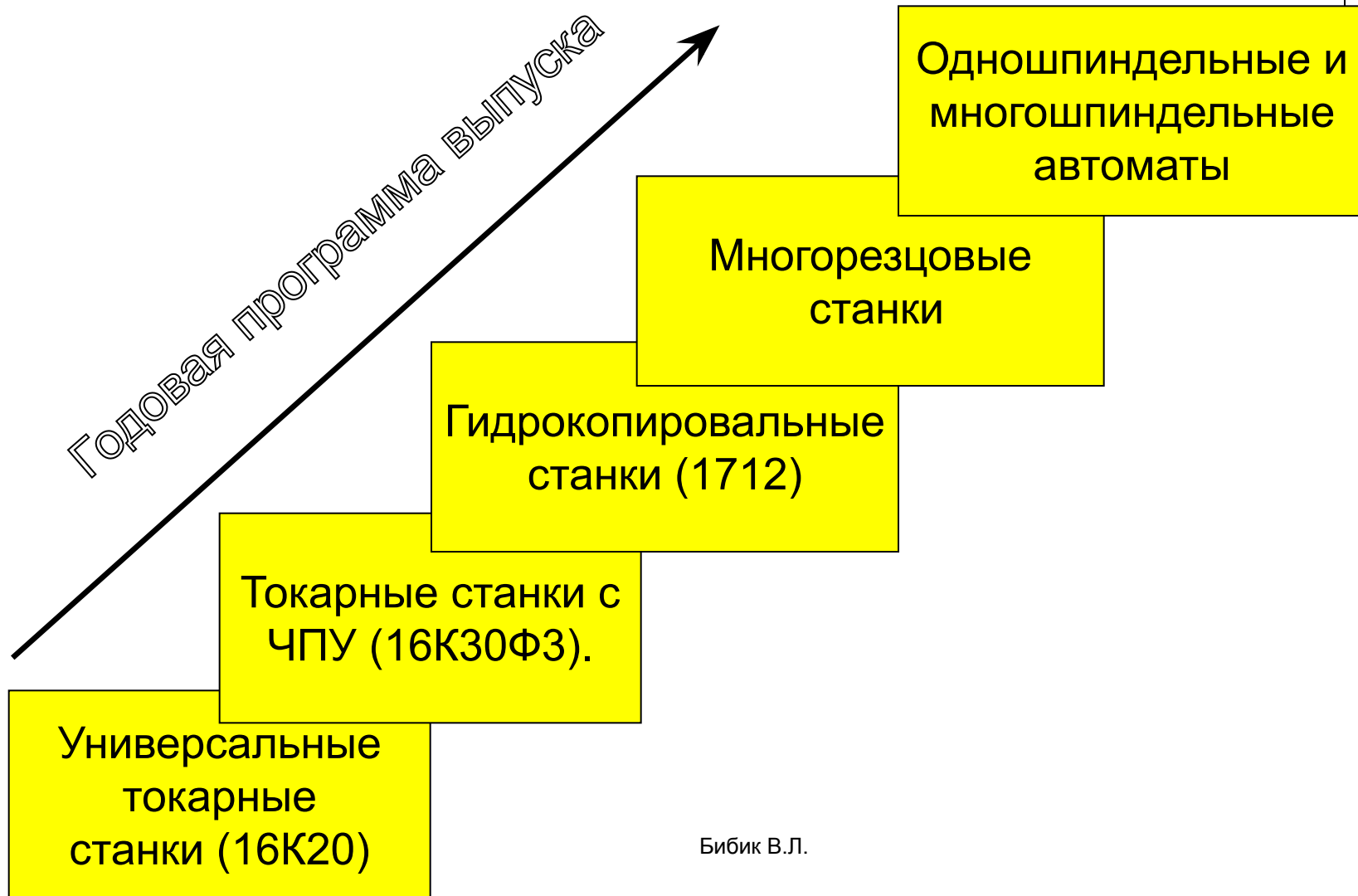
Б



В



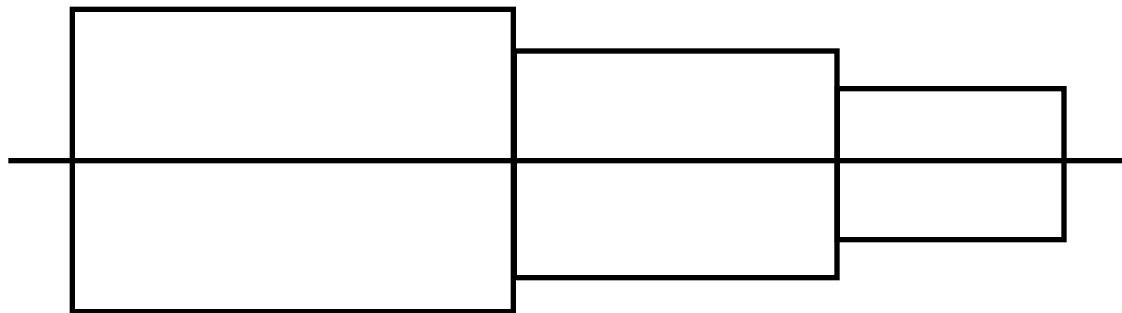
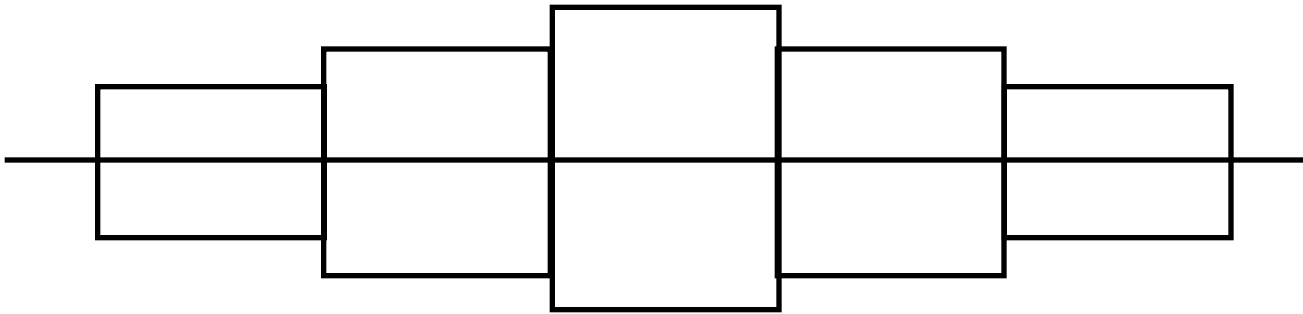
Оборудование:



Обтачивание на токарных многорезцовых станках



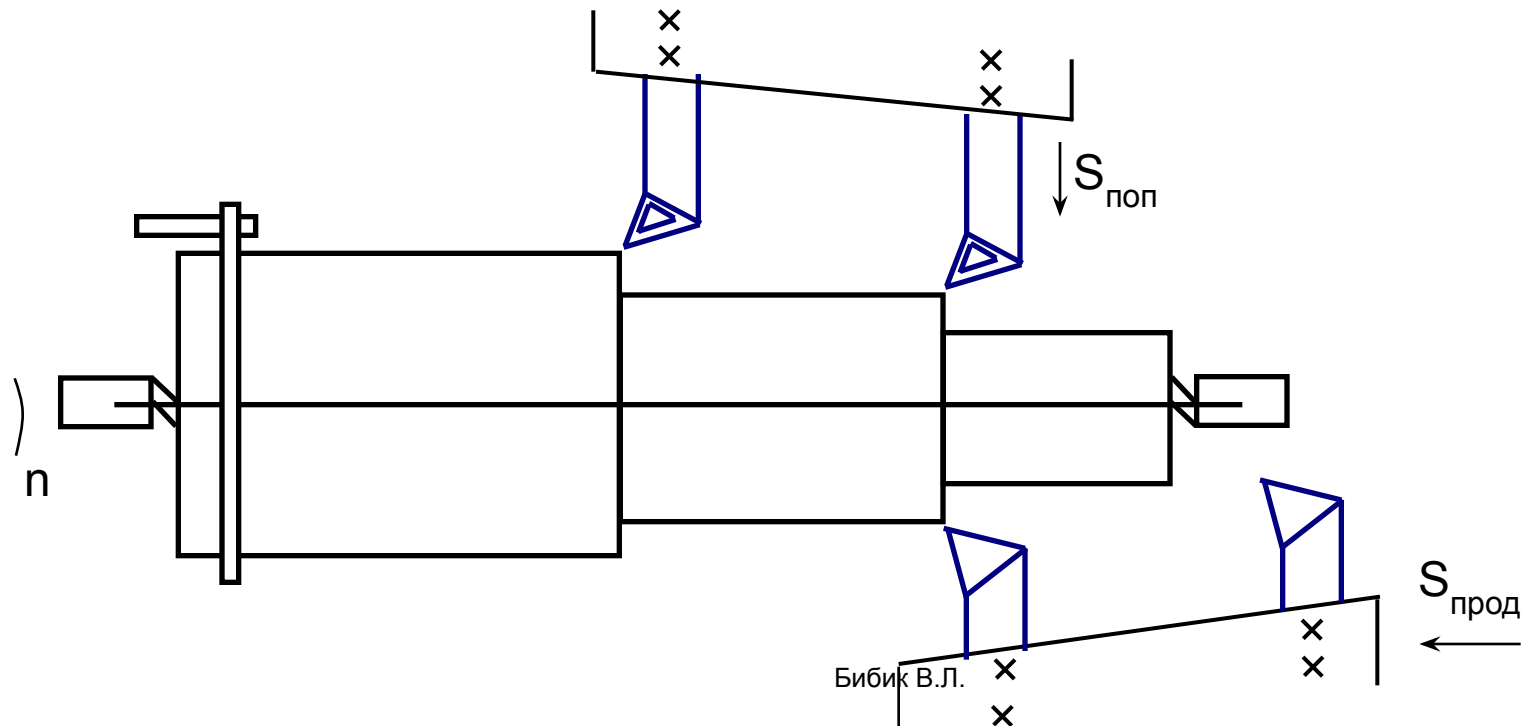
Наиболее целесообразные конструкции:



Обтачивание на токарных многорезцовых станках



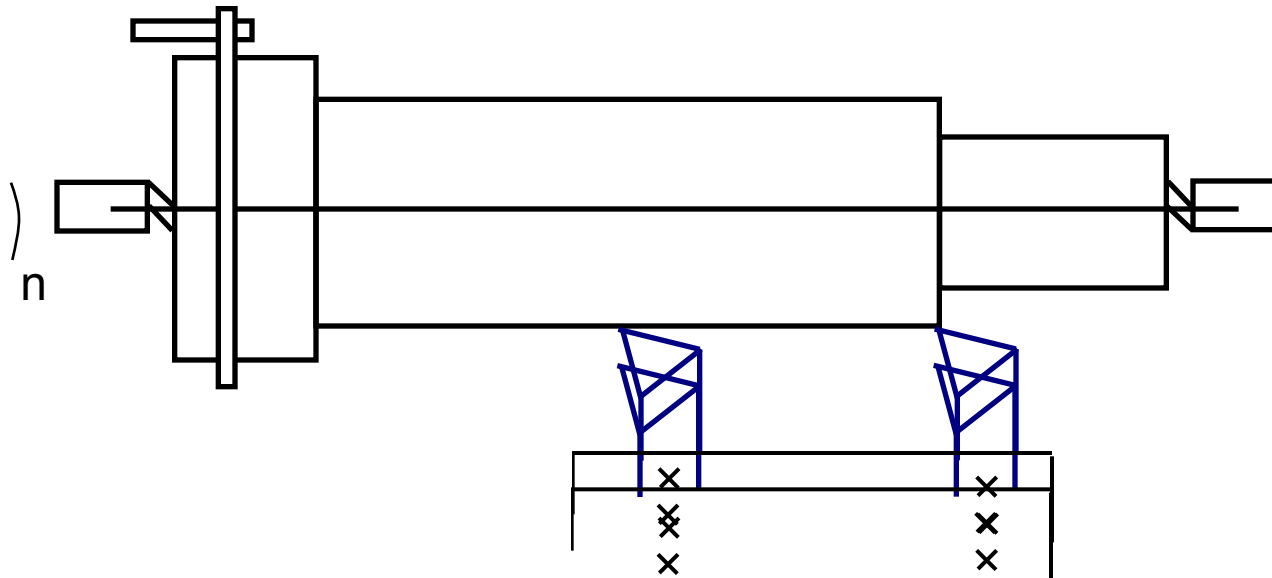
- Способы многорезцового обтачивания:
 1. С продольной подачей.
 2. С поперечной подачей.



Обтачивание на токарных многорезцовых станках



- Способы многорезцового обтачивания:
 3. С врезанием и последующей продольной подачей.

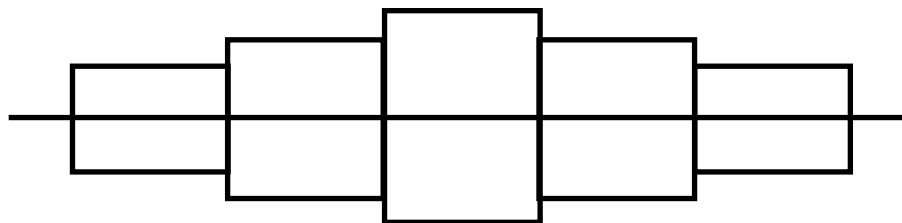


Количество резцов в наладке регламентируется жесткостью обрабатываемых заготовок и мощностью станка.
Точность однократной обработки – 9-11 квалитет

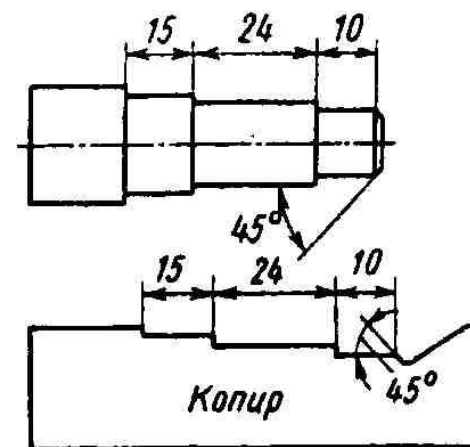
Обтачивание на токарных станках с копировальным устройством



- Применяют для обтачивания нежестких валов, для чистового точения валов с длинными шейками. Точность до 8 – 9 квалитета.



Типичная деталь



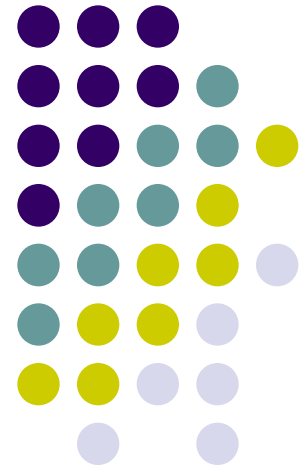
Копир

Преимущества и недостатки обтачивания на копируемых и многорезцовых станках.



Токарные многорезцовые		Токарные гидрокопируемые	
Преимущества	Недостатки	Преимущества	Недостатки
1. Основное время значительно меньше.	1. Сложная наладка за счет большого количества резцов. 2. Ограничение вида детали по жесткости. 3. Неточность размеров, определяющих взаимное положение инструмента. 4. Неодинаковый износ инструмента.	1. Простая наладка станка. 2. Возможность обтачивания нежестких валов 3. Высокая точность размеров и шероховатость. 4. Штучно-калькуляционное время значительно меньше.	1. Основное время значительно больше.

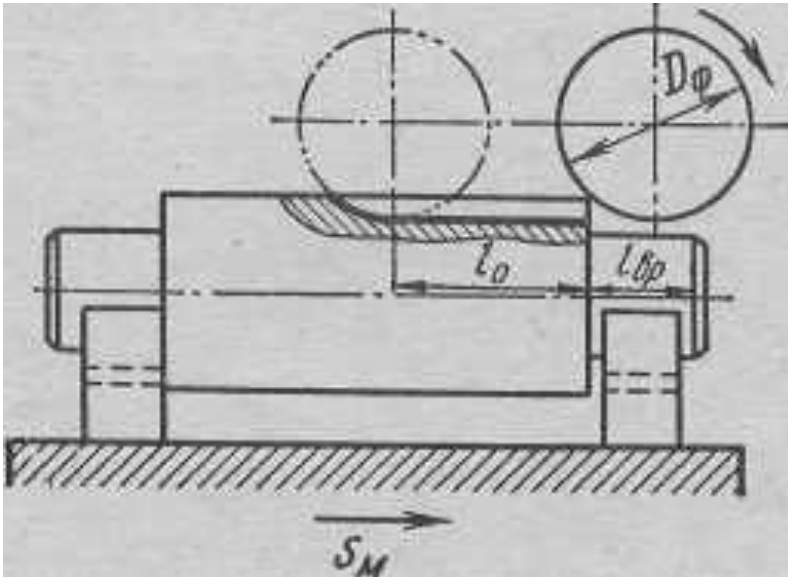
Обработка ШПОНОЧНЫХ канавок



1. Фрезерования дисковой фрезой



- Горизонтально-фрезерный станок.
- 1-2 прохода
- Производительный способ, обеспечивает достаточную точность ширины канавки.
- Невозможно изготовить закрытые канавки с закруглениями на концах.

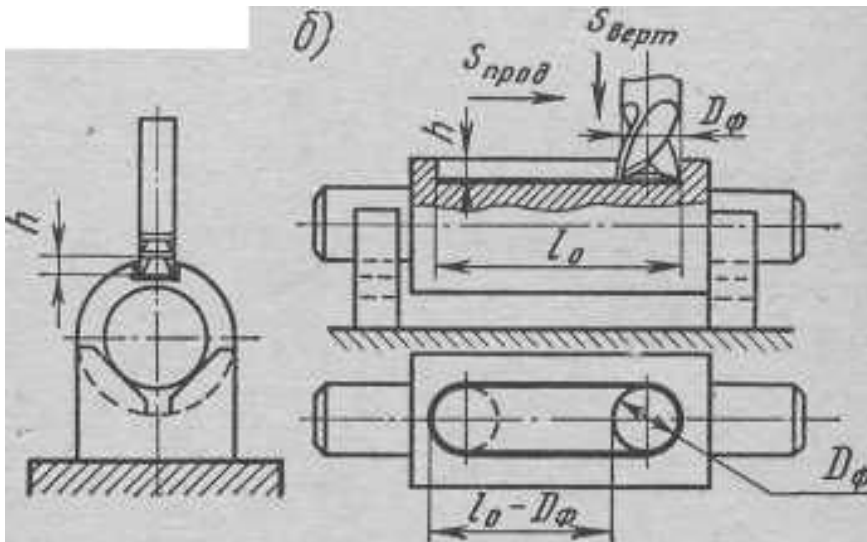


$$t_o = \frac{l_o + l_{\phi p}}{S_{м. пр}}$$

2. Фрезерования концевой фрезой



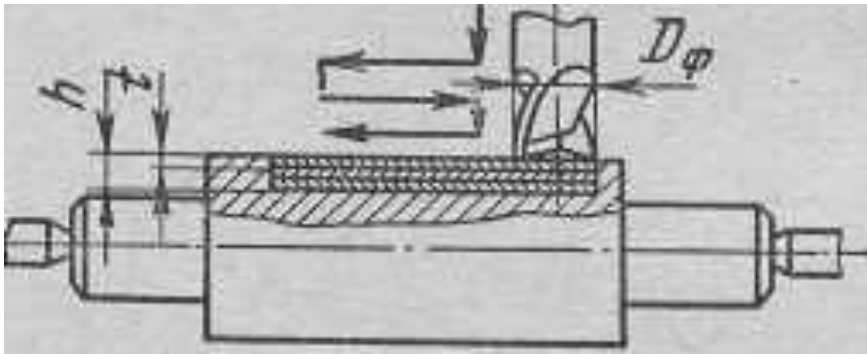
- Вертикально-фрезерный станок.
- Обильное охлаждение.
- Точность по ширине канавки зависит от числа переточек фрезы.



$$t_o = \frac{h + (0,5...1)}{S_{м.верт}} + \frac{l_o - D_{\phi}}{S_{м.прод}}$$

ибик В.Л.

3. Фрезерование концевыми двухспиральными фрезами с лобовыми режущими кромками



$$t_o = \frac{(l_o - D_\phi)}{S_{м.прод}} + \frac{h + (0,5...1)}{t}$$

- Шпоночно-фрезерные станки 692Д.
- «Маятниковая подача»
- Глубина резания 0,1-0,3 мм.
- Большая точность по ширине канавки.
- Меньше износ фрезы по диаметру.
- Серийное и массовое производство.
- Высокая трудоемкость.

4. Стругание сквозных пазов



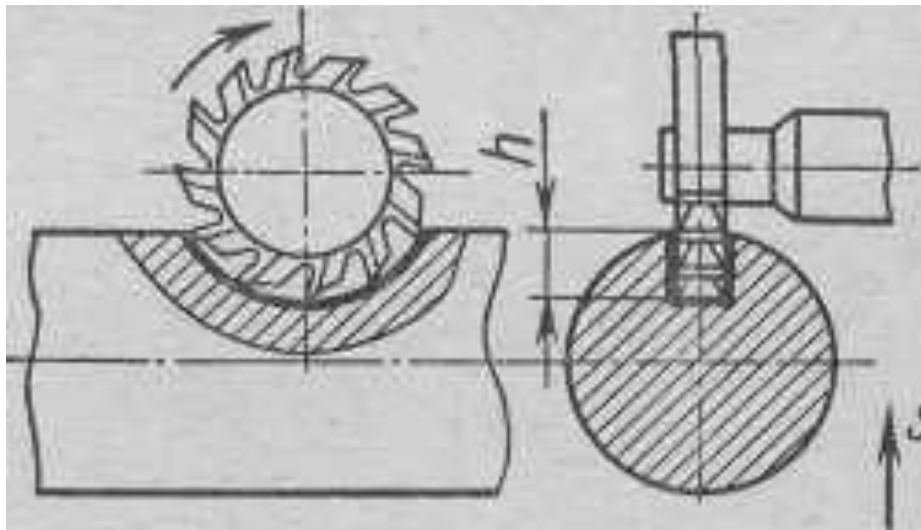
- Продольно-строгальные станки (ходовые винты токарных станков).
- Поперечно-строгальные станки (короткие валы).
- Единичное, мелкосерийное производство.

5. Фрезерование дисковыми фрезами

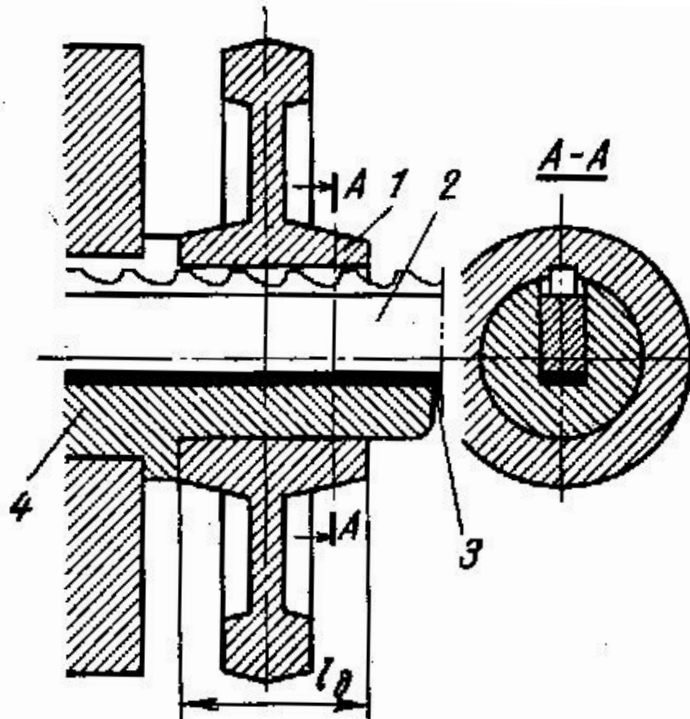


- Для сегментных шпонок.

$$t_o = \frac{h + (0,5...1)}{S_{м. \text{ верт}}} \text{ [мин]},$$



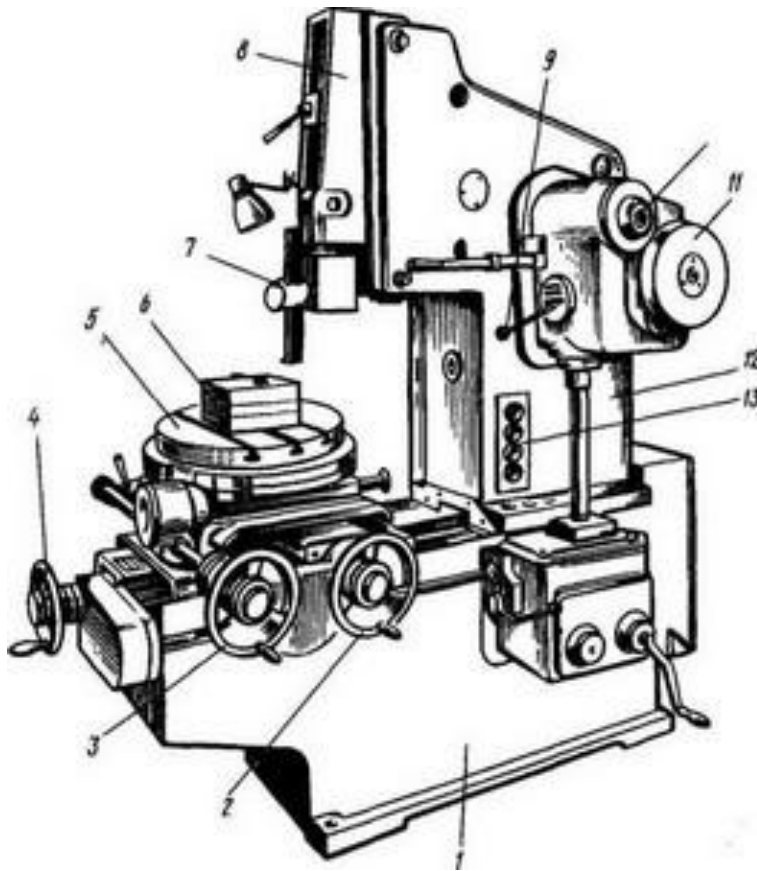
6. Протягивание шпоночных пазов в отверстиях



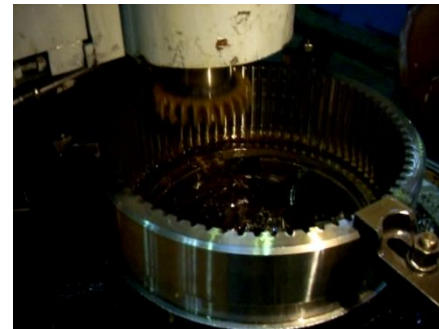
- Горизонтально-протяжной станок.
- Крупносерийное, массовое, среднесерийное производство.
- 1 – заготовка; 2 – протяжка, 3 – подкладка, 4 направляющий палец.

$$t_o = \frac{L + l_D + (10...30)}{1000 \cdot V_p} \cdot i \text{ [мин]},$$

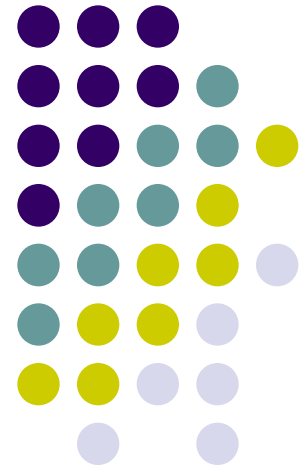
7. Долбление шпоночных пазов в отверстиях



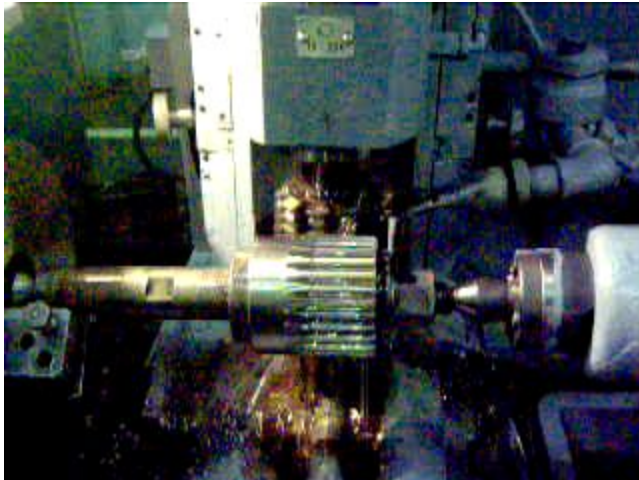
- Долбежные станки.
- Мелкосерийное и единичное производство.
- Низкая производительность.



Обработка шлицевых поверхностей



1. Фрезерование червячной фрезой методом обкатки



- Шлицефрезерные, зубофрезерные станки.
- Трудоемкий способ ($V=20\dots30$ м/мин, $S=20$ мм/мин).
- Один, два рабочих хода в зависимости от требуемой точности.
- ТБ – центровые отверстия.

1. Фрезерование червячной фрезой методом обкатки



Закаливаемые валы (D)

1. Предварительное шлифование наружной поверхности.
2. Фрезерование с припуском под шлифование боковых поверхностей.
3. ТО.
4. Чистовое наружное шлифование.
5. Чистовое шлифование боковых поверхностей шлицев.

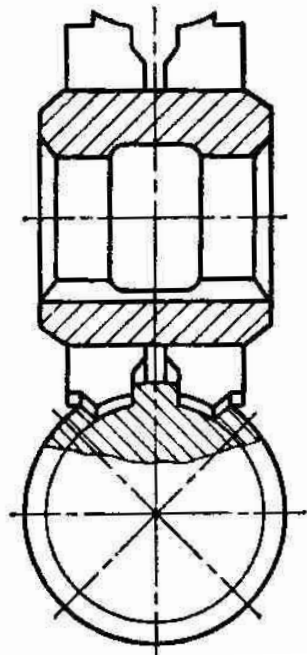
Незакаливаемые валы (D)

1. Чистовое шлифование наружной поверхности.
2. Фрезерование шлицев чистовое.

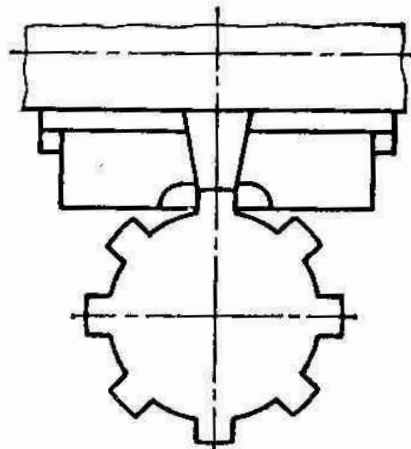
Закаливаемые валы (d)

1. Предварительное шлифование наружной поверхности.
2. Фрезерование с припуском под шлифование.
3. ТО.
4. Чистовое шлифование боковых поверхностей и внутреннего диаметра шлицев.

2. Фрезерование фасонными фрезами



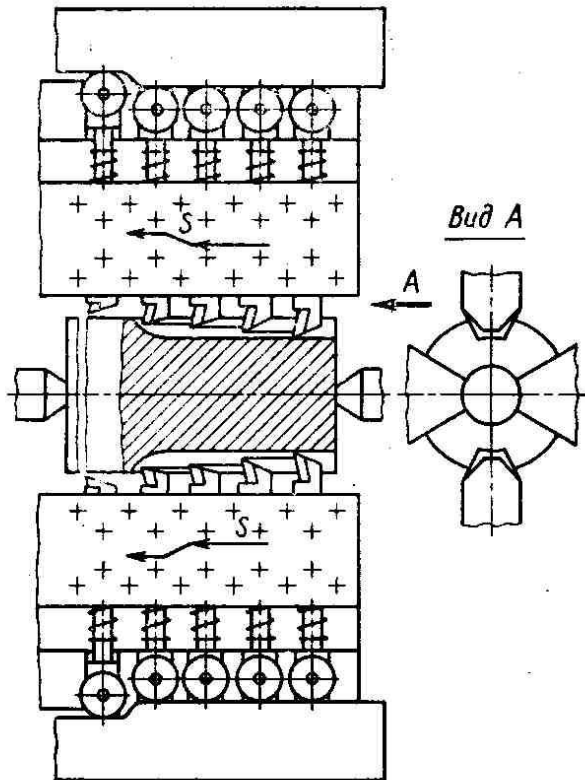
a)
)



b)
)

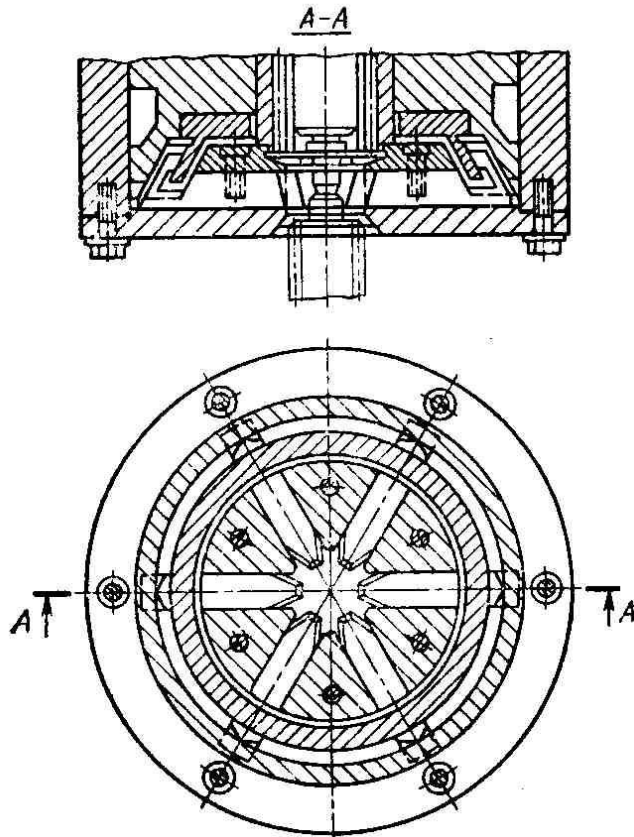
- a) фрезерование фасонными дисковыми фрезами ($V=30...35$ м/мин, $S=190$ мм/мин);
- b) чистовое фрезерование боковых поверхностей шлицев торцевыми фрезами ($V=180$ м/мин, $S=0,55$ мм/зуб);
Горизонтальные и продольно-фрезерные станки, делительное приспособление.
В 3-4 раза производительнее способа 1

3. Шлицестрогание.



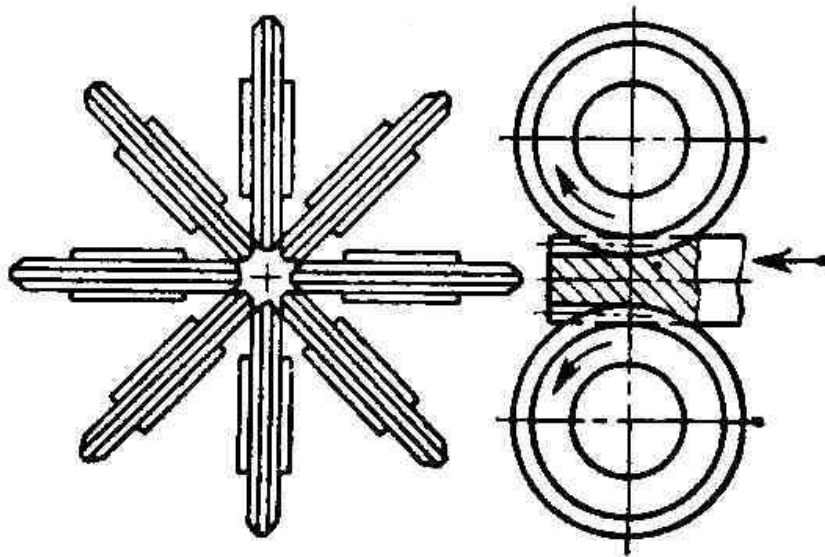
- Инструмент – набор фасонных резцов собранных в головке.
- Станок МА4.
- За каждый двойной ход резцы сходятся радиально на заданную величину подачи.
- Крупносерийное и массовое производство
- В 5-8 раз производительнее способа 1.

4. Шлицепротягивание



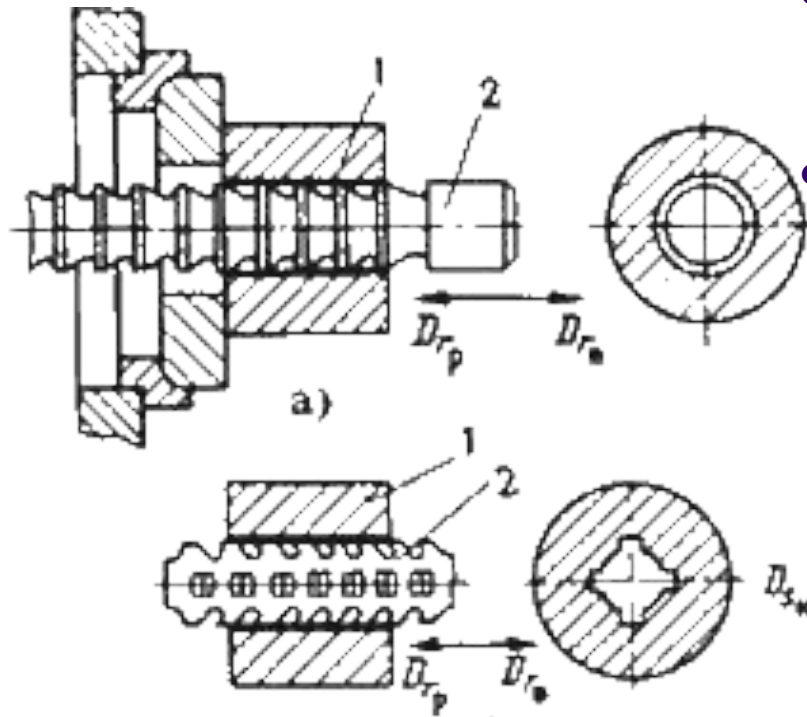
- Инструмент – две блочные протяжки, резцы могут независимо перемещаться в радиальном направлении, что позволяет обрабатывать несквозные пазы.
- В 5-8 раз производительнее способа 1.

5. Шлиценакатывание



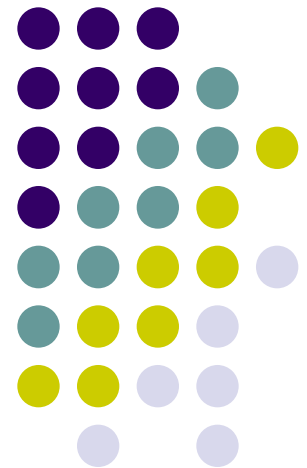
- Инструмент – многороликовая головка. Ролики из высоколегированных сталей.
- Накатывание холодное.
- Для эвольвентных шлицев $m \leq 2,5$.
- ($V=15 \dots 20$ м/мин,
 $S=150 \dots 200$ мм/мин).

6. Протягивание шлицев в отверстиях.



- Инструмент – шлицевые протяжки.
- Горизонтально-протяжные станки.

Обработка резьбовых поверхностей

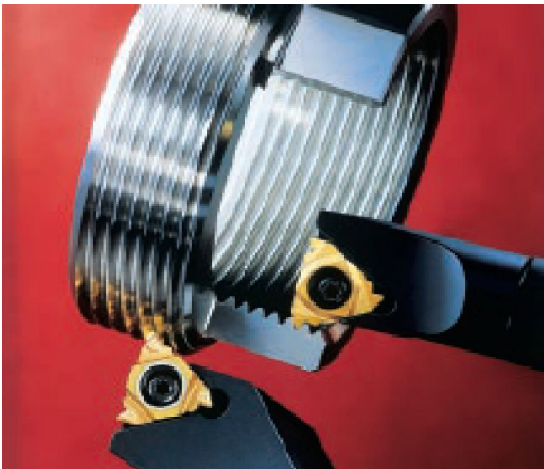
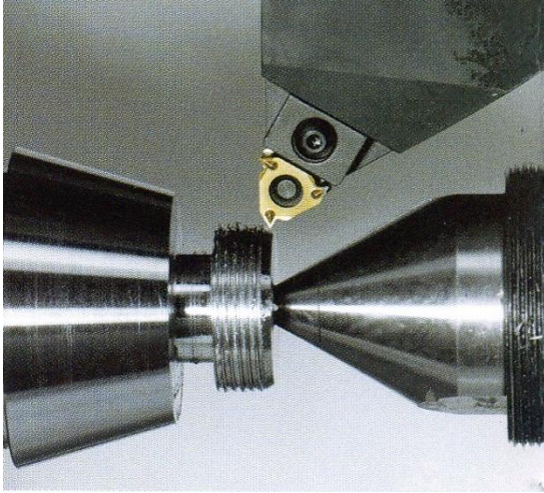


1. Нарезание внутренней резьбы метчиками



- Машинные метчики.
- Резьбонарезные станки (РН24), сверлильные, револьверные, агрегатные станки полуавтоматы и автоматы.
- Спецпатроны.

2. Нарезание резьбы: а) резцами.



- Единичное, мелкосерийное производство.

2. Нарезание резьбы: б) гребенками.



www.bsi-instrument.ru

- Весь профиль резьбы нарезается за один рабочий ход.
- Сокращение времени обработки.

2. Нарезание резьбы: в) плашками.



www.bsi-instrument.ru

www.bsi-instrument.ru

- Для наружной резьбы
Точность резьбы 8g,
6h.

2. Нарезание резьбы: г) резьбонарезными головками.

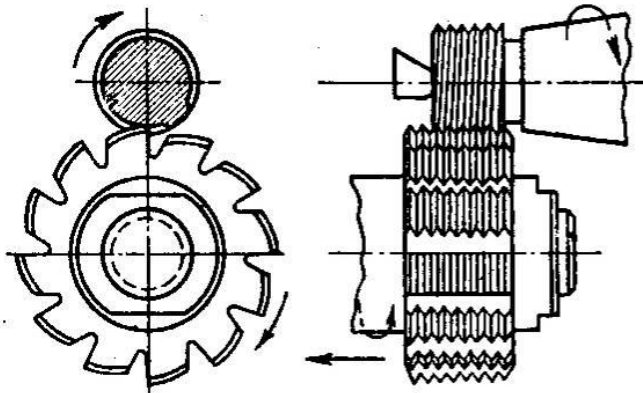


- Для наружной резьбы.
- Точность резьбы: 4h, 6g. (*если нитки плашки шлифованные*)

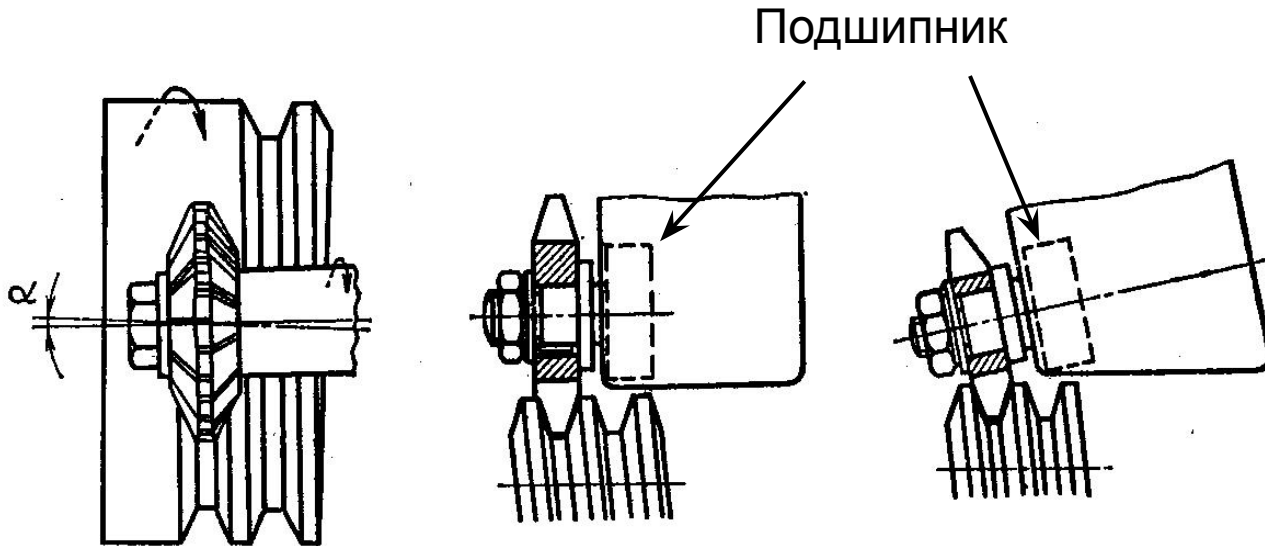
3. Фрезерование резьбы: а) групповыми фрезами.



- Резьбофрезерные станки.
- Длина фрезы должна быть больше длины нарезаемой резьбы на 2-3 нитки.
- Нарезание осуществляется за 1,25 оборота нарезаемого вала, 0,25 оборота необходимы для перекрытия места врезания фрезы.
- Заготовка или фреза должна переместится в осевом направлении на один шаг нарезаемой резьбы.
- Точность резьбы 8g, 6g.



3. Фрезерование резьбы: б) дисковой фрезой.



фреза с симметричным профилем

фреза с несимметричным профилем (\varnothing подшипника меньше, следовательно меньше \varnothing фрезы)

4. Накатывание резьбы: а) роликами

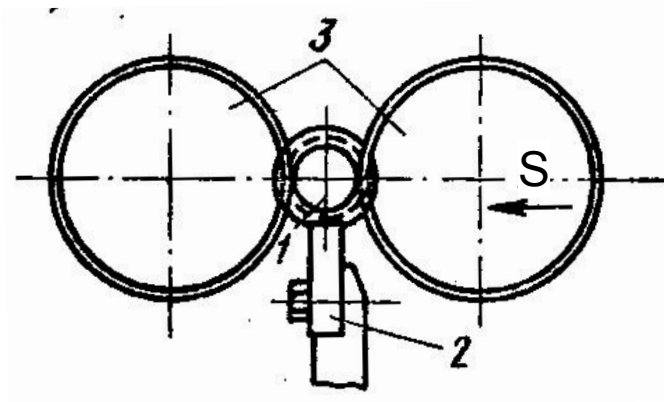


1 – заготовка.

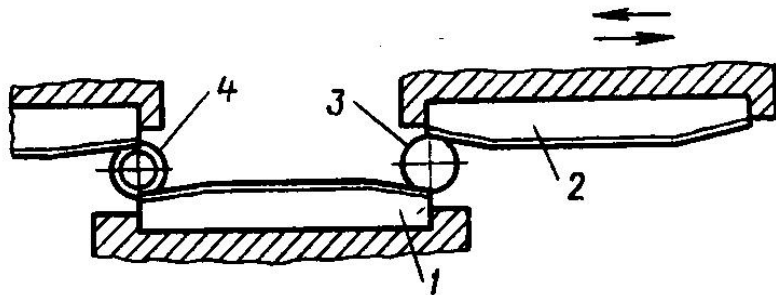
2 – направляющая
планка.

3 – ролики.

$V = 12 \dots 100$ м/мин.



4. Накатывание резьбы: б) плашками.



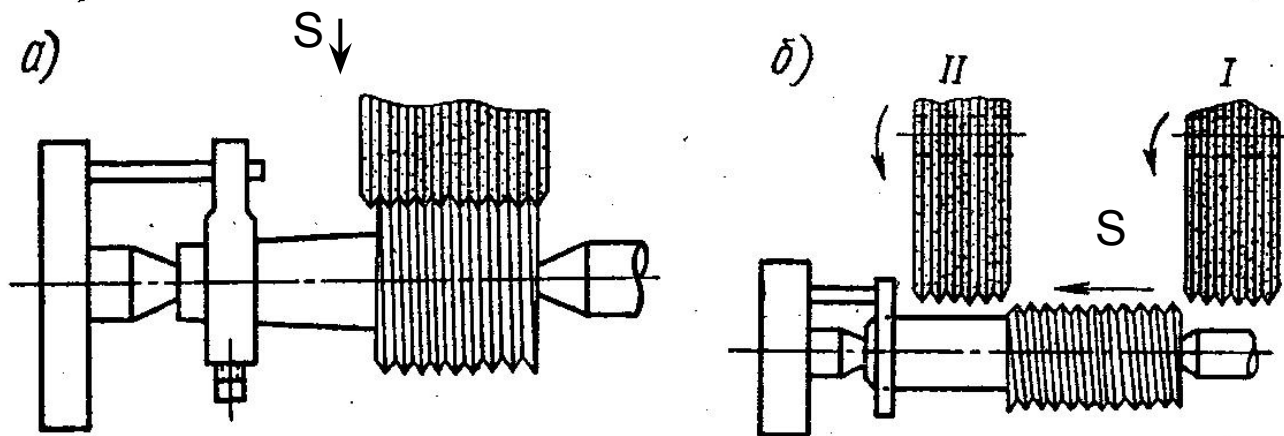
1. Неподвижная плашка.
2. Подвижная плашка.
3. Деталь в положении до накатывания.
4. Деталь в положении после накатывания.

- Специальные резьбонарезные автоматы.
- Накатка за один двойной ход плашки.
- Нарезают болты, винты.

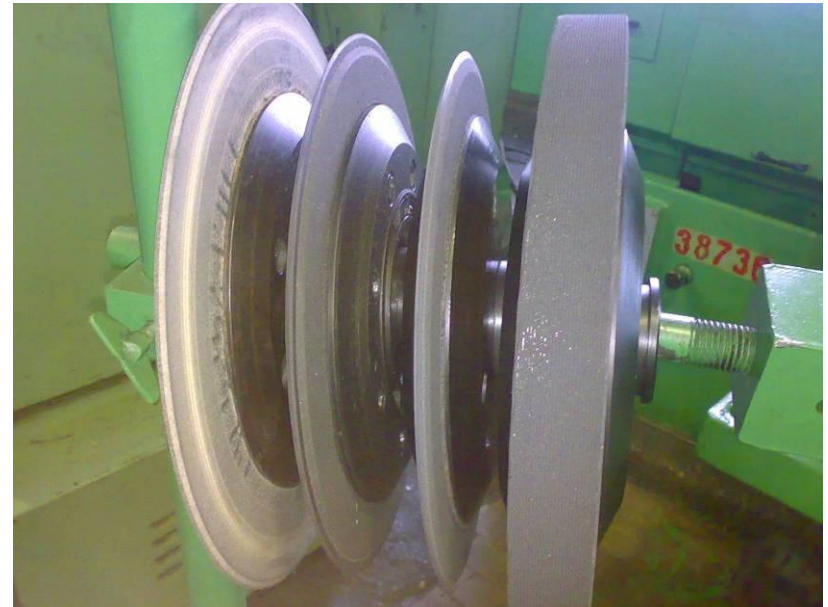
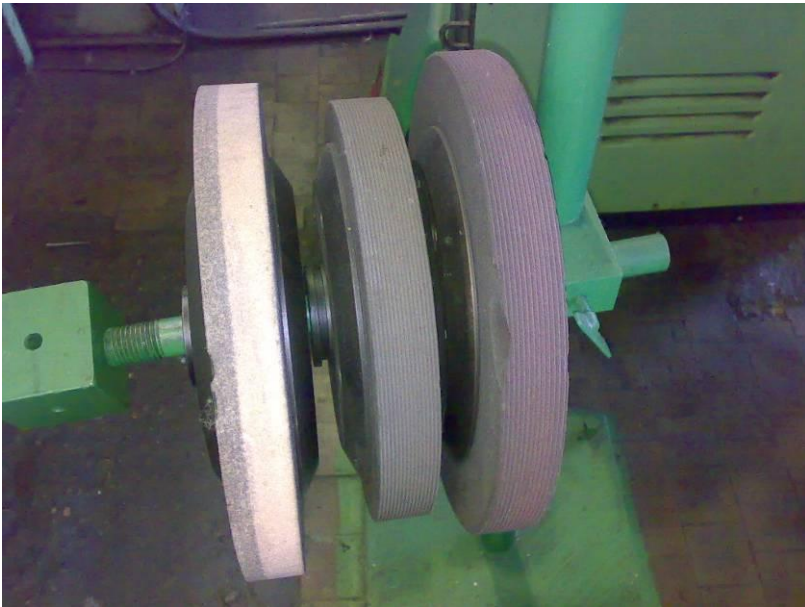


5. Шлифование резьбы

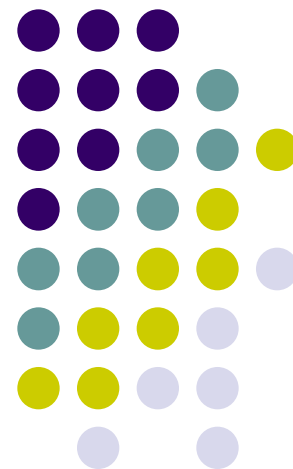
- Применяется при изготовлении резьбонарезного инструмента, резьбовых калибров, деталей с точной резьбой.
- Точность резьбы – 4g, 4h, 5g, 5h.



5. Шлифование резьбы



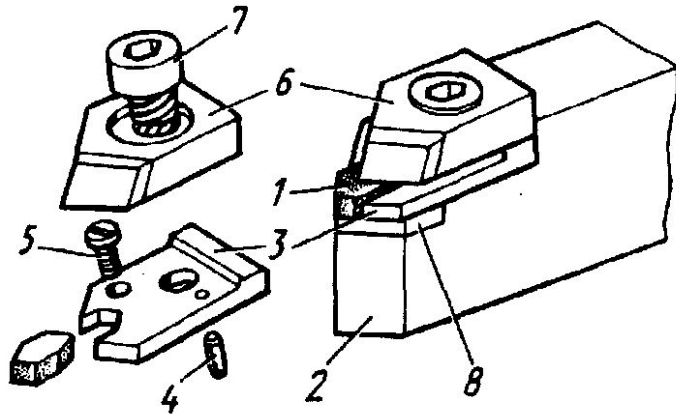
Виды и методы чистовой отделочной обработки валов



1. Тонкое (алмазное) точение



Конструкция резцов с режущими элементами из алмаза:



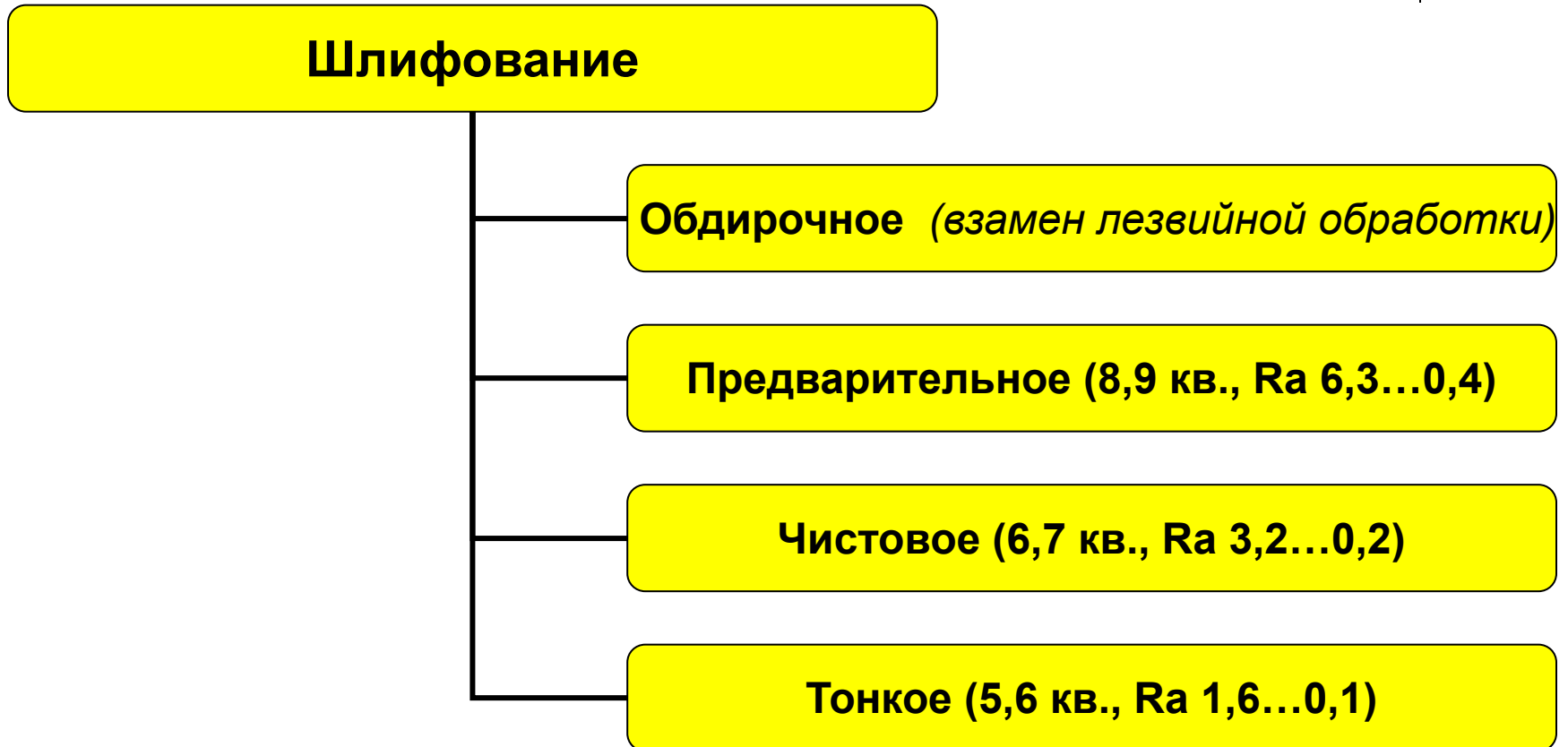
д)

1—многогранная пластина;
2—корпус; 3—обойма; 4 — штифт;
5 — винт крепления обоймы; 6 — прихват;
7 — винт крепления прихвата;
8—твердосплавная подкладка

- Применяется для обработки деталей из **цветных** металлов и сплавов, **чугуна** и **стали**.
- **Инструмент**: алмазные резцы, резцы из твердого сплава.
- Небольшая подача и глубина резания.
- Скорость резания до **1000 м/мин** и выше.
- Точность обработки **7 кв.** и точнее.
- Шероховатость **Ra 0,63...0,08** мкм.



2. Шлифование



Круглое шлифование – шлифование наружных цилиндрических поверхностей.

2. Шлифование:

а) Круглошлифовальные станки.

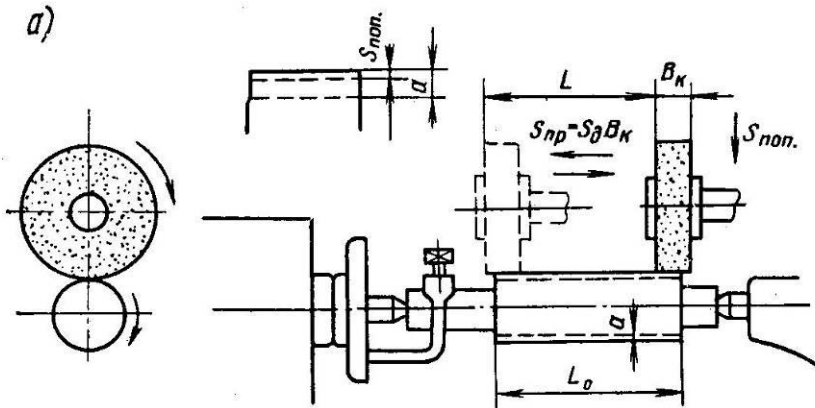
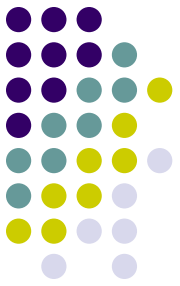


- Поводковый патрон, цанговый патрон, центра (задний центр **не вращающийся**)



2. Шлифование:

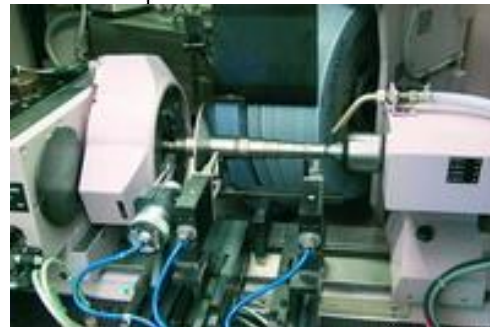
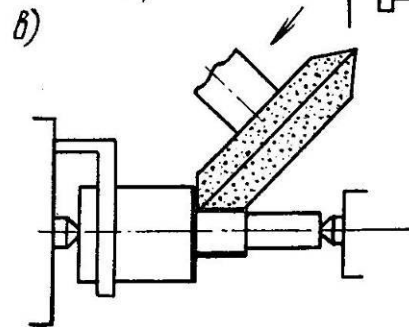
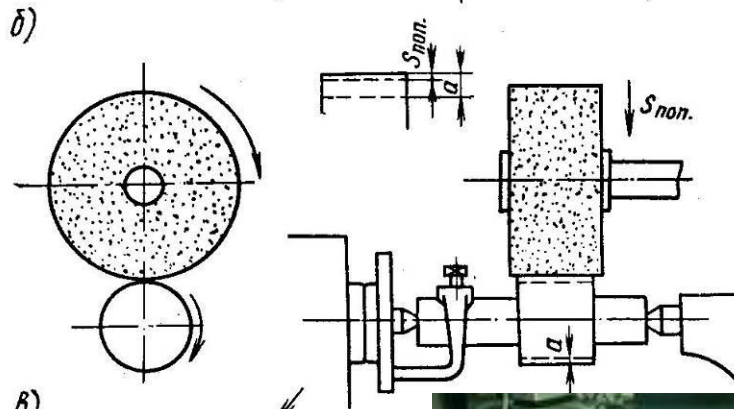
а) Круглошлифованные станки.



а) Шлифование с продольной подачей.

б) Шлифование с поперечной подачей (способ врезания).

в) Шлифование уступа и шейки вала (крупносерийное производство).



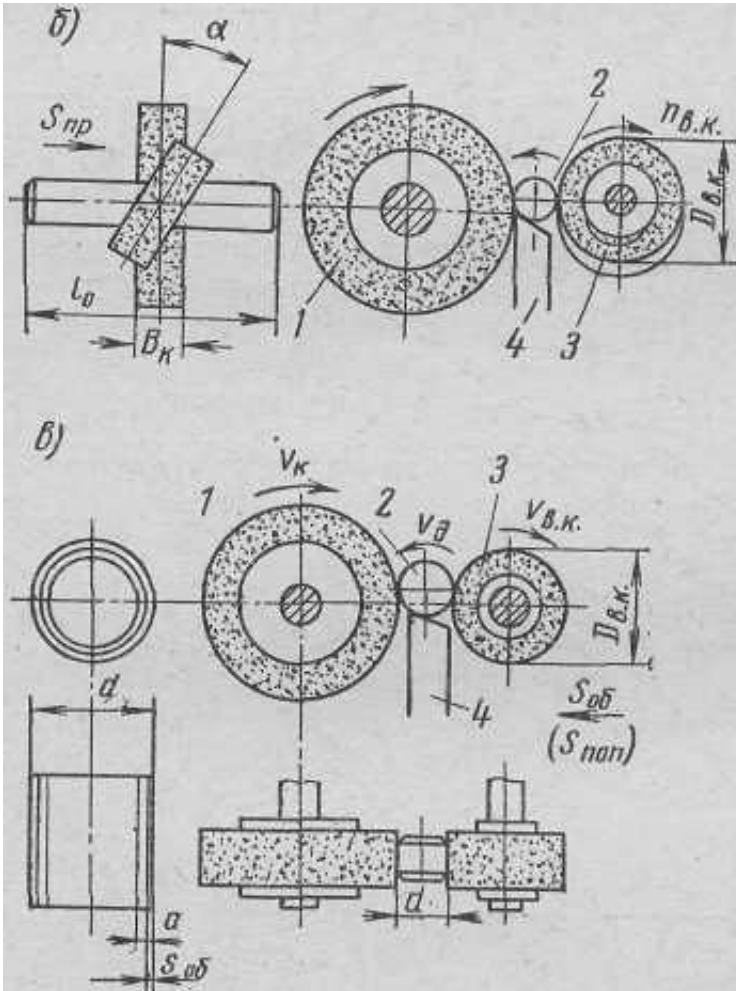
2. Шлифование: б) Бесцентрово – шлифовальные станки.



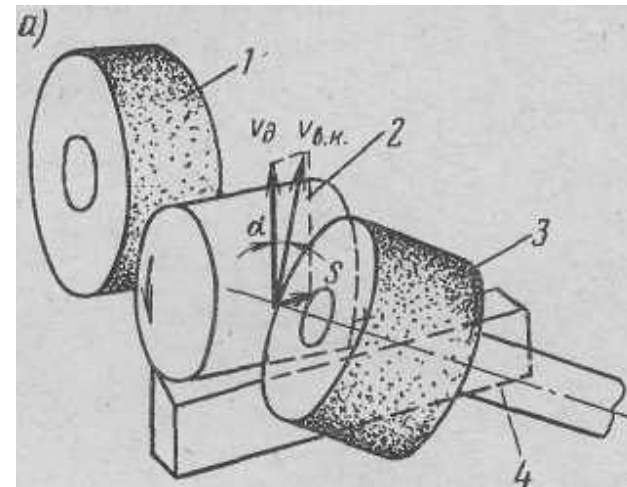
- Деталь не закрепляется в центрах, а свободно перемещается между двумя шлифовальными кругами.



2. Шлифование: б) Бесцентрово – шлифовальные станки.



1. шлифовальный круг;
 2. обрабатываемая деталь;
 3. ведущий круг;
 4. опора.
- $\alpha = 1 \dots 5^\circ$.

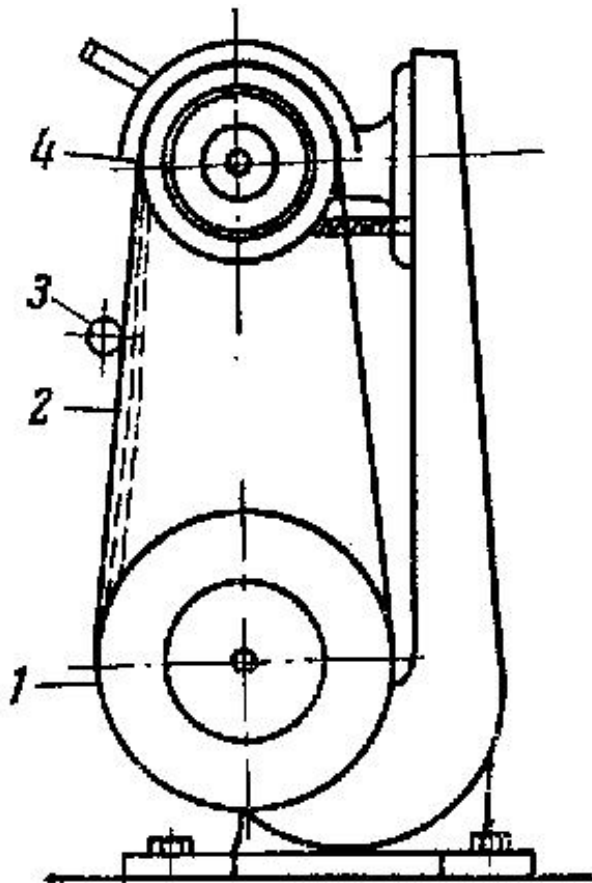


Сравнение бесцентрового шлифования перед круглым шлифованием



Преимущества бесцентрового шлифования	Недостатки бесцентрового шлифования
<ol style="list-style-type: none">1. Большая производительность, за счет автоматического удаления детали со станка, рабочий только закладывает новые детали.2. Не требует зацентровки детали.3. Нет необходимости применения люнетов.4. Простота управления.5. Легко автоматизируется.	<ol style="list-style-type: none">1. Невозможность достижения точной концентричности наружной и внутренней цилиндрических поверхностей.2. У ступенчатых валиков нельзя шлифовать каждую ступень отдельно, (не обеспечивается концентричность окружностей ступеней).3. Настройка и регулировка требуют больших затрат времени.

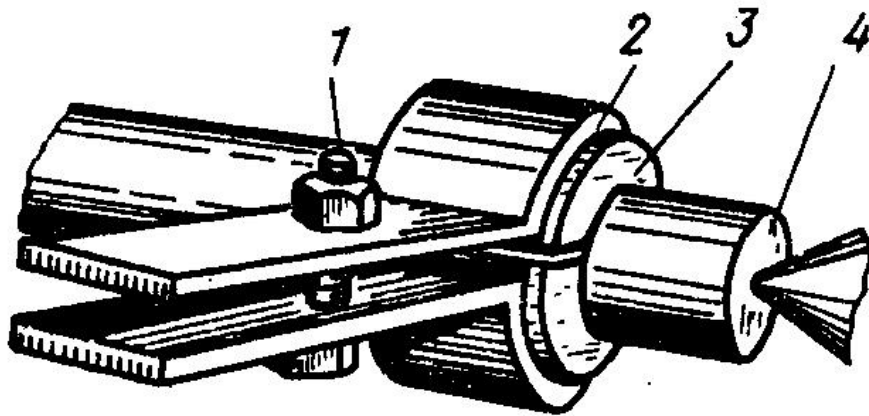
2. Шлифование: абразивной лентой.



1. Ведущий шкив.
2. Абразивная лента.
3. Деталь.
4. Натяжной шкив.



3. Притирка (доводка).

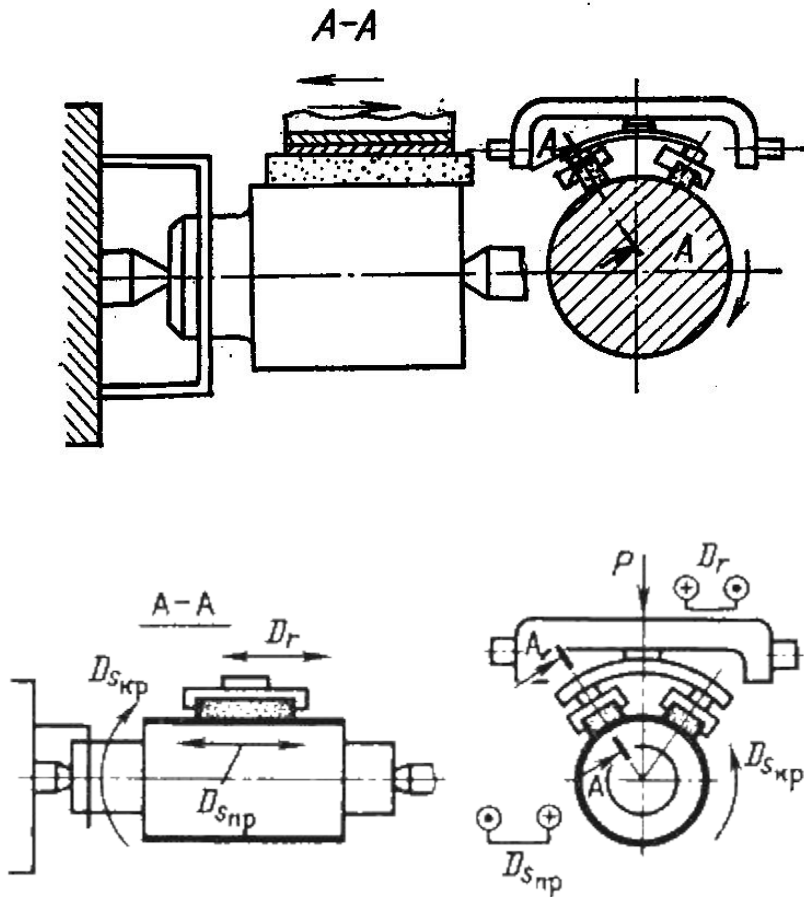


- 1 – болт;
- 2 – металлический жимок;
- 3 – втулка;
- 4 – деталь.

- Притирка выполняется **чугунным, бронзовым** или **медным** притиром + **пасты**. Алмазные пасты разной зернистостью, паста ГОИ (окись хрома).
- Служит для окончательной доводки поверхности.
- Ra 0,01...0,16 мкм.
- $t=5...20$ мкм/ø.
- $V=10...20$ м/мин

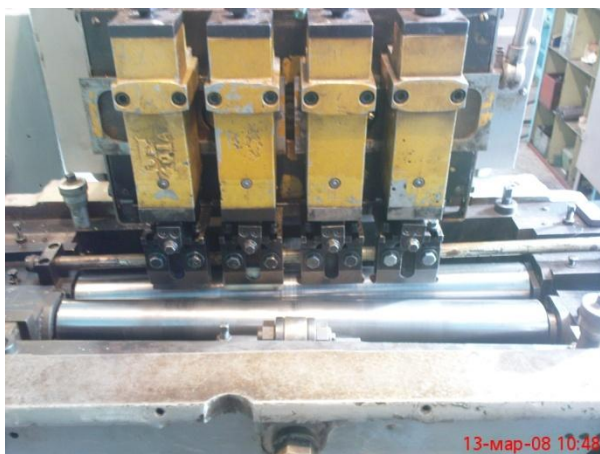


4. Суперфиниширование



- Особо чистый способ доводки поверхностей.
- Идея суперфиниша – «неповторяющийся след», (каждое отдельное зерно не проходит дважды по одному и тому же пути).
- Ra0,02... Ra0,16
- $V_3 = 1 \dots 2,5$ м/мин.
- $t = 0,003 \dots 0,025$ мм.
- $n_{бр} = 200 \dots 1000$ дв.ход/мин
- $t_o = 0,2 \dots 0,5$ мин.
- Охлаждение - керосин с маслом.

4. Суперфиниширование



5. Полирование.



Шлифовальные головки для
шлифования и полирования R-Flex
RFS 651



- Полирование — процесс чистовой обработки поверхности **мягким кругом** с нанесенным на него **мелкозернистым порошком**, смешанным со смазкой (*от лат. polio-делаю гладким*).
- Материал: войлок, фетр, кожа, **полировальные круги**.
- Шероховатость
 $Ra0,04 \dots 0,02 \dots Rz0,1 \dots 0,05$



6. Алмазное выглаживание.
7. Обкатывание роликами или шариками.
8. Вибронакатывание.
9. Обработка дробью.
10. Ультразвуковая обработка.