

Т.А.БАГДАСАРОВА

ТЕХНОЛОГИЯ ТОКАРНЫХ РАБОТ

УЧЕБНИК

Рекомендовано

*Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы начального
профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 151
от 28 апреля 2009 г. ФГУ «ФИРО»*

4-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2015

УДК 621.7(075.32)
ББК 34.632я722
Б142

Рецензент —

преподаватель технологических дисциплин ГОУ СПО «Политехнический
колледж № 42» г. Москвы *Г.Н. Мартыненко*

Багдасарова Т.А.

Б142 Технология токарных работ : учебник для студ. учрежде-
ний сред. проф. образования / Т.А. Багдасарова. — 4-е изд.,
стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2015. — 160 с.

ISBN 978-5-4468-2092-4

Учебник является частью учебно-методического комплекта по профес-
сии «Станочник».

Рассмотрены технология токарной обработки различных поверхно-
стей деталей, режущий инструмент, режимы обработки, приспособления,
используемые для закрепления заготовок, способы контроля различных
поверхностей, а также пути повышения производительности труда. Даны
рекомендации по техническому обслуживанию и определению неисправ-
ностей станка по дефектам обработанной детали. Приведены правила
построения технологического процесса обработки деталей.

Учебник может быть использован при освоении профессионального
модуля ПМ.02 «Обработка деталей на металлорежущих станках различно-
го вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных,
шпоночных и шлифовальных)» по профессии «Станочник».

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

УДК 621.7(075.32)
ББК 34.632я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым
способом без согласия правообладателя запрещается*

© Багдасарова Т.А., 2010

© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010

© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

ISBN 978-5-4468-2092-4

Уважаемый читатель!

Данный учебник является частью учебно-методического комплекта по профессии «Станочник».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включен терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Предисловие

Токарь — одна из самых распространенных профессий в металлообрабатывающей промышленности. На токарных станках изготавливают детали в виде тел вращения: валы, втулки, кольца и т. д.

Каждый рабочий должен иметь представление о производственном процессе в целом и его основных стадиях. Главными задачами, которые рабочий решает в процессе производства, являются повышение качества изготовления продукции и снижение ее себестоимости, а также повышение производительности труда.

Современные рабочие должны уметь:

- определять этапы и стадии технологического процесса обработки детали;
- производить наладку оборудования, на котором изготавливают детали;
- выбирать рациональные режимы резания;
- контролировать качество обработки.

Качественные теоретические знания и их постоянное совершенствование позволят рабочему повысить уровень профессионального мастерства.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

1.1. СУЩНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Токарная обработка — один из способов обработки изделий путем срезания с заготовки лишнего слоя металла для получения детали требуемой формы, размеров, взаимного расположения и шероховатости поверхностей. Данный вид обработки осуществляется на токарных станках.

На этих станках обрабатываются детали типа тел вращения: валы, зубчатые колеса, шкивы, втулки, кольца, муфты, гайки и т. д.

Основными видами работ являются (рис. 1.1):

- обработка цилиндрических, конических, фасонных, торцевых поверхностей, уступов;
- вытачивание канавок;
- отрезка частей заготовки;
- обработка отверстий сверлением, растачиванием, зенкованием, развертыванием;
- нарезание резьбы;
- накатывание.

При работе на токарных станках используются различные режущие инструменты: резцы, сверла, зенкеры, развертки, метчики, плашки, резьбонарезные головки и др.

При действии на резец усилия его режущая кромка врезается в заготовку и отделяет слой металла от основной массы в виде *стружки*. Слой металла, срезаемый при обработке, называется *припуском*.

Выделяют следующие виды стружки (рис. 1.2):

- *элементная стружка* (стружка скалывания), которая образуется при обработке твердых и маловязких материа-

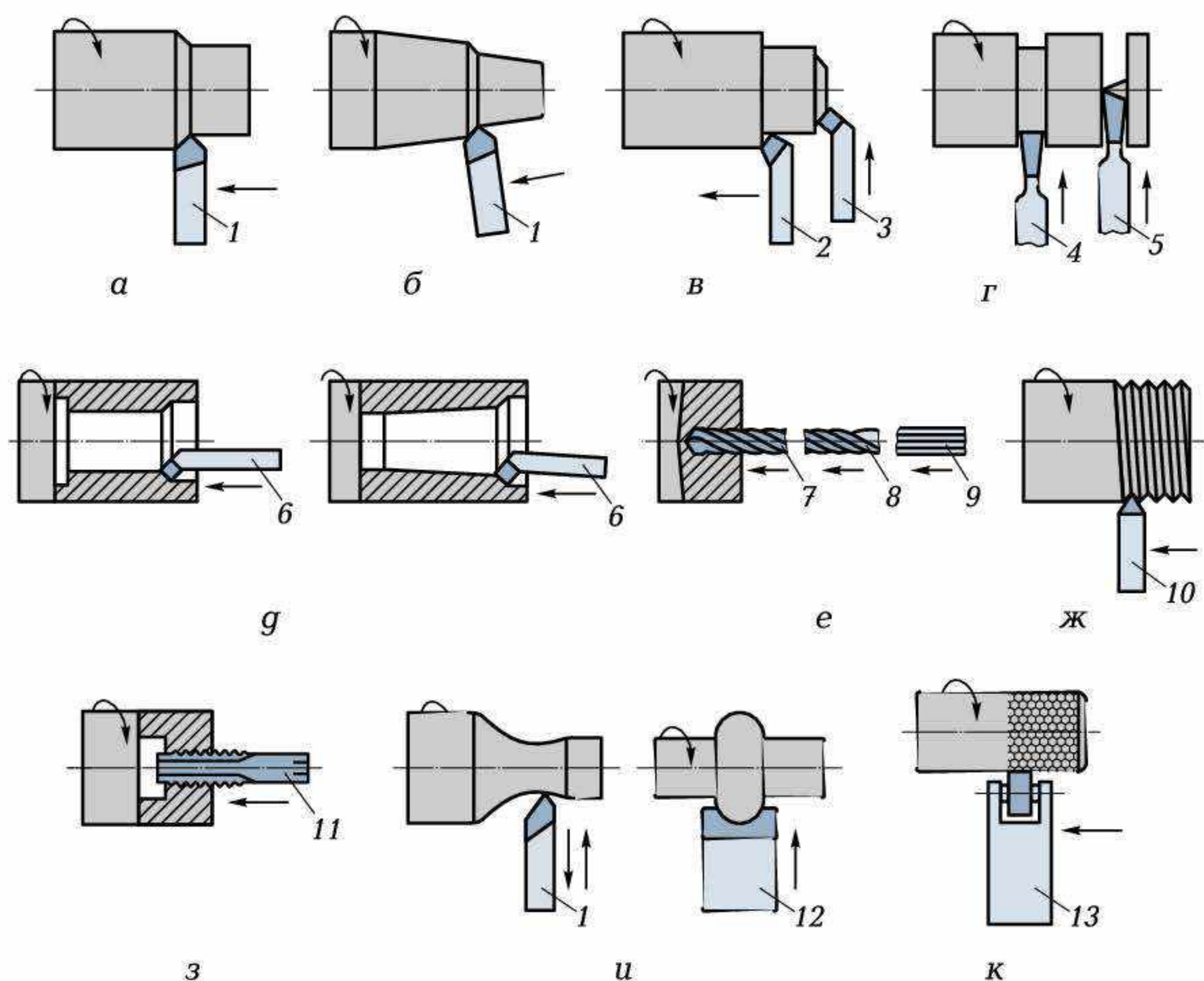


Рис. 1.1. Основные виды токарных работ:

а — обработка наружных цилиндрических поверхностей; б — обработка наружных конических поверхностей; в — обработка торцов и уступов; г — вытачивание канавок, отрезка заготовки; д — обработка внутренних цилиндрических и конических поверхностей; е — сверление, зенкерование и развертывание отверстий; ж — нарезание наружной резьбы; з — нарезание внутренней резьбы; и — обработка фасонных поверхностей; к — накатывание рифлений; 1 — проходной прямой резец; 2 — проходной упорный резец; 3 — проходной отогнутый резец; 4 — канавочный резец; 5 — отрезной резец; 6 — расточный резец; 7 — сверло; 8 — зенкер; 9 — развертка; 10 — резьбовой резец; 11 — метчик; 12 — фасонный резец; 13 — накатка; стрелками показаны направления перемещения инструмента и вращения заготовки

лов с низкой скоростью резания (например, при обработке твердых сталей);

- *ступенчатая стружка*, которая образуется при обработке сталей средней твердости, алюминия и его сплавов со средней скоростью резания;

- *сливная стружка*, которая образуется при обработке мягкой стали, меди, свинца, олова и некоторых пластмасс при высокой скорости резания. Такая стружка имеет вид спирали или длинной ленты;
- *стружка надлома*, которая образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и состоит из отдельных кусочков.

Все способы обработки металлов, основанные на удалении припуска и превращении его в стружку, определяются понятием *резание металла*.

Процесс резания возможен при наличии основных движений: *главного движения* — вращения заготовки и поступательного движения инструмента, называемого *подачей*.

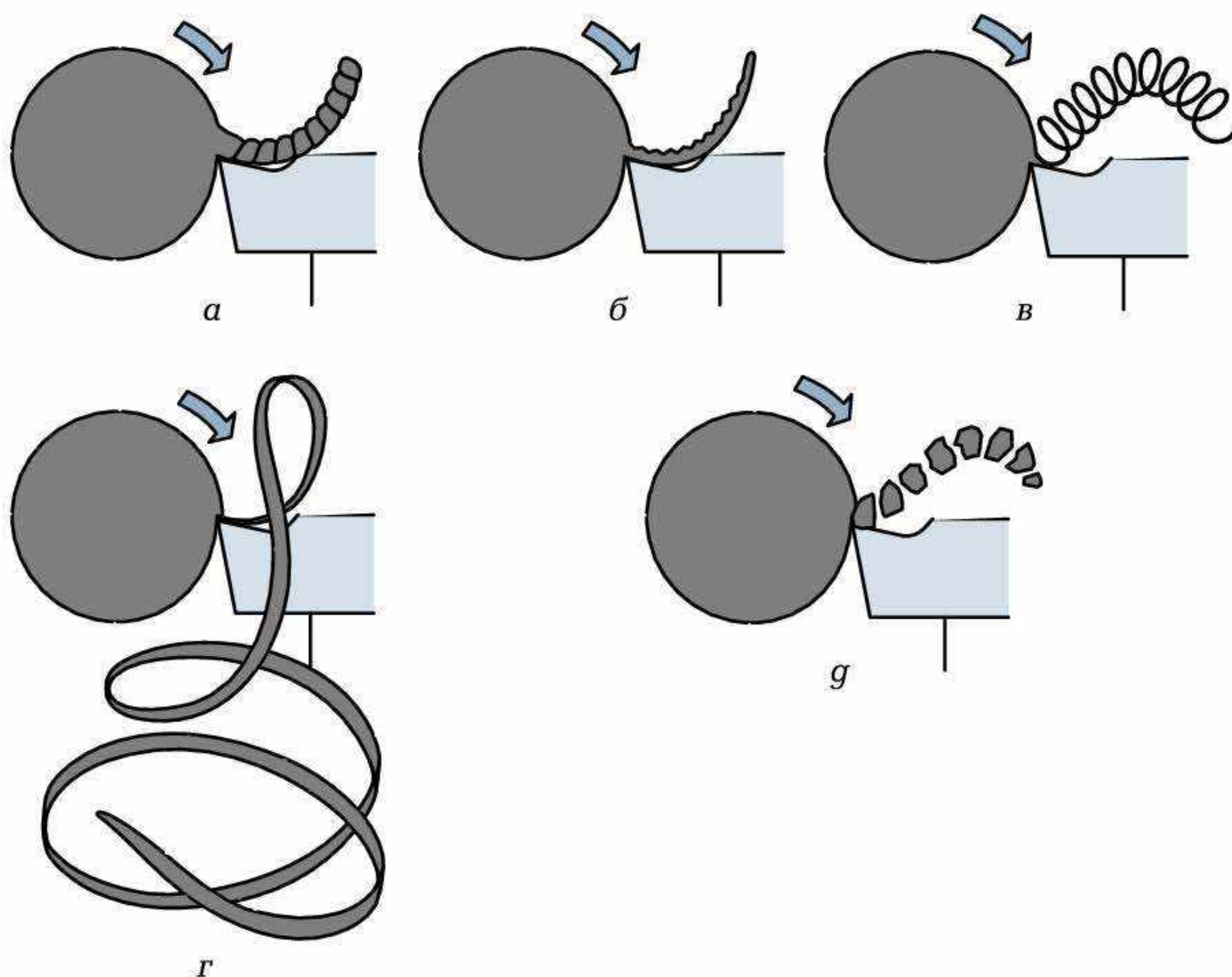


Рис. 1.2. Виды стружки:

а — элементная; *б* — ступенчатая; *в* — сливная спиральная; *г* — сливная ленточная; *д* — надлома; стрелками показано направление вращения заготовки

1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ТОКАРЯ

Рабочим местом токаря называется участок производственной площади цеха, оснащенный:

- одним или несколькими станками с комплектом принадлежностей;
- комплектом технологической оснастки;
- комплектами режущего, измерительного и вспомогательного инструмента;
- комплектом технической документации, постоянно находящейся на рабочем месте (инструкции, справочники, вспомогательные таблицы и т.д.);
- комплектом предметов ухода за станком и другими элементами рабочего места (масленки, щетки, крючки, совки, обтирочные материалы и т.д.);
- инструментальными шкафами, подставками, планшетами, стеллажами и т.п.

Планировка рабочего места токаря при обработке заготовок, которые устанавливают в центрах левой рукой, соответствует схеме, изображенной на рис. 1.3.

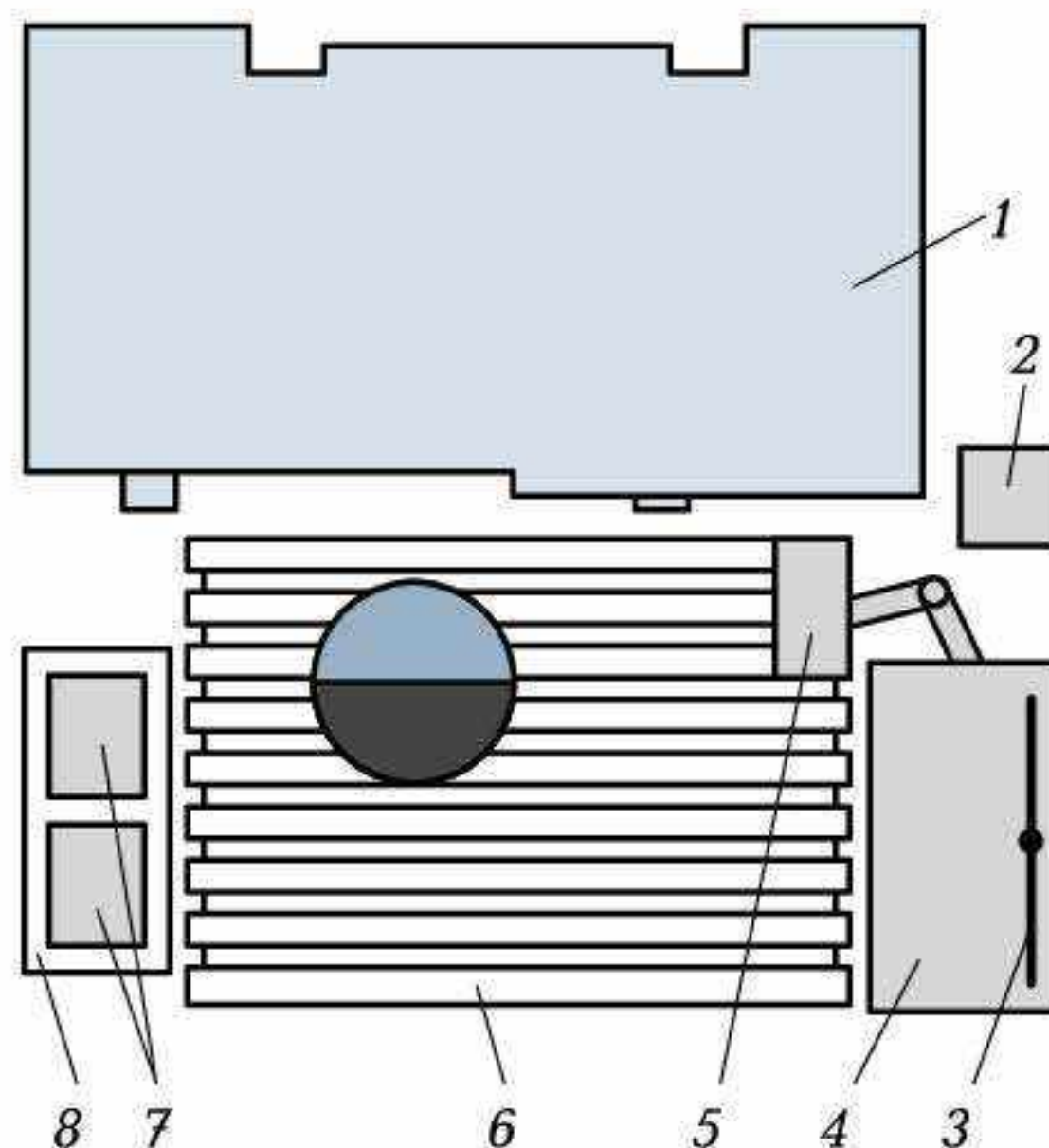


Рис. 1.3. Схема размещения оборудования на рабочем месте токаря:
1 — станок; 2 — урна для мусора; 3 — планшет для чертежей;
4 — инструментальный шкаф; 5 — лоток для инструмента; 6 — решетка; 7 — тара; 8 — стеллаж

Перед станком на полу укладывают деревянную решетку.

В верхнем ящике инструментального шкафа хранят чертежи, технологические карты, рабочие наряды, справочники, измерительные инструменты. В среднем ящике укладывают резцы. Ниже располагают режущие инструменты, переходные втулки, центры, хомутики, подкладки. В самом нижнем отделении размещают патроны, а также кулачки к ним. Не следует загромождать шкаф излишним запасом инструмента. Перед началом работы все предметы, которые берут правой рукой, располагают справа от рабочего; а предметы, которые берут левой рукой, — слева; предметы, которыми пользуются чаще, кладут ближе к рабочему, чем предметы, которыми пользуются реже.

Часто применяемые ключи и подкладки укладывают на лоток, который помещают на передней бабке, станине или специальной стойке.

Рабочее место важно всегда содержать в чистоте, так как грязь и беспорядок приводят к потере рабочего времени, несчастным случаям, простою и преждевременному износу станка.

Пол на рабочем месте должен быть ровным и чистым.

Температура воздуха в цехе должна быть 15...18 °С.

Для достижения высокой производительности труда при наиболее полном использовании технических возможностей оборудования и нормальной физической нагрузке работающего организация рабочего места должна отвечать требованиям научной организации труда.

Научная организация труда предусматривает:

- рациональную планировку рабочего места;
- оснащение его необходимым комплектом инвентаря, приспособлений, режущего и измерительного инструмента;
- своевременную подачу необходимого числа заготовок на рабочее место и вывоз готовых деталей;
- своевременный контроль деталей контролером отдела технического контроля;
- четкую организацию получения и сдачи инструментов, их своевременную заточку;
- обеспечение технической документацией;
- применение рациональных режимов резания.

Токарь обязан обслуживать свое рабочее место: ежедневно убирать станок и околостаночное пространство.

1.3. ТОКАРНЫЕ РЕЗЦЫ

Токарные резцы применяются для обработки различных поверхностей деталей: цилиндрических, конических, фасонных, торцевых и т.д. Резцы классифицируют в зависимости от различных параметров.

По назначению различают резцы: проходные (прямые, отогнутые упорные), подрезные (торцевые), прорезные (канавочные), отрезные, фасонные, резьбовые и расточные.

В зависимости от *вида обработки* различают резцы черновые и чистовые.

По конструкции резцы могут быть цельными, выполненными из одного материала, и составными — державка из конструкционной стали, а рабочая часть из специального инструментального материала.

По форме лезвия различают резцы прямые, отогнутые и петушковые.

В зависимости от *расположения режущей кромки* резцы подразделяют на правые и левые. Правый резец работает при подаче справа налево, а левый — слева направо.

Для определения вида резца накладывают ладонь правой руки на его переднюю поверхность. Если направление большого пальца и главной режущей кромки совпадает, то резец правый, если нет, то левый.

Токарный резец состоит из режущей части — *лезвия резца*, которое осуществляет процесс резания, и *тела*, или *державки*, которая используется для закрепления резца в резцедержателе. Лезвие резца имеет следующие элементы: *переднюю поверхность*; *задние поверхности* (главную и вспомогательную), обращенные к обрабатываемой заготовке; *режущие кромки*: главную, образованную пересечением передней и главной задней поверхностей, и вспомогательную, образованную пересечением передней и задней вспомогательной поверхностей; *вершину лезвия* — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок (рис. 1.4).

Поверхности резца затачивают под определенными углами.

Для определения геометрических параметров (углов) резца вводят понятия плоскости резания и основной плоскости. *Плоскостью резания* называют координатную плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через главную режущую кромку резца. *Основной плоскостью* считается координатная плоскость, расположенная параллельно направлениям продольной

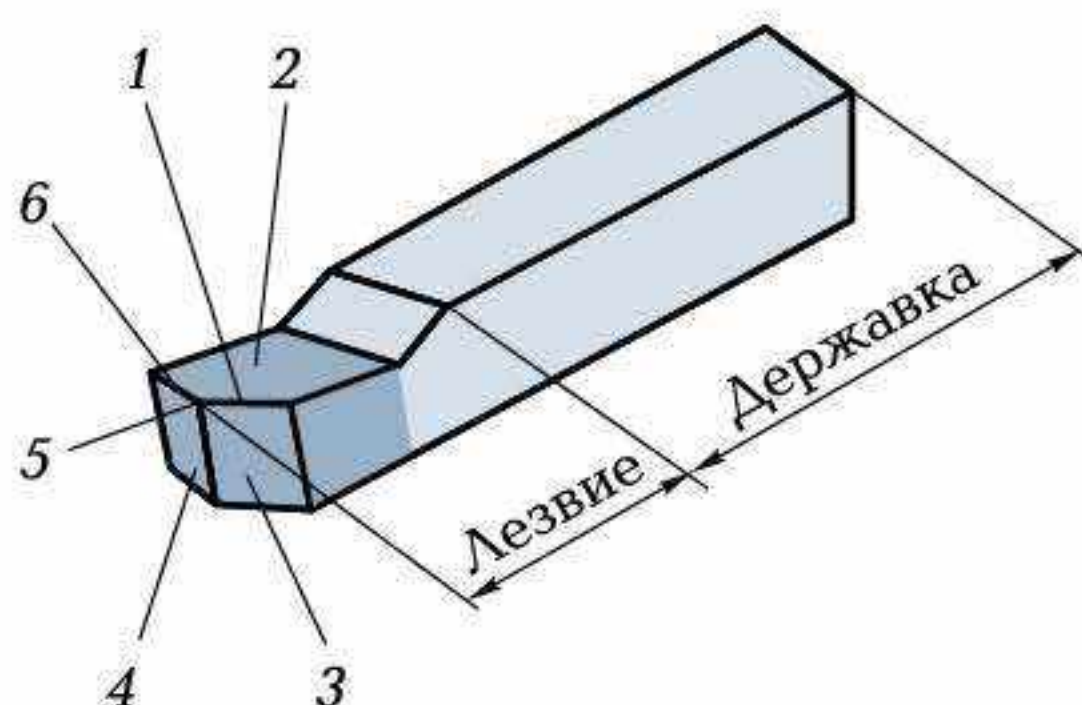


Рис. 1.4. Элементы резца:

1 — главная режущая кромка; 2 — передняя поверхность лезвия; 3 — главная задняя поверхность лезвия; 4 — вспомогательная задняя поверхность лезвия; 5 — вершина лезвия; 6 — вспомогательная режущая кромка

и поперечной подач и совпадающая с нижней опорной поверхностью резца. *Главной секущей плоскостью* является координатная плоскость, перпендикулярная линии пересечения основной плоскости и плоскости резания, т.е. плоскость, перпендикулярная проекции главной режущей кромки на основную плоскость (рис. 1.5).

В главной секущей плоскости различают следующие углы резца. *Главный задний угол* α — угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. *Угол заострения* β — угол между передней и главной задней поверхностями резца. *Передний угол* γ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку резца. Сумма углов резца:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ.$$

Углом резания δ называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания:

$$\delta = 90^\circ - \gamma.$$

Главным углом в плане ϕ является угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательным углом в плане ϕ' называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Углом при вершине ϵ называется угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.

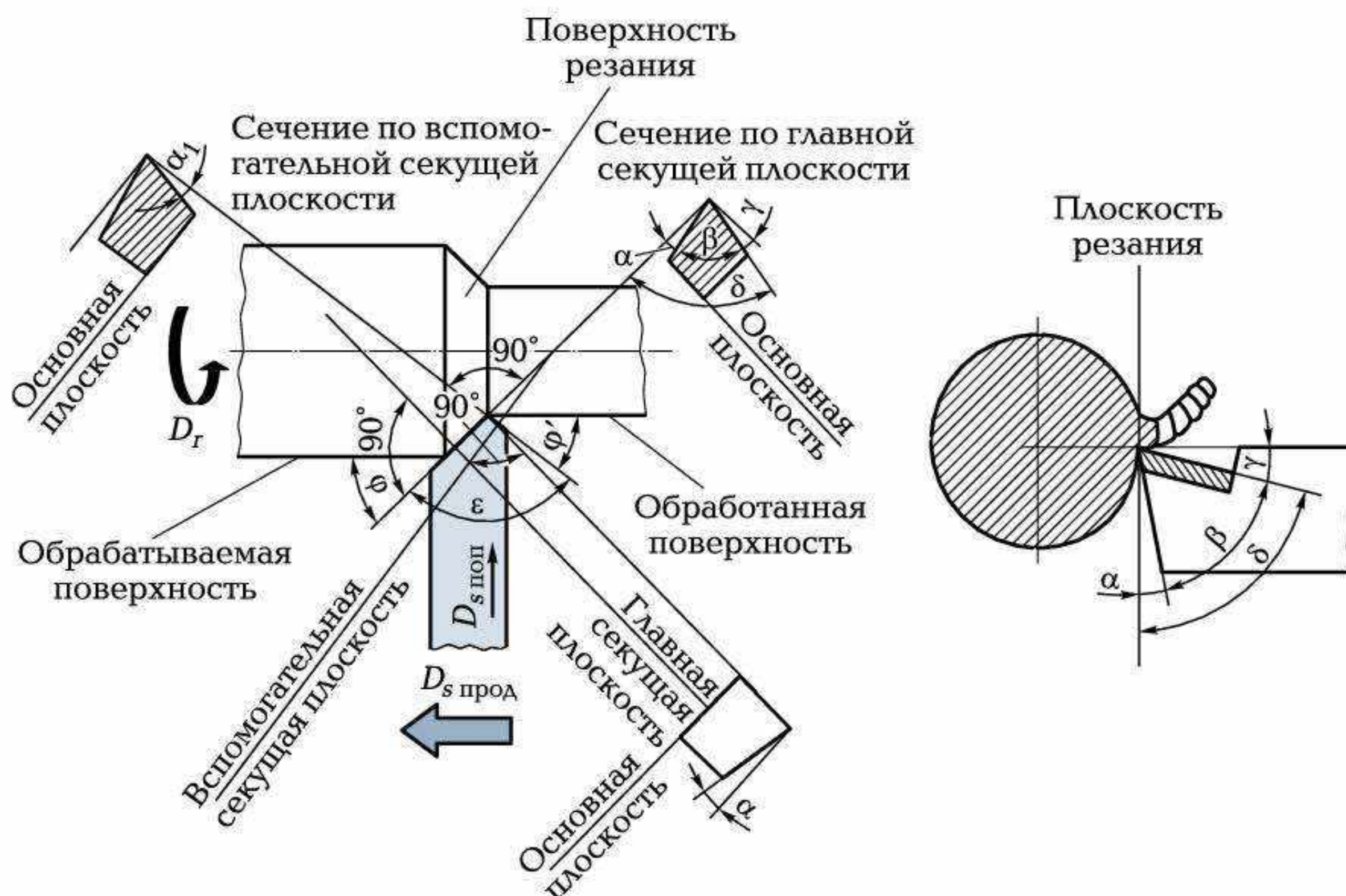


Рис. 1.5. Углы лезвия резца:

γ — передний угол; α — задний угол; β — угол заострения; γ — угол резания; ϕ — главный угол в плане; ϕ' — вспомогательный угол в плане; ϵ — угол при вершине резца; λ — угол наклона главной режущей кромки; α_1 — вспомогательный задний угол в плане; D_r — главное движение; $D_{s\text{ поп}}$ — движение поперечной подачи; $D_{s\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Углом наклона главной режущей кромки λ называется угол между главной режущей кромкой и плоскостью, проходящей через вершину резца параллельно основной плоскости.

1.4. ЗАТОЧКА РЕЗЦОВ

Заточка резцов является основным способом получения требуемых геометрических параметров инструмента, т.е. углов между поверхностями резца. Заточка необходима при изготовлении инструментов и при их износе. Изношенным инструментом работать нельзя, так как резко снижается качество и точность обработки, поэтому необходимо систематически перетачивать резцы.

В механических цехах единичного производства токарю приходится затачивать инструмент самостоятельно на точильно-шли-

фовальных станках. На станине этого станка располагается шпиндельная головка со встроенным двухскоростным электродвигателем. На обоих выходных концах вала ротора крепятся шлифовальные круги. Один из них изготовлен из электрокорунда и используется для заточки резцов из быстрорежущей стали, другой, из зеленого карбида кремния используется для заточки твердосплавных резцов (рис. 1.6).

При заточке резец устанавливают основанием на подручник. Сегментом и поворотным столом регулируют положение резца по отношению к центру шлифовального круга и производят его установку под требуемым углом к рабочей поверхности круга. Вершина резца должна находиться на уровне центра круга или

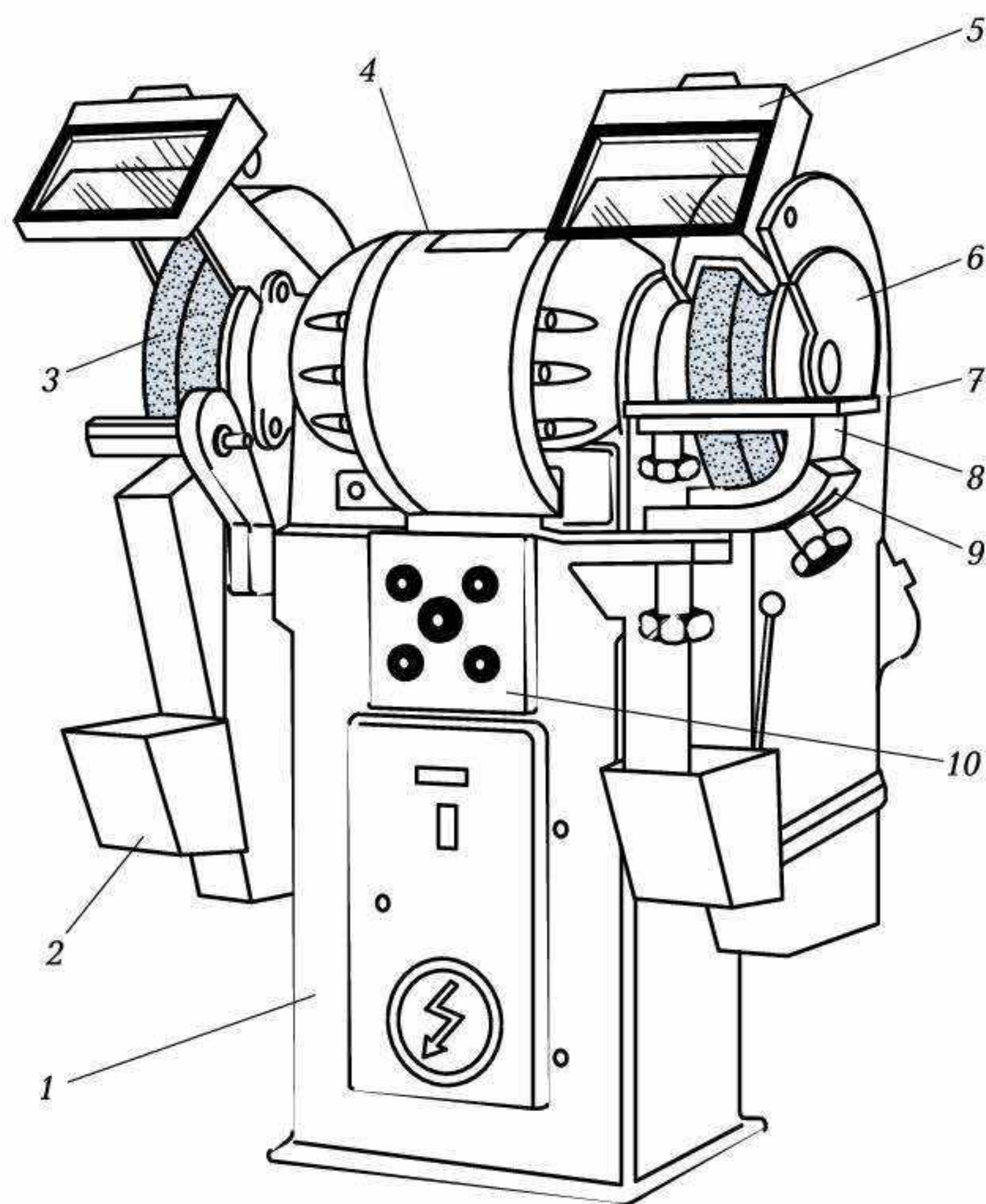


Рис. 1.6. Точильно-шлифовальный станок:

1 — станина; 2 — резервуар для воды; 3 — шлифовальный круг; 4 — шпиндельная головка; 5 — щиток; 6 — защитный кожух; 7 — регулируемый подручник; 8 — поворотный сегмент; 9 — поворотный столик; 10 — пульт управления

несколько выше его (но не более чем на 10 мм). При заточке резец слегка прижимают затачиваемой поверхностью к вращающемуся кругу и непрерывно передвигают вдоль рабочей поверхности круга. Сначала затачивают главную и вспомогательную задние поверхности, затем переднюю поверхность. На пересечении главной и вспомогательной режущих кромок делают скругление.

После заточки осуществляют доводку (притирку) задних и передних поверхностей на узких участках вдоль режущей кромки, что обеспечивает спрямление кромки и повышение стойкости резца. Доводку резца выполняют на эльборовых (для быстрорежущей стали) или алмазных (для твердого сплава) доводочных кругах.

При работе на заточном станке должны соблюдаться следующие *правила безопасности труда*. Перед тем, как приступить к заточке, необходимо:

- убедиться в полной исправности всех механизмов станка, наличии исправного ограждения круга и правильности направления его вращения (круг должен вращаться по направлению к резцу);
- проверить правильность установки подручника: зазор между рабочей поверхностью круга и подручником не должен превышать 3 мм. Перестановка подручника допускается только после полной остановки круга. Запрещается работа без подручника и ограждения круга;
- закрыть зону заточки защитным прозрачным экраном или надеть защитные очки.

Для уменьшения величины износа при эксплуатации и сокращения числа переточек токарь должен соблюдать следующие *правила пользования резцами*:

- перед выключением подачи отводить резец от заготовки;
- не допускать значительного затупления резца по задней поверхности, перетачивать резец до наступления разрушения режущей кромки;
- периодически доводить режущую кромку резца;
- не складывать резцы в инструментальном шкафу «навалом»;
- следить, чтобы кромки резцов не касались стенок инструментального шкафчика, не ударялись о твердые предметы.

1.5. РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Для того чтобы производить обработку детали, на станке необходимо установить определенные режимы резания. К ним относятся глубина резания, подача, скорость резания и частота вращения шпинделя.

Глубина резания t , мм, — толщина слоя металла, срезаемого за один рабочий ход резца. Глубина резания измеряется в направлении, перпендикулярном обработанной поверхности. При наружном продольном точении глубина резания определяется как полуразность диаметров обрабатываемой и обработанной детали:

$$t = \frac{D - d}{2}.$$

При растачивании глубина резания представляет собой полуразность между диаметром отверстия после обработки и диаметром отверстия до обработки. При подрезании глубиной резания является размер срезаемого слоя, измеряемый перпендикулярно обработанному торцу, а при прорезании (вытачивании канавок) и отрезании глубина резания равна ширине канавки, образуемой резцом (рис. 1.7).

Подача s , мм/об, — длина пути, пройденного режущей кромкой инструмента в направлении движения подачи за один оборот заготовки.

Скорость резания v , м/мин, — это длина пути, пройденного режущей кромкой инструмента относительно обрабатываемой поверхности заготовки в единицу времени.

Скорость резания можно определить по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1.1)$$

где D — диаметр заготовки, мм; n — частота вращения шпинделя, мин^{-1} .

На станке с помощью рукояток управления устанавливают не скорость резания, а частоту вращения шпинделя n , мин^{-1} , которую, если известна скорость резания, определяют по формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D}. \quad (1.2)$$

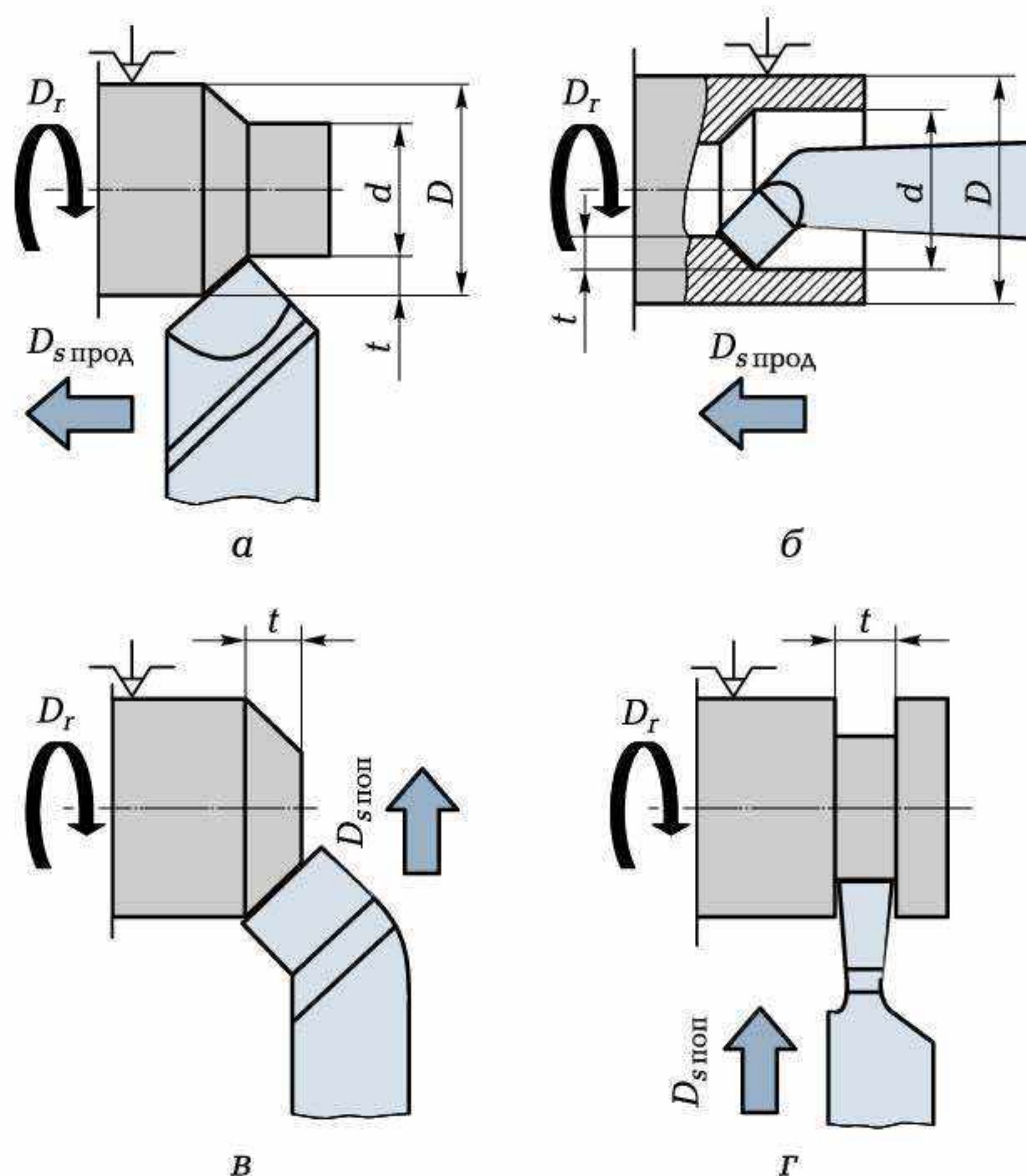


Рис. 1.7. Глубина резания при различных видах токарной обработки:
 а — наружном точении (обтачивании); б — растачивании; в — под-
 резании торца; г — вытачивании канавок; D_r — главное движение;
 $D_{с поп}$ — движение поперечной подачи; $D_{с прод}$ — движение продоль-
 ной подачи; D — диаметр заготовки; d — диаметр готовой детали;
 t — глубина резания

Скорость резания в этом случае рекомендуется выбирать по справочнику в зависимости от глубины резания, подачи, материала заготовки, материала резца и вида обработки.

При выборе рациональных режимов резания с помощью справочника необходимо четко выдерживать последовательность назначения режимов резания.

При точении вала необходимо сначала определить глубину резания, используя чертеж детали и размеры заготовки в миллиметрах, по формуле

$$t = \frac{D - d}{2},$$

где D — диаметр заготовки; d — получаемый диаметр детали.

После определения глубины резания по справочнику выбирают величину подачи s , мм/об, в зависимости от вида обрабатываемого материала (например, сталь, чугун), вида обработки (черновая, чистовая), материала, из которого изготовлен резец. Иногда учитывают величину главного угла в плане.

Затем по справочнику определяется величина скорости резания с учетом вида обрабатываемого материала, вида обработки, материала резца, глубины резания и подачи.

Выбранную по справочной таблице величину скорости резания необходимо уточнить в зависимости от условий обработки: стойкости резца, прочностных свойств обрабатываемого материала (предела прочности стали или твердости чугуна), состояния обрабатываемой поверхности (без корки, с коркой, с загрязненной поверхностью), материала резца (например, из твердого сплава Т30К4, Т15К6, ВК6, ВК8 и т.д.) и величины главного угла в плане (например, 30; 45; 60 и 90°).

Уточнение производится с помощью поправочных коэффициентов $K_1—K_5$, которые указаны в специальной таблице, прилагаемой к таблице скорости резания:

$$v_{yt} = v_t K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

где v_{yt} — уточненная скорость резания; v_t — табличная скорость резания; K_1 — коэффициент, зависящий от стойкости инструмента; K_2 — коэффициент, зависящий от предела прочности материала, из которого изготовлен резец (для стали), или его твердости (для чугуна); K_3 — коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности; K_4 — коэффициент, зависящий от материала резца; K_5 — коэффициент, зависящий от величины главного угла в плане.

После определения уточненной скорости резания определяют частоту вращения шпинделя n_{yt} , мин⁻¹, по формуле

$$n_{yt} = \frac{1000 v_{yt}}{\pi D},$$

где v_{yt} — уточненная скорость резания.

На станке нельзя произвольно устанавливать частоту вращения шпинделя, так как она зависит от кинематической цепи главного движения станка. Частоту вращения выбирают по таблицам, приведенным в паспорте конкретного станка. Если расчетная ве-

личина отсутствует в таблице, то необходимо использовать ближайшую наименьшую величину.

Затем производят определение фактической скорости резания v_f , м/мин, по формуле

$$v_f = \frac{\pi D n_{\text{ут}}}{1000},$$

где $n_{\text{ут}}$ — уточненная частота вращения шпинделя.

В дальнейшем величина фактической скорости резания используется для определения требуемой мощности двигателя станка, в соответствии с которой выбирают тип токарного станка, применяемый при обработке.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как называется слой металла, срезаемый с заготовки?
2. Какие основные движения необходимы для обработки на токарно-винторезном станке?
3. С какой целью на заточных станках устанавливается два шлифовальных круга?
4. Какова допускаемая величина зазора между подручником и шлифовальным кругом при заточке?
5. Какие режимы резания необходимо устанавливать при обработке на токарном станке?

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

2.1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

При обработке на токарных станках заготовки устанавливаются в патронах, центрах, на оправках.

На токарных станках применяют двух-, трех- и четырехкулачковые **патроны**:

- в *двухкулачковых самоцентрирующих патронах* закрепляют различные фасонные отливки и поковки;
- *трехкулачковых самоцентрирующих патронах* закрепляют заготовки круглой и шестигранной формы;
- *четырекулачковых патронах* закрепляют прутки квадратного сечения, детали прямоугольной или несимметричной формы.

Наиболее широко используются трехкулачковые самоцентрирующие патроны (рис. 2.1), конструкция которых рассмотрена в гл. 3.

Четырекулачковый патрон с независимым перемещением кулачков (рис. 2.2) состоит из корпуса 1, в котором выполнены четыре паза. В каждом пазу смонтирован кулачок 4 с винтом 3, используемым для независимого перемещения кулачков по пазам в радиальном направлении. На переднюю поверхность патрона нанесены концентричные круговые риски, с помощью которых кулачки выставляют на одинаковом расстоянии от центра патрона.

Поводковые патроны используются для передачи движения заготовке, закрепленной в центрах. Поводковый патрон — это диск, который навинчивается на шпиндель, имеющий либо вырез, в который устанавливается палец хомутика, либо палец-поводок, который касается поверхности хомутика и при вращении передает это движение через хомутик заготовке.

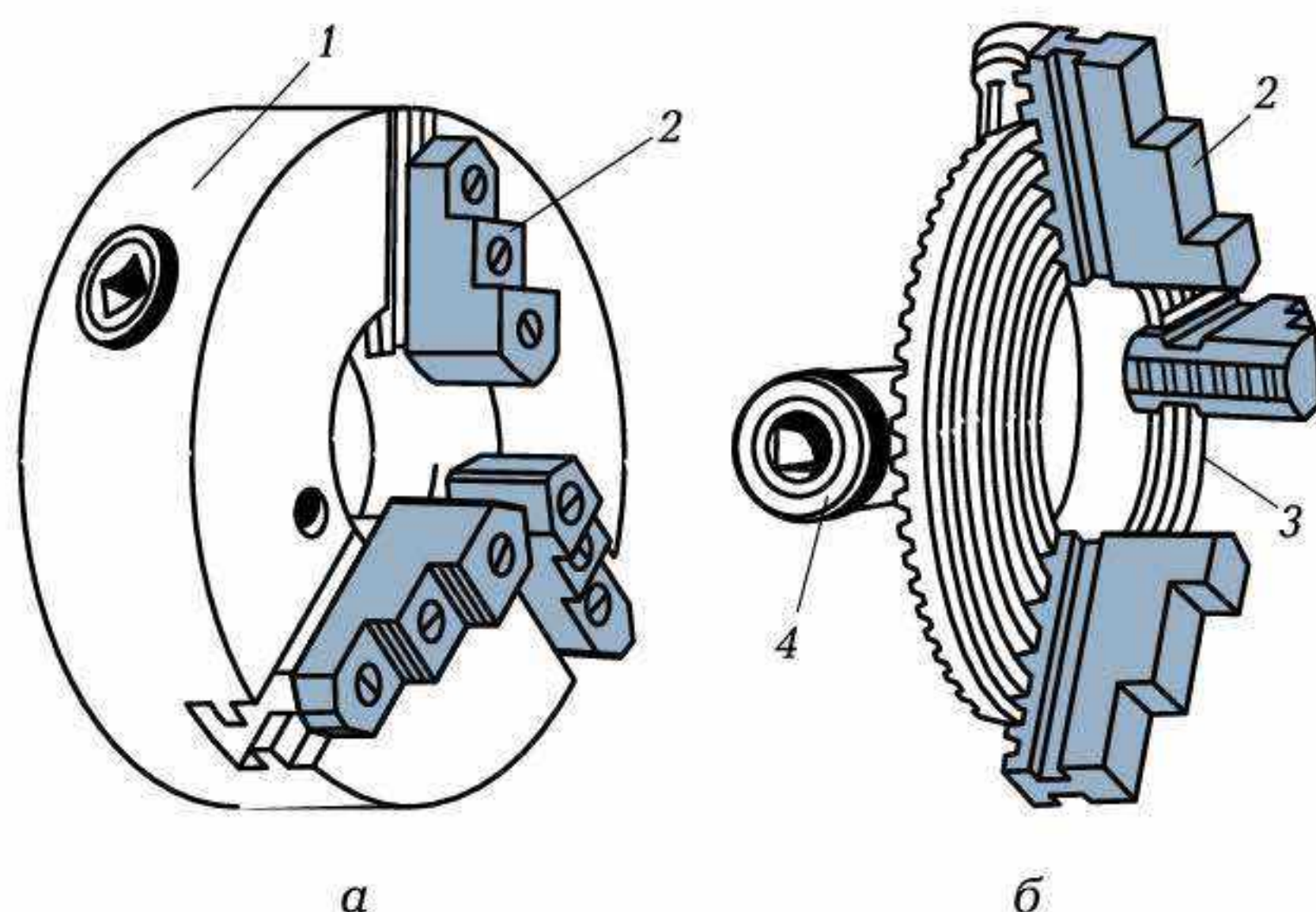


Рис. 2.1. Трехкулачковый самоцентрирующий патрон:

а — общий вид; *б* — детали патрона; 1 — корпус; 2 — кулачки; 3 — диск, с одной стороны которого выполнена спиральная нарезка, с другой — зубья; 4 — малое зубчатое колесо

Цанговые патроны применяют главным образом для закрепления прутка или повторного зажима заготовок по предварительно обработанной поверхности. По конструкции различают патроны с втягиваемой, выдвижной и неподвижной цангами (рис. 2.3).

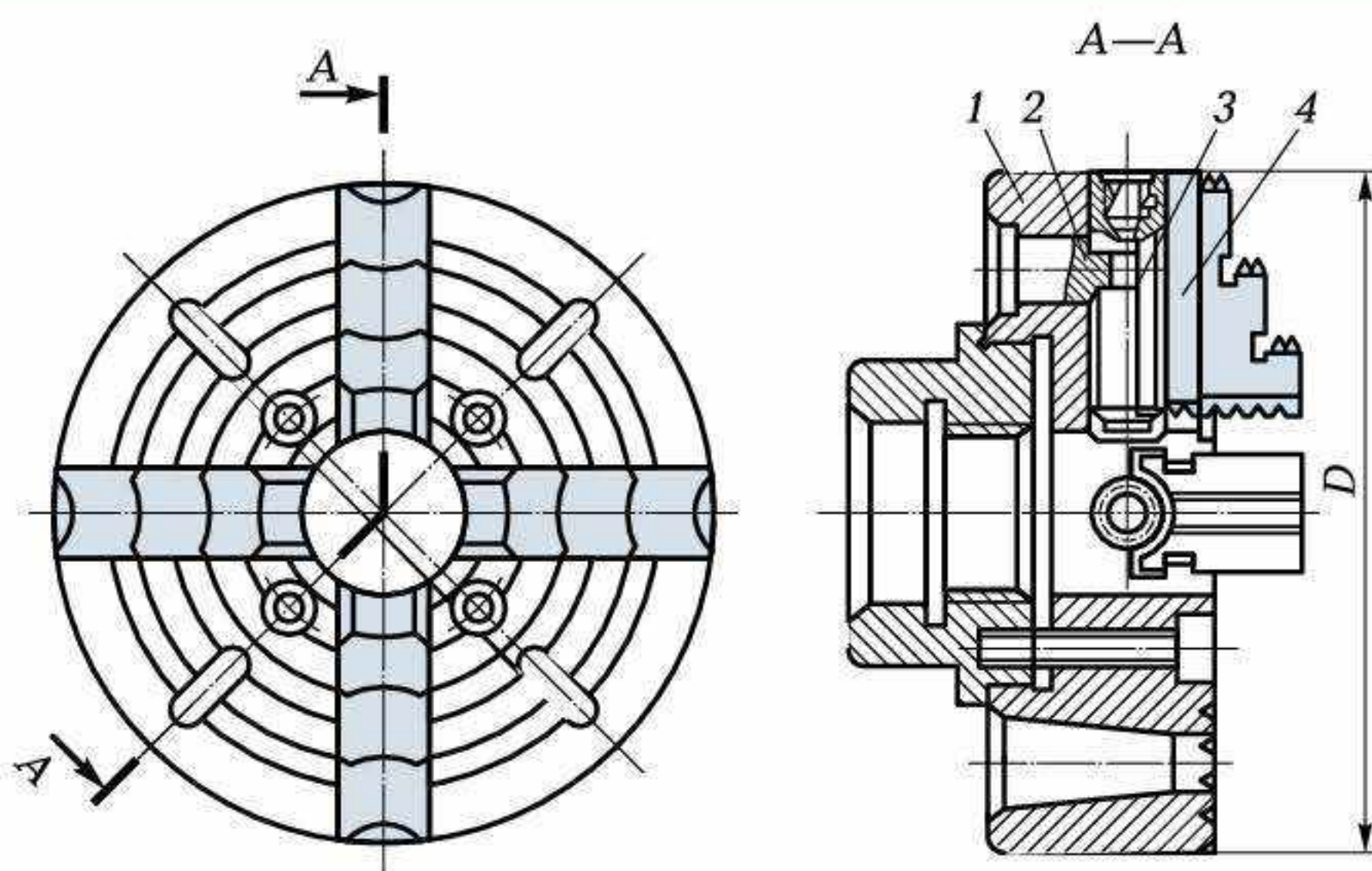


Рис. 2.2. Четырехкулачковый патрон:

1 — корпус; 2 — сухарь; 3 — винт; 4 — кулачок; *D* — наружный диаметр патрона

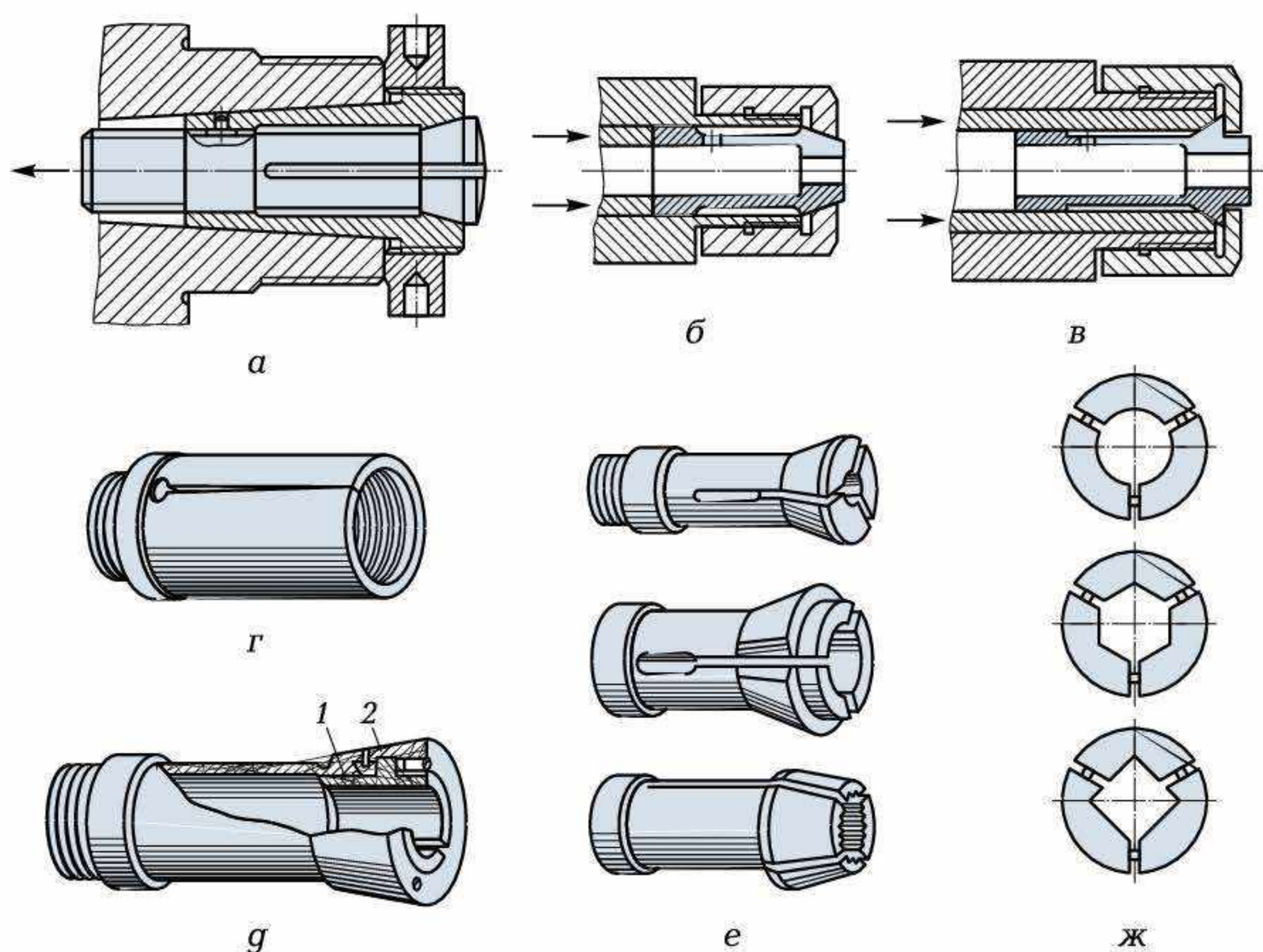


Рис. 2.3. Цанговые патроны и цанги:

а — патрон с втягиваемой цангой; б — патрон с выдвижной цангой; в — патрон с неподвижной цангой; г — подающая цанга; д — зажимная цанга со сменными вкладышами; е — зажимные цельные цанги; ж — формы сменных вкладышей цанг; 1 — сменный вкладыш; 2 — цанга

Мембранные патроны (рис. 2.4) применяют в том случае, когда необходимо обработать партию заготовок с высокой точностью центрирования.

Центры используются для закрепления заготовок, если при обработке необходимо выполнить высокие точностные требования или повысить жесткость системы станок — приспособление — инструмент — заготовка (СПИЗ).

Центры имеют две стандартизованные конические поверхности: рабочую и хвостовик. Угол конуса рабочей части — 60° , хвостовик выполняется в соответствии с размерами конусов Морзе. В зависимости от назначения используются различные виды центров (рис. 2.5). Чаще всего используются жесткие (рис. 2.5, а) и вращающиеся центры, подробно рассмотренные в гл. 3.

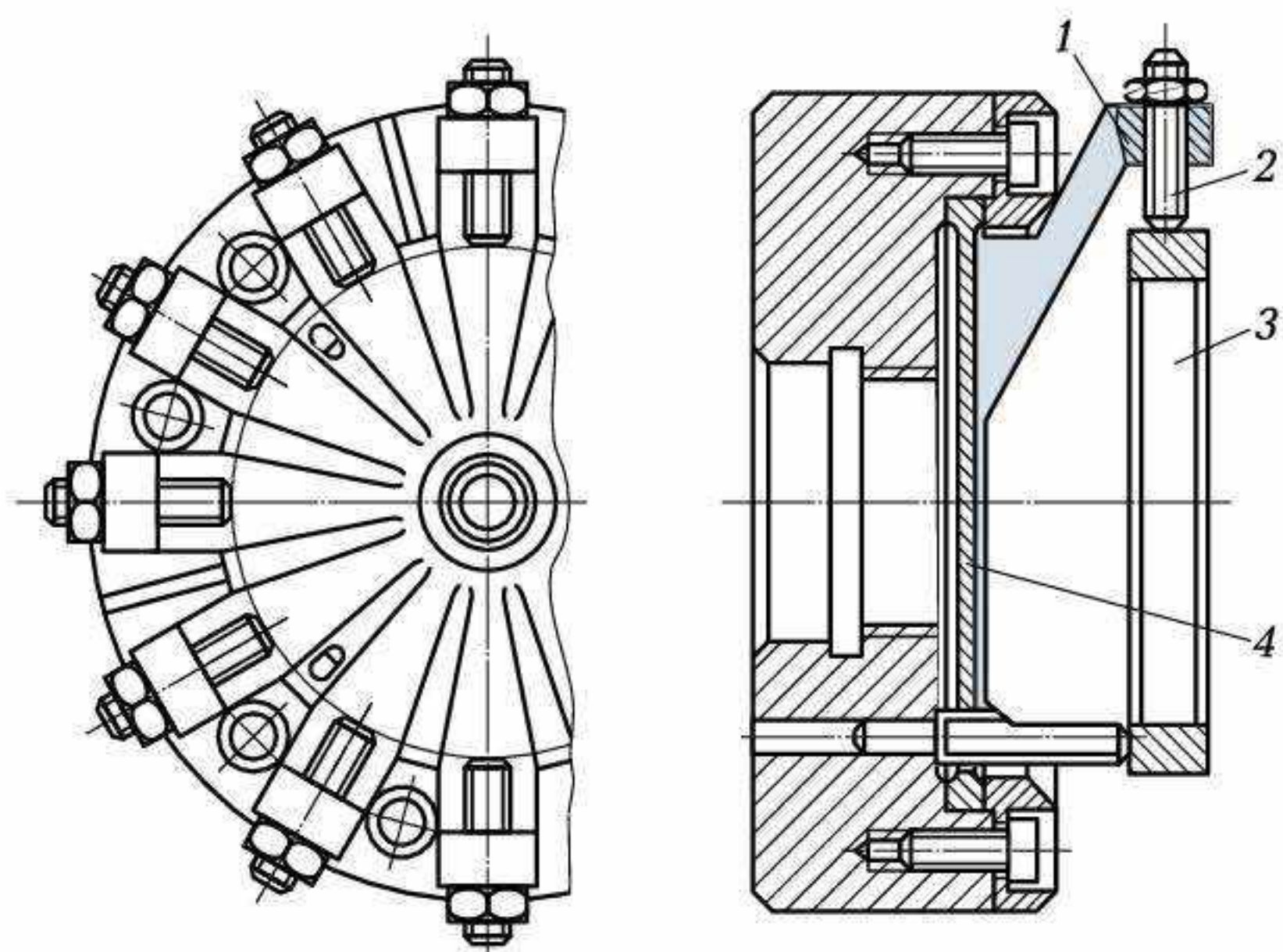


Рис. 2.4. Мембранный патрон:

1 — зажимные рожки; 2 — винты; 3 — обрабатываемая заготовка;
4 — мембрана

Обратный центр, представленный на рис. 2.5, б, служит для установки заготовок диаметром до 4 мм. У этих заготовок вместо центровых отверстий выполняют наружный конус с углом при вершине 60° , который входит во внутреннее коническое отверстие центра, поэтому такой центр называют обратным. Если необходимо подрезать торец заготовки, то применяют задний сре-

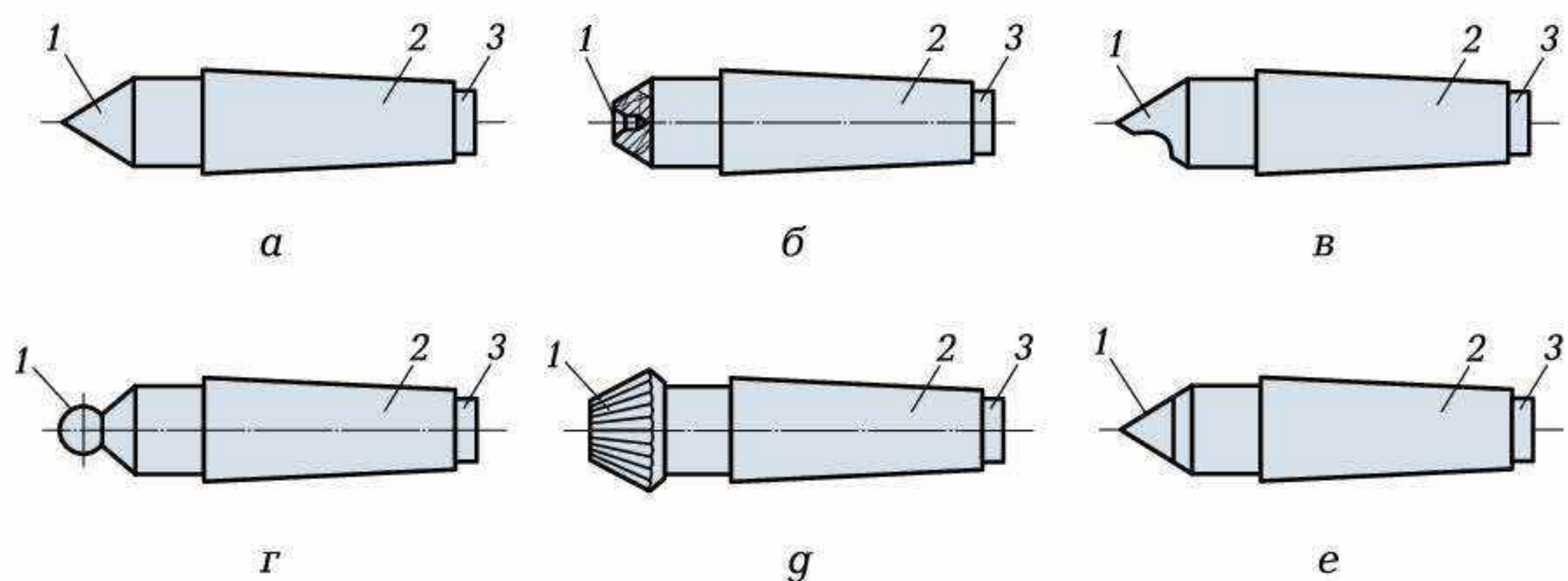


Рис. 2.5. Виды центров:

а — жесткий; б — обратный; в — задний срезанный; г — со сферической рабочей частью; д — с рифленой поверхностью рабочей части; е — с рабочей поверхностью, оснащенной твердым сплавом; 1 — рабочая часть; 2 — хвостовик; 3 — опорная часть

занный центр (рис. 2.5, в), который устанавливают только в пин-ноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей частью (рис. 2.5, г) применяют в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью вращения шпинделя станка.

Центр с рифленой поверхностью рабочей части (рис. 2.5, г) используют при обработке без поводкового патрона заготовок с большим отверстием.

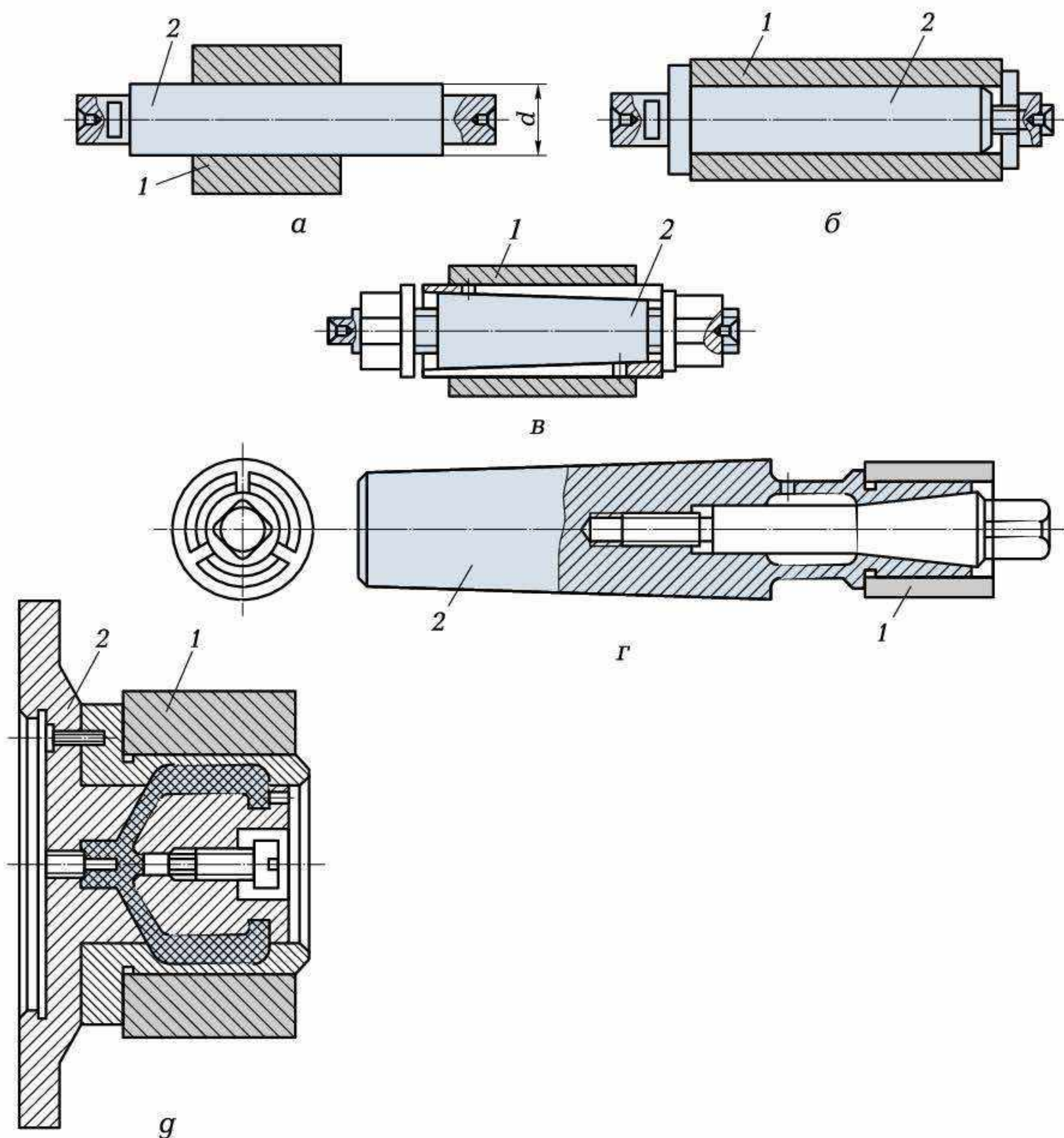


Рис. 2.6. Крепление заготовки на оправке:

а — с малой конусностью (1 : 2 000); б — цилиндрической; в — цан-говой; г — цанговой с коническим хвостовиком; д — с упругой оболочкой; 1 — деталь; 2 — оправка; d — диаметр оправки

В процессе обработки передний центр вращается вместе с деталью и служит только опорой, а задний центр не вращается и поэтому интенсивно изнашивается. Для предотвращения изнашивания рабочую часть заднего центра изготавливают из твердого сплава (рис. 2.5, е). При обработке с большими скоростями резания и нагрузками применяют задние вращающиеся центры.

Оправки используют для закрепления заготовок, имеющих отверстие, если необходимо получить concentricность внутренних и наружных цилиндрических поверхностей.

Оправки бывают разных видов: цилиндрические, конические, цанговые, резьбовые, шлицевые и т.д. (рис. 2.6).

Планшайбы представляют собой плоский диск с радиальными пазами и отверстиями, который крепится к фланцу, устанавливаемому на шпиндель станка. Планшайбы используются в тех случаях, когда невозможно закрепить заготовку в патронах. Заготовку к планшайбе крепят с помощью планок или прихватов.

Люнеты применяют в качестве вспомогательных опор при обработке нежестких валов (валов с отношением $\frac{l}{d} \geq 10$ (где l — длина детали; d — диаметр)) для того, чтобы в процессе обработ-

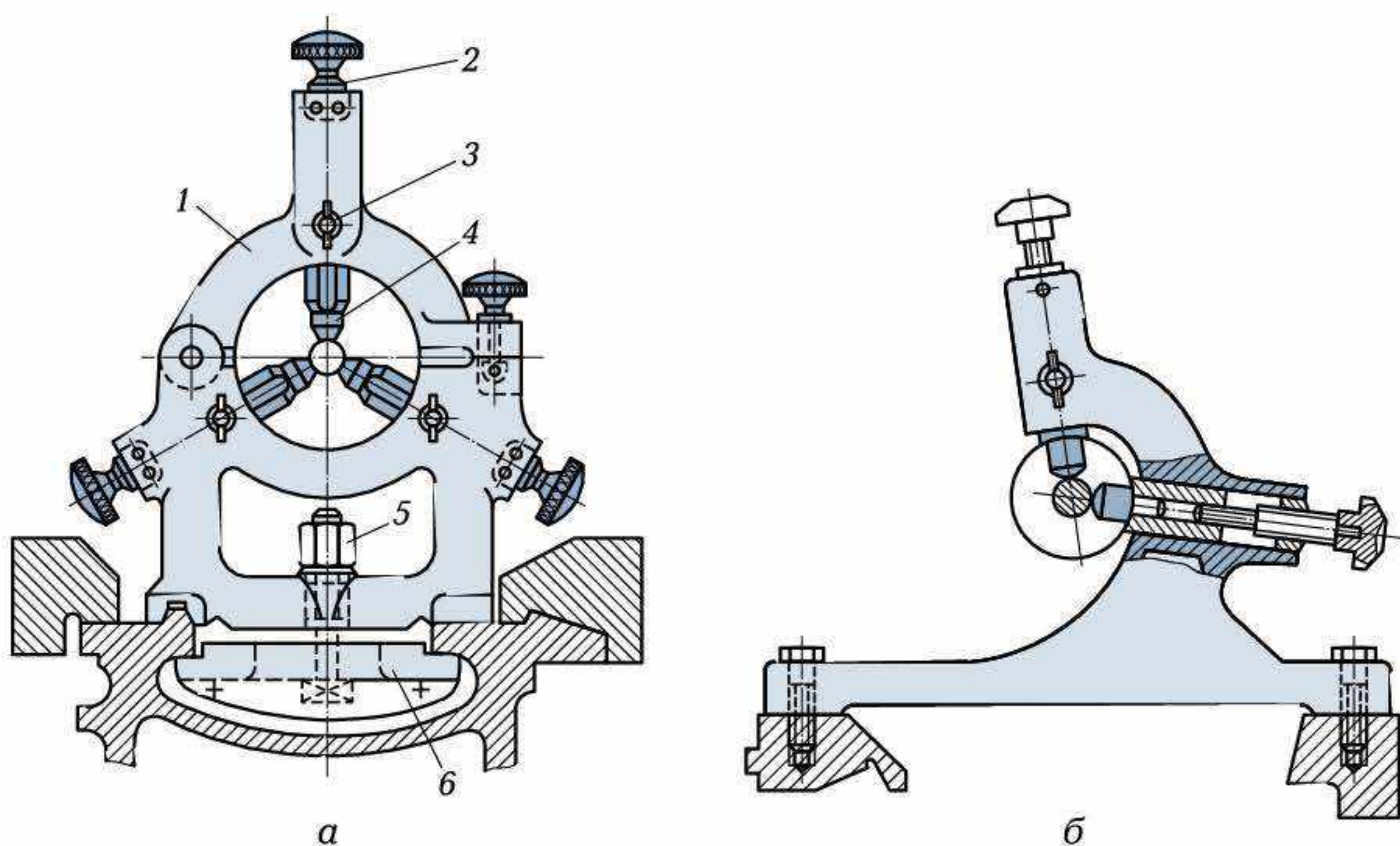


Рис. 2.7. Люнеты:

а — неподвижный; б — подвижный; 1 — корпус; 2 — винт; 3 — болт; 4 — ролики; 5 — гайка; 6 — планка

ки заготовка не отжималась. Люнеты бывают подвижные и неподвижные (рис. 2.7).

Неподвижный люнет (рис. 2.7, а) устанавливают на направляющих станины станка и крепят планкой 6 с помощью болта и гайки 5. Верхняя часть (корпус) 1 люнета откидная, что позволяет снимать и устанавливать заготовку на кулачки или ролики 4, которые служат опорой для обрабатываемой заготовки и поджимаются к заготовке винтами 2. После установки винты 2 фиксируются болтами 3.

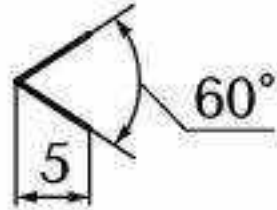
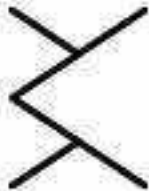
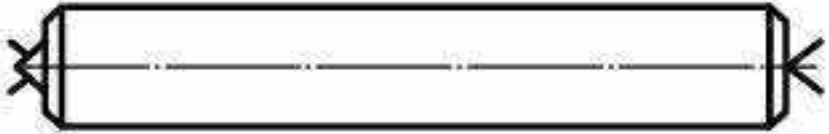
Подвижный люнет (рис. 2.7, б) крепится на каретке суппорта и перемещается при обработке вдоль заготовки. Подвижный люнет имеет два кулачка, которые служат опорами для заготовки.

Выбор способа установки заготовки на токарном станке зависит от ее формы, размеров, жесткости технологической системы, точности и качества обрабатываемых поверхностей.

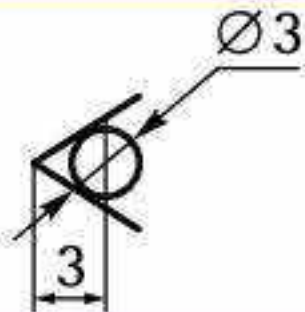
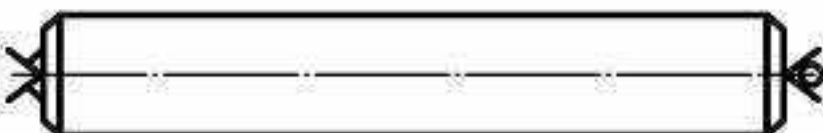
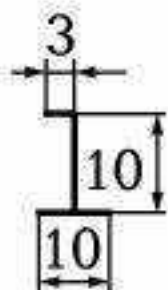
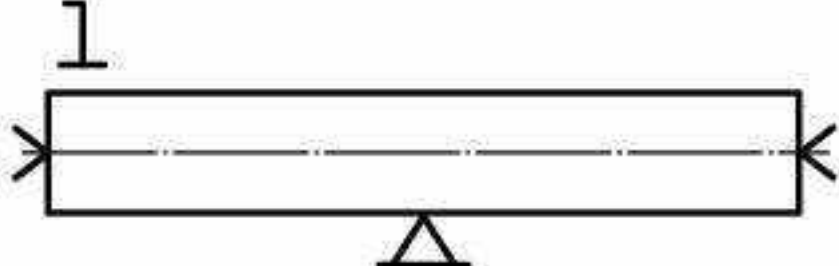
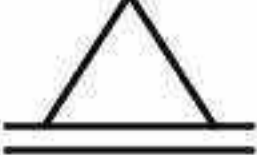
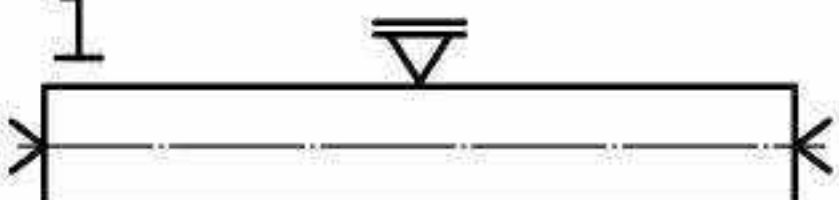
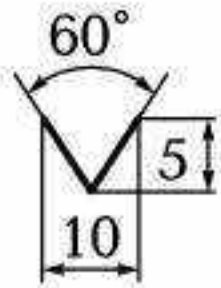
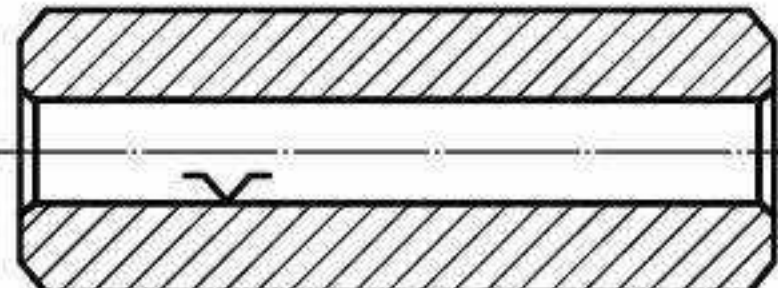
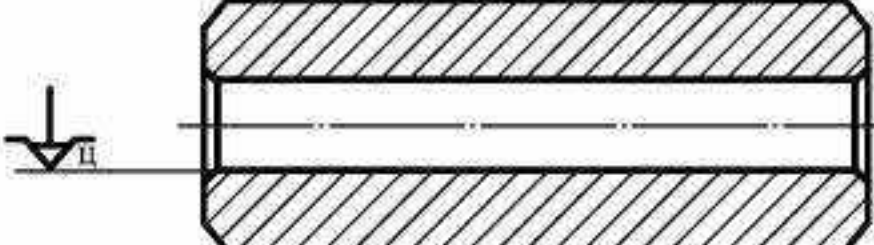
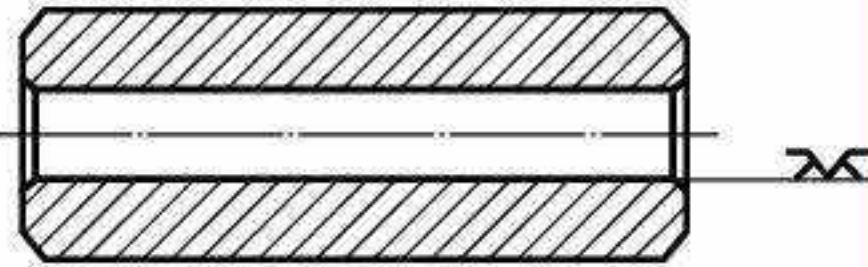
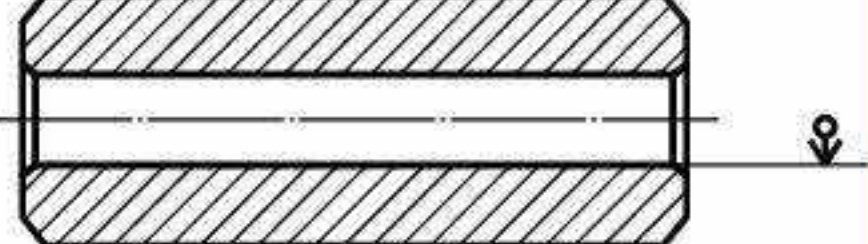
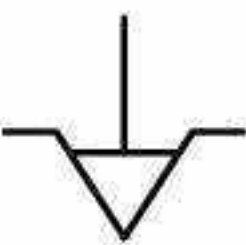
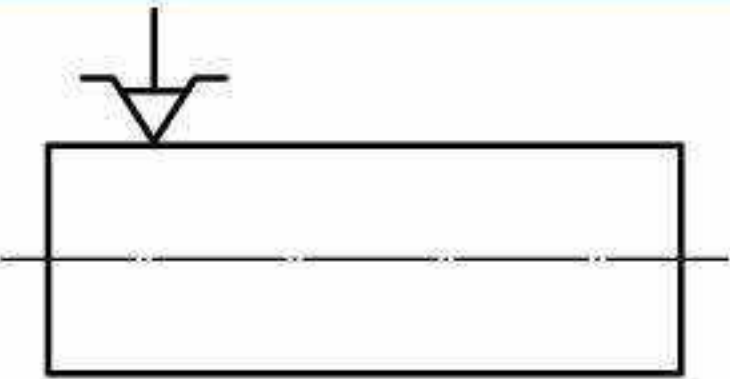
2.2.

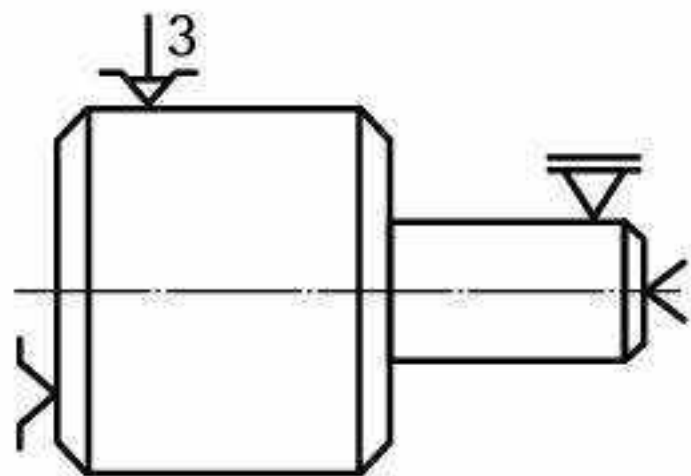
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМАХ

При изображении технологического процесса токарной обработки приходится выполнять операционные эскизы. На этих эскизах приспособления обозначаются условно в соответствии с государственными стандартами. Условные обозначения приспособлений указаны в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Условные обозначения приспособлений		
Приспособления	Условное обозначение	Пример нанесения условных обозначений на технологические схемы
Гладкие неподвижные центры		
Рифленый центр		
Плавающий центр		

Продолжение табл. 2.1

Приспособления	Условное обозначение	Пример нанесения условных обозначений на технологические схемы
Вращающийся центр		
Поводковый патрон		
Неподвижный люнет и любая неподвижная опора		
Подвижный люнет и любая подвижная опора		
Цилиндрическая оправка и любые другие опоры		
Цанговая оправка		
Шлицевая оправка		
Любой зажим (может сочетаться с любым обозначением опоры)		
Патрон		

Приспособления	Условное обозначение	Пример нанесения условных обозначений на технологические схемы
Заготовка установлена в трехкулачковом патроне с механическим устройством зажима, с упором в торец, с креплением в подвижном люнете и поддерживается гладким неподвижным центром (задней бабки)		

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. В каких патронах обычно закрепляют заготовки цилиндрической формы?
- 2. Использование каких приспособлений позволяет уменьшить отжим заготовки при обработке нежестких валов?
- 3. Чему равен угол при вершине рабочей части жесткого центра?
- 4. Какое условие выполняется при обработке наружной цилиндрической поверхности с закреплением втулки на оправке?
- 5. В каких случаях заготовка для обработки закрепляется на планшайбе?
- 6. От чего зависит выбор способа закрепления заготовки на станке?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

3.1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НАРУЖНЫМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ И ТОРЦЕВЫМ ПОВЕРХНОСТЯМ

Многие детали имеют цилиндрические поверхности: валы, шкивы, зубчатые колеса, подшипники качения и т.д. От точности выполнения таких деталей зависит качество работы многих

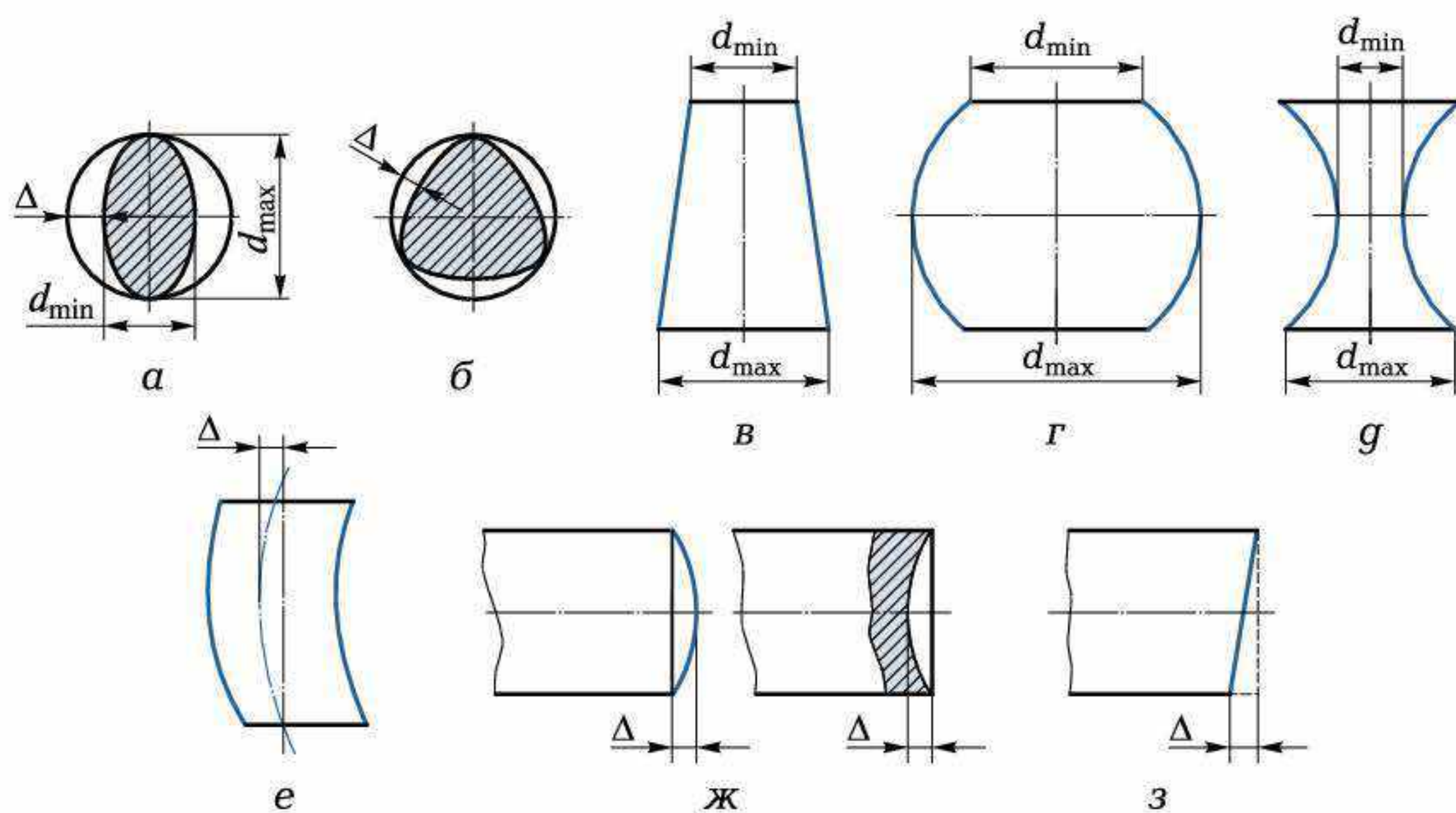


Рис. 3.1. Основные виды дефектов наружных цилиндрических и торцевых поверхностей:

a — овальность; *б* — огранка; *в* — конусность; *г* — бочкообразность; *д* — седлообразность; *е* — отклонение от прямолинейности оси в пространстве; *ж* — выпуклость и вогнутость; *з* — неперпендикулярность торца оси цилиндрической поверхности; Δ — величина отклонения от требуемого расположения; $d_{\min}$ — наименьший диаметр; $d_{\max}$ — наибольший диаметр

механизмов и машин, поэтому к цилиндрическим поверхностям предъявляется целый ряд требований: *прямолинейность образующей, цилиндричность, круглость, соосность*.

В результате влияния различных факторов возникают погрешности формы такие, как конусообразность, бочкообразность, седлообразность, изогнутость, овальность, огранка.

К плоским торцевым поверхностям и уступам предъявляются следующие основные требования: *плоскостность, перпендикулярность оси, параллельность* плоскостей уступов или торцов между собой (рис. 3.1).

3.2. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ

Установка заготовок в патронах. При обработке деталей небольшой длины заготовки устанавливают в патроны. Наиболее часто используются трехкулачковые самоцентрирующие и цанговые патроны.

Универсальный *трехкулачковый самоцентрирующий токарный патрон* (см. рис. 2.1) имеет три кулачка, которые одновременно сходятся к центру или расходятся от него. Кулачки обеспечивают центрирование заготовки (совпадение оси заготовки с осью вращения шпинделя).

Кулачки 2 движутся в радиальных пазах корпуса 1 патрона. Своими выступами на подошве кулачки входят в канавки спиральной резьбы большого зубчатого колеса (диска) 4, которое приводится во вращение ключом, вводимым в гнездо одного из сопряженных с ним малых зубчатых колес 4. По спиральной резьбе большого колеса кулачки патрона движутся к центру или от центра.

На рабочем месте токаря рекомендуется иметь различные сменные кулачки: закаленные для черновой обработки и незакаленные для чистовой.

Заготовки больших диаметров закрепляют в обратных кулачках, в этом случае уступы кулачков создают надежный упор заготовке. На пазах корпуса патрона и на кулачках нанесены цифры 1, 2, 3 (или накернено соответствующее число точек). При сборке патрона кулачки вставляют в пазы поочередно в порядке возрастания цифр.

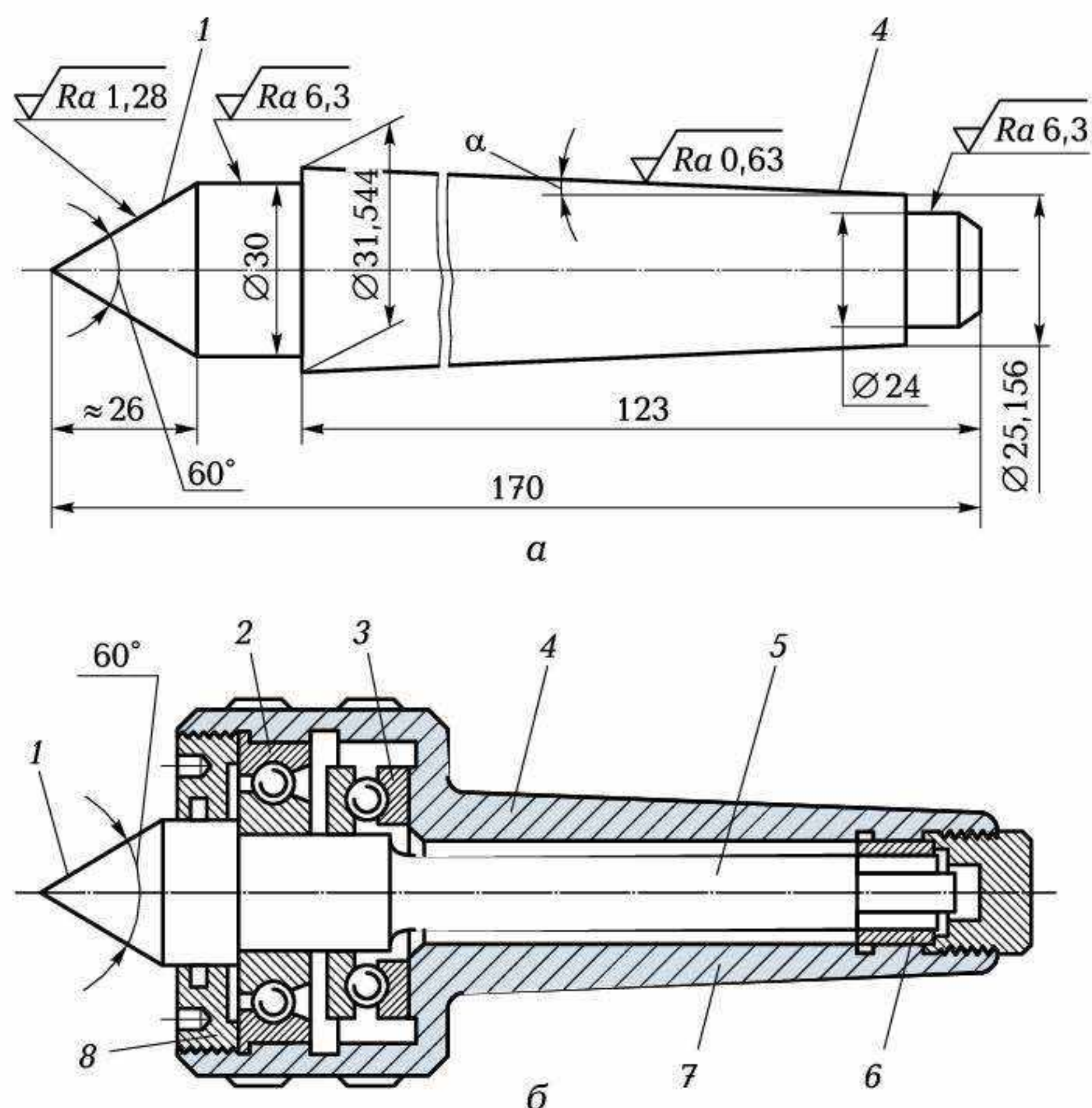


Рис. 3.2. Жесткий (а) и вращающийся (б) центры:

1 — рабочая часть (конус) центра; 2 — радиальный подшипник; 3 — упорный подшипник; 4 — хвостовик; 5 — центр; 6 — игольчатый подшипник; 7 — крышка; 8 — гайка

На некоторых токарных станках патроны закрепляют на резьбовом конце шпинделя при помощи планшайбы с резьбой.

У современных станков (мод. 16К20, 1К62 и др.) планшайба патрона центрируется по наружному конусу шпинделя и притягивается к торцу фланца шпинделя четырьмя винтами с гайками. Фланцевое закрепление патрона обеспечивает высокую точность центрирования и исключает самоотвинчивание. Для смены патрона ослабляют четыре гайки, а шайбу поворачивают так, чтобы окна прорези шайбы оказались напротив гаек: в таком положении патрон легко снимается. Заготовку закрепляют и освобождают поворотом ключа. Нельзя оставлять ключ в патроне, так как это может стать причиной травмы.

Недостатком крепления заготовок в патроне является потеря точности центрирования при перезакреплении заготовки для обработки с другой стороны.

Установка и закрепление заготовок в центрах. Данный способ используется, если необходимо обработать деталь с высокой степенью соосности левой и правой сторон, его недостатком является невысокая жесткость системы СПИЗ.

Передний центр закрепляется в шпинделе, а задний — в пиноли задней бабки. Передний центр вращается вместе с заготовкой, а задний центр неподвижен, поэтому между заготовкой и задним центром возникает трение. Для уменьшения трения в цилиндрическую часть центрального отверстия заготовки со стороны задней бабки вводят густые смазочно-охлаждающие технологические среды (СОТС), например технический вазелин, которые от нагрева разжижаются, попадают на рабочий конус центра и смазывают его.

Центровые отверстия стандартизованы по ГОСТ 14034—74 «Отверстия центровые. Размеры».

Обычный (жесткий) центр (рис. 3.2, а) состоит из рабочего конуса 1 с углом конуса 60° (а для тяжелых станков 70° или 90°) и хвостовика 4, выполненного по стандартному конусу Морзе. Жесткий задний центр применяют при сравнительно невысокой частоте вращения шпинделя. Работа с высокой частотой вращения связана с необходимостью применения вращающегося заднего центра, шпиндель которого установлен в подшипниках (рис. 3.2, б).

Поводковые устройства. Для передачи вращения от шпинделя заготовке, установленной в центрах, служат *поводковые устройства*. Простейшее из них — *хомутик* (рис. 3.3) Вращаясь вместе со шпинделем, планшайба увлекает за собой хомутик, а вместе с ним установленную в центрах заготовку.

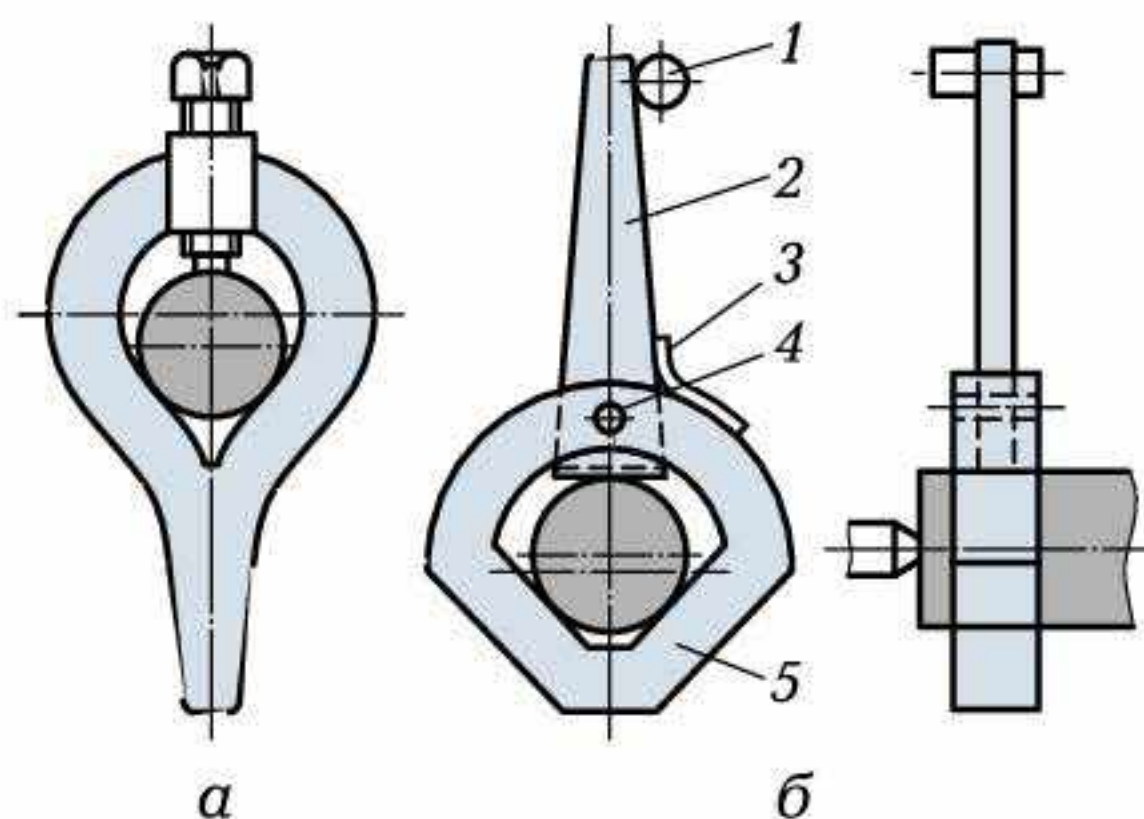


Рис. 3.3. Хомутики:

а — обычный; б — самозатягивающийся; 1 — палец; 2 — хвостовик; 3 — пружина; 4 — ось; 5 — корпус

Работа с хомутиком представляет определенную опасность: возможны случаи захвата хвостовиком хомутика одежды рабочего.

Установка заготовок в патронах с поджимом задним центром. Такой способ установки самый жесткий, обычно он используется при обработке заготовок (черновом точении), у которых отношение длины к диаметру больше 3. При перезакреплении заготовки для обработки с другой стороны точность центрирования теряется.

3.3. РЕЗЦЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Наружные цилиндрические поверхности обрабатывают проходными резцами, которые бывают прямые, отогнутые, упорные (рис. 3.4). Проходные прямые резцы имеют главный угол в плане

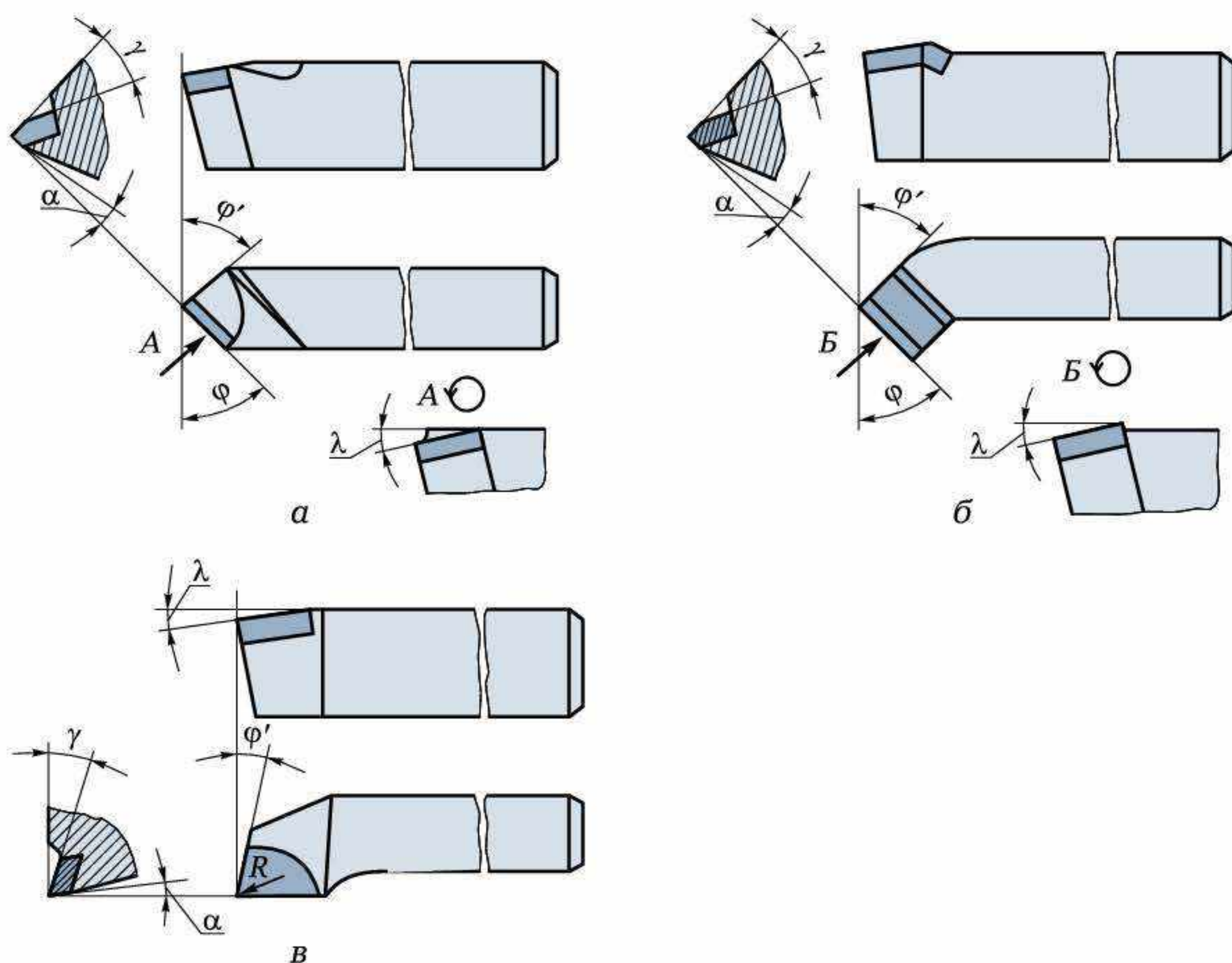


Рис. 3.4. Проходные резцы:

а — прямой; б — отогнутый; в — упорный; α , γ , λ , ϕ , ϕ' , λ — углы резца; R — радиус закругления режущей кромки

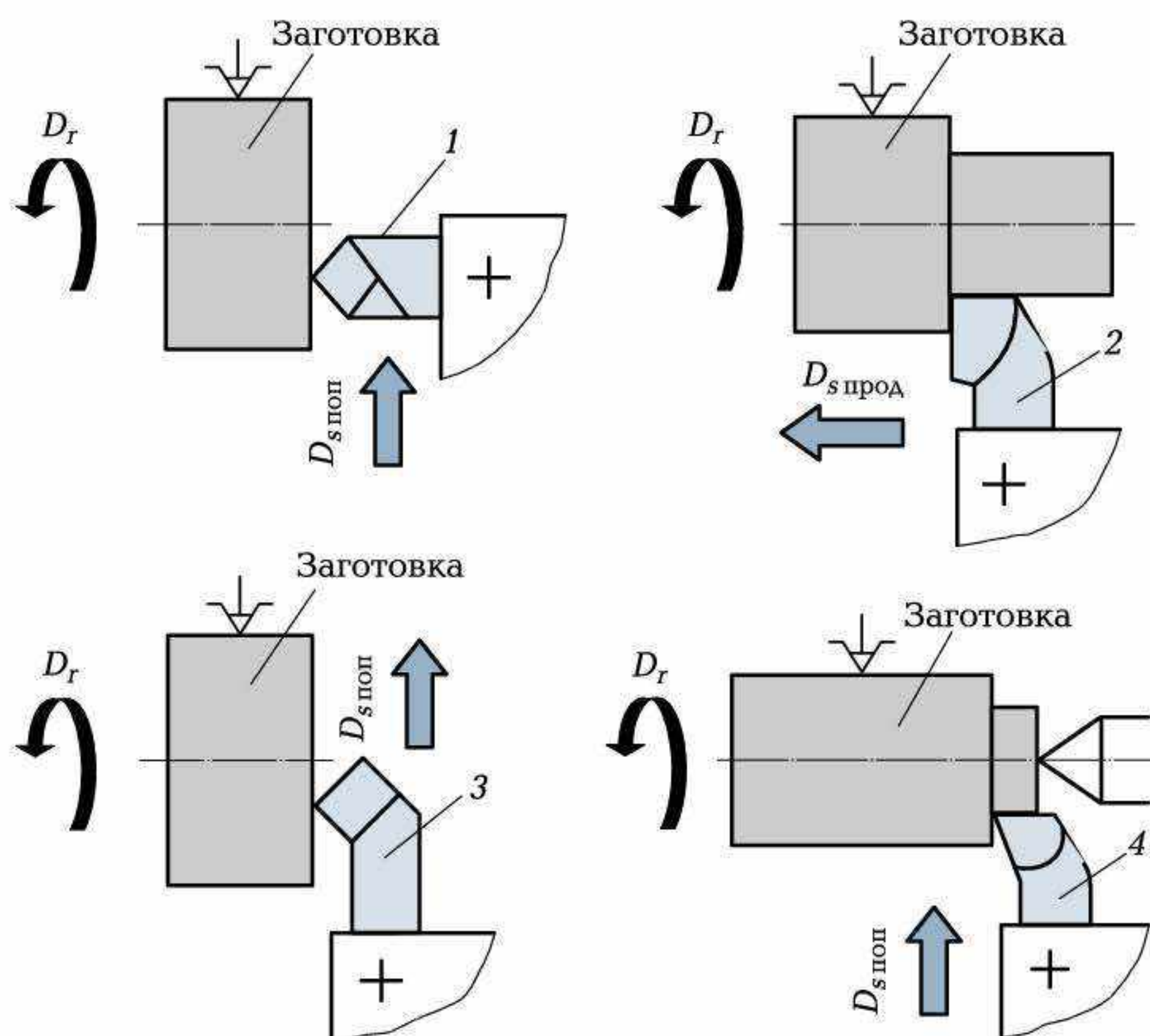


Рис. 3.5. Резцы для подрезания торцов и уступов:

1 — проходной прямой; 2 — проходной упорный; 3 — проходной отогнутый; 4 — подрезной; D_r — главное движение; $D_{s поп}$ — движение поперечной подачи; $D_{s прод}$ — движение продольной подачи

$\phi = 30 \dots 60^\circ$, отогнутые — $\phi = 45^\circ$, упорные — $\phi = 90^\circ$. Резцы с меньшими углами в плане используются для обработки жестких заготовок, а проходные упорные резцы — для обработки нежестких валов, так как вызывают меньший прогиб заготовки.

Вспомогательный угол в плане ϕ' обычно назначают $10 \dots 45^\circ$.

Для уменьшения величины шероховатости вершину резца закругляют под радиусом R . Для черновой обработки $R = 0,5$ мм, для получистовой — $R = 1,5 \dots 2$ мм, для чистовой — $R = 2 \dots 5$ мм.

Для подрезания торцов и уступов используют проходные (прямые, отогнутые, упорные) и подрезные резцы (рис. 3.5).

Резцы могут быть изготовлены из быстрорежущей стали, с напайными пластинками твердого сплава и механическим креплением пластин твердого сплава.

Резец устанавливают в резцедержателе таким образом, чтобы его вершина была расположена на уровне оси центров. Этого добиваются за счет того, что под подошву резца помещают подкладки из мягкой стали.

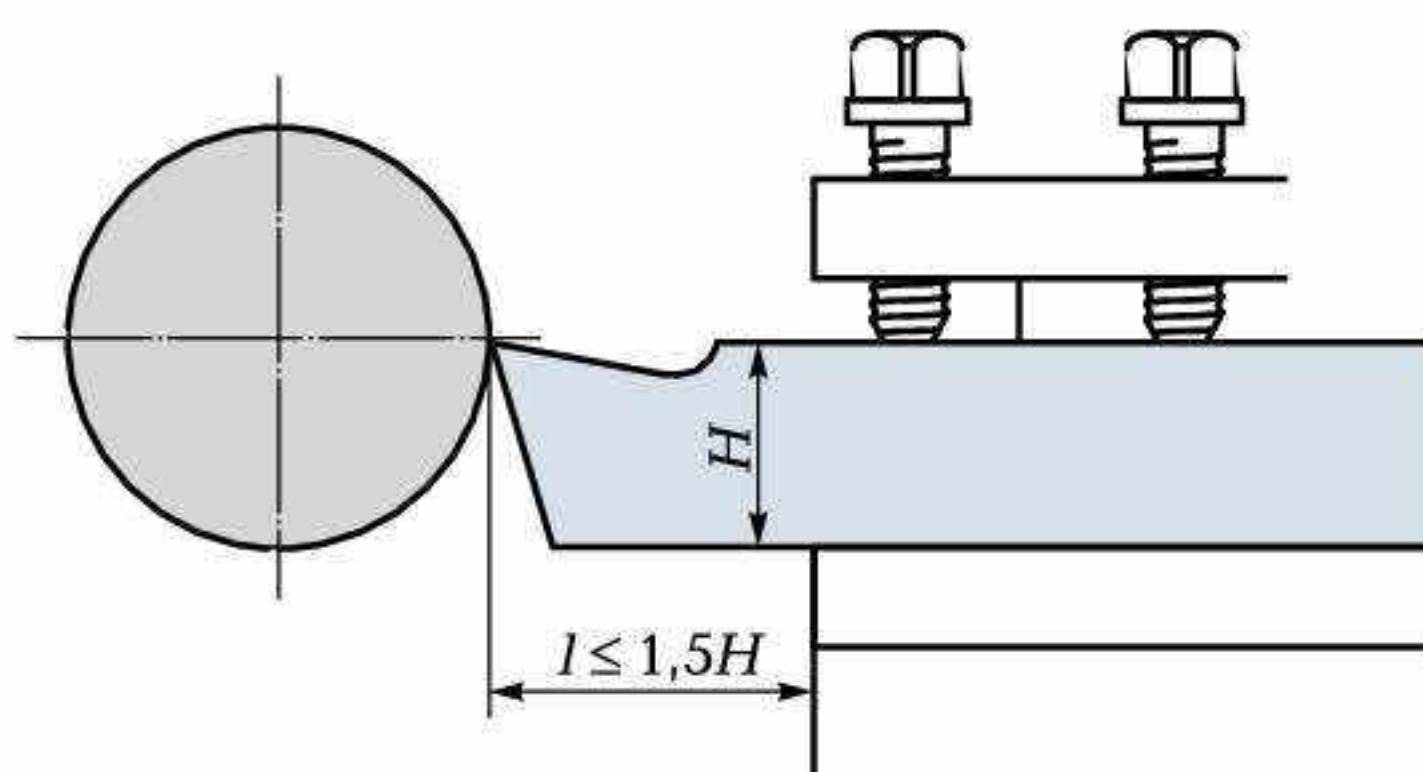


Рис. 3.6. Допустимый вылет резца:

H — высота державки; l — вылет резца из резцедержателя

Вылет резца l из резцедержателя не должен превышать полторы высоты державки H , т.е. $l \leq 1,5H$. Резец закрепляют в резцедержателе не менее чем двумя болтами (рис. 3.6).

3.4. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Общие сведения. Обработка гладких наружных цилиндрических поверхностей производится следующим образом. Сначала определяют слой металла, который необходимо срезать с заготовки, затем устанавливают необходимое число рабочих ходов и глубину резания за каждый рабочий ход. Для упрощения установки глубины резания на токарно-винторезных станках имеется устройство, называемое лимбом. Лимб — кольцо с делениями, закрепленное на винте поперечной подачи. При повороте лимба на одно деление резец перемещается в поперечном направлении на определенную величину, называемую ценой деления лимба. Цена деления лимба поперечной подачи для станков мод. 1К62, 16К20 — 0,05 мм.

Для того чтобы получить нужный диаметр детали, применяют метод *пробных рабочих ходов*. Резец подводят к вращающейся заготовке до соприкосновения с обрабатываемой поверхностью. Затем резец отводят вправо за пределы заготовки. Поперечные салазки суппорта по лимбу подаются вперед на величину, несколько меньшую, чем требуется для получения окончательного размера. После этого обтачивают участок поверхности на длину 3...5 мм, отводят резец и измеряют размер обточенного участка.

По данным измерения уточняют, на какое расстояние требуется дополнительно подать резец вперед. Когда резец окончательно

установлен на размер, остальные заготовки партии обрабатывают с установкой резца по лимбу без пробных рабочих ходов.

Чтобы люфт не вызывал погрешности при установке резца по лимбу, рукоятку винта вращают только по часовой стрелке вправо, предварительно сделав один оборот против часовой стрелки.

Выбор режимов резания. Одним из средств достижения высокой производительности труда при токарной обработке является выбор рациональных режимов резания.

Прежде всего назначают *глубину резания t* , стремясь по возможности срезать весь припуск за один рабочий ход. Если жесткость заготовки недостаточна, то обтачивание выполняют за несколько рабочих ходов. Для чернового рабочего хода глубину резания обычно принимают 4...6 мм, для получистового — 2...4 мм и для чистового — 0,5...2 мм.

После назначения глубины резания выбирают *подачу s* , которая зависит главным образом от допускаемой шероховатости по-

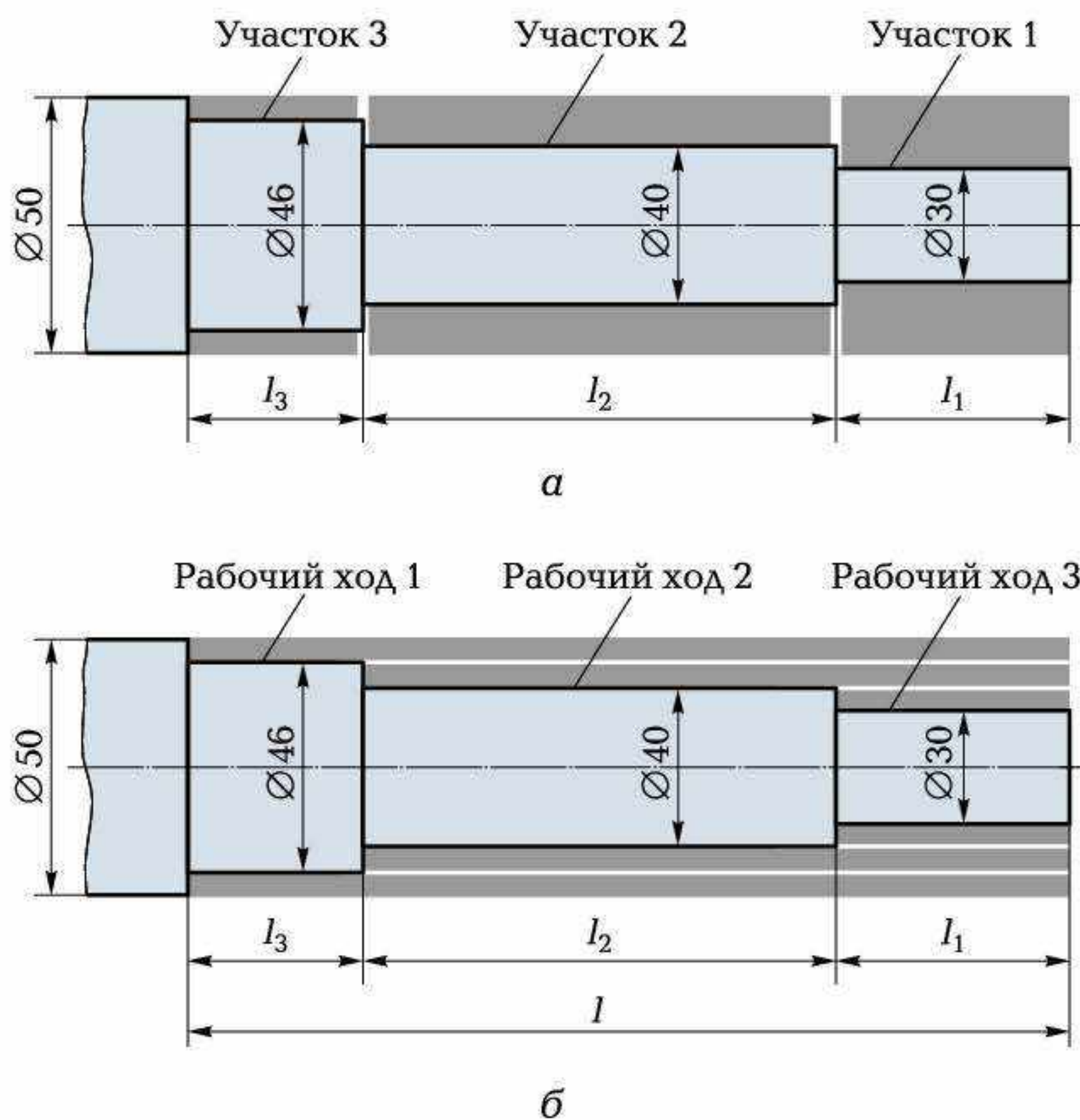


Рис. 3.7. Схема обтачивания ступенчатого вала:

а — за один рабочий ход с расчленением припуска по длине и глубине на участки; б — за три рабочих хода с расчленением припуска по глубине; l_1 , l_2 , l_3 , l — длины участков

верхности готовой детали. Для черновых рабочих ходов принимают подачу 0,5... 1,2 мм/об, а для чистовых — 0,2...0,4 мм/об. Более точно подачу выбирают с помощью справочника.

Далее по справочнику определяют *допустимую скорость резания*, а по формуле — *частоту вращения* шпинделя станка. Ближайшую фактическую частоту вращения, меньшую расчетной, выбирают из ряда частот вращения шпинделя, который обеспечивает коробка скоростей станка.

Обработка ступенчатых валов. *Ступенчатые валы* имеют несколько участков различного диаметра и длины.

Для обработки ступенчатых валов станок налаживают с помощью пробных рабочих ходов, отдельно для каждой ступени.

Высокая производительность при обработке ступенчатых валов достигается правильным выбором *схемы обработки*. Наиболее производительной является такая схема точения, при которой весь припуск расчленяют на участки по длине и каждый участок обрабатывают полностью.

Общий путь перемещения резца $L_{\text{общ1}}$, мм, при этом равен сумме длин ступеней (l_1, l_2, l_3) (рис. 3.7, а):

$$L_{\text{общ1}} = l_1 + l_2 + l_3.$$

Если жесткость заготовки не позволяет вести обтачивание с большой глубиной резания, то принимается схема расчленения припуска по глубине резания на рабочие ходы.

При этом общий путь перемещения резца $L_{\text{общ2}}$, мм, составит (рис. 3.7, б):

$$L_{\text{общ2}} = (l_1 + l_2 + l_3) + (l_1 + l_2) + l_1 = 3l_1 + 2l_2 + l_3.$$

Использование *упоров* значительно упрощает процесс обработки ступенчатых валов.

3.5. ОБРАБОТКА ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И УСТУПОВ

Заготовку закрепляют в патрон так, чтобы ее вылет был по возможности минимальным. Торцевую поверхность можно обрабатывать двумя способами:

- с *подачей по направлению к центру* при срезании упорным резцом достаточно большого припуска с установкой главной режущей кромки под небольшим углом (5... 10°) к торцевой поверхности. Работу резания в этом случае вы-

полняет вспомогательная режущая кромка. Если при подрезании торца приходится срезать большой припуск, то подача по направлению к центру вызывает отжимающую силу, углубляющую резец в торец, в результате чего торец может получиться вогнутым;

- *подачей по направлению от центра*. Такой способ используют при снятии припуска небольшой величины, обычно при чистовой обработке, это позволяет исправить вогнутость торца.

При подрезании торцевой поверхности с установкой заготовки в патроне и поджатии задним центром рекомендуется использовать срезанный центр.

3.6. ВЫТАЧИВАНИЕ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ

Многие детали, используемые в механизмах, имеют канавки. Часто в процессе изготовления детали приходится отрезать обработанную часть от прутка. При вытачивании канавок и отрезании используют *прорезные (канавочные)* и *отрезные резцы*. Эти резцы отличаются от проходных по конструкции.

Рассмотрим особенности геометрии и конструкции прорезных и отрезных резцов. На рабочей части прорезного и отрезного резцов имеется режущая кромка и две вспомогательные кромки, причем каждая вспомогательная кромка расположена по отношению к направлению поперечной подачи под небольшим вспомогательным углом в плане $\varphi' = 1 \dots 3^\circ$. Кроме того, лезвие резца сужается к подошве под углом $\alpha_1 = 1 \dots 3^\circ$. Это уменьшает трение вспомогательных задних поверхностей резца о стенки прорезаемой канавки (рис. 3.8, а и б). Отрезные резцы отличаются от прорезных бóльшей длиной головки.

В целях повышения прочности головки резца применяют усиленные конструкции отрезных резцов: с увеличенной высотой головки («петушок») (рис. 3.8, в) и с расположением режущей кромки на уровне оси державки.

При вытачивании канавок и отрезании необходимо выполнять следующие правила:

- режущую кромку резца устанавливать точно по оси центров станка;
- державку прямого отрезного резца устанавливать строго перпендикулярно оси заготовки;

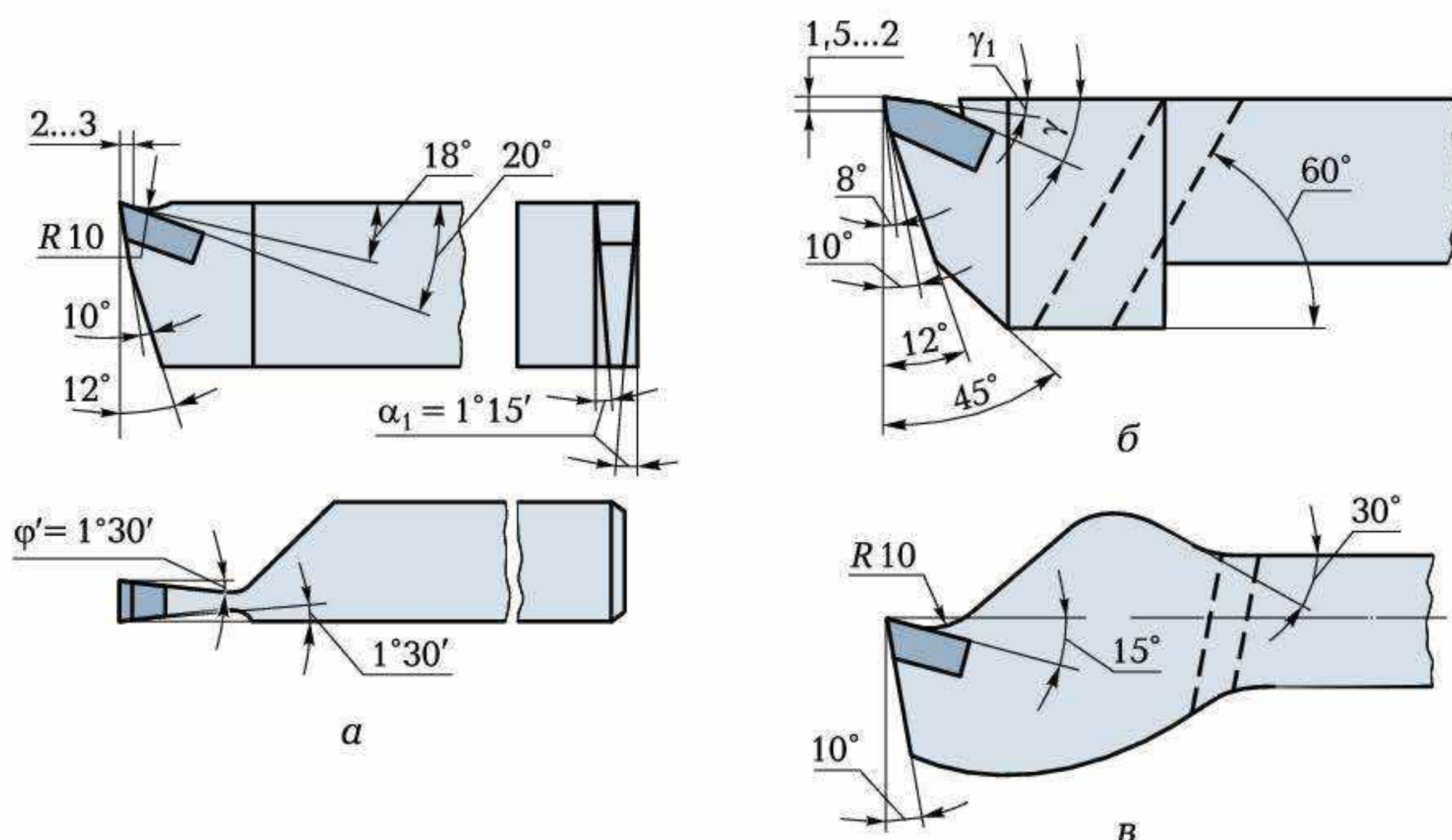


Рис. 3.8. Прорезные (канавочные) и отрезные резцы:

а — прорезной (канавочный) резец; *б* — усиленный отрезной резец с увеличенной головкой; *в* — усиленный отрезной резец с расположением режущей кромки на уровне оси державки; *R* — радиус; α_1 — вспомогательный задний угол; ϕ' — вспомогательный угол в плане; γ , γ_1 — передние углы

- отрезание выполнять ближе к кулачкам патрона, расстояние места отрезания от кулачков патрона должно быть 3...5 мм.

При отрезании заготовок (деталей) диаметром до 60 мм рекомендуется принимать подачу 0,1...0,15 мм/об, при больших диаметрах — до 0,3 мм/об. Скорость резания при отрезании на 15...20 % меньше, чем при наружном точении.

При отрезании стальных деталей необходимо использовать СОТС, наиболее часто применяют минеральное масло или жидкость «Аквол-2».

3.7. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При обтачивании наружных цилиндрических поверхностей и подрезании торцов могут возникать различные дефекты (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Виды дефектов обработки при обтачивании цилиндрических поверхностей и подрезании торцов и причины их возникновения

Дефект	Причины возникновения
Часть поверхности осталась необработанной	Биение заготовки, недостаточная величина припуска, смещение центровых отверстий
Несоответствие диаметров обточенных поверхностей, указанным на чертеже	Неправильная установка глубины резания
Не выдержаны линейные размеры обработанных поверхностей	Неправильная установка упора или разное положение заготовок в патроне
Неперпендикулярность торцевой поверхности оси детали	Большой вылет резца из резцедержателя, отжим резца в результате люфта в направляющих поперечных салазок суппорта, большой припуск
Конусность	Несовпадение осей центров, перекос заднего центра в результате загрязнения конического отверстия в пиноли, износ центрального отверстия, ненадежное закрепления резца
Овальность	Биение шпинделя или плохое закрепление заготовки
Бочкообразность	Прогиб заготовки под действием отжимающих усилий или износ направляющих станины
Седлообразность	Ненадежное крепление резца в резцедержателе или износ направляющих около передней бабки
Повышенная шероховатость обработанной поверхности	Затупление резца, плохая обрабатываемость материала заготовки, установка резца не по центру, неправильный выбор режимов резания

Наиболее распространенным инструментом для контроля диаметров цилиндрических поверхностей является *штангенциркуль*. Если требуется установить размер с более высокой степенью точности, то используют *микрометр*. При изготовлении деталей в условиях серийного производства контроль диаметров выполняют *предельными калибр-скобами*.

Контроль длин ступенчатых валов производят штангенциркулем с выдвижным глубиномером (типа ШЦ-I), штангенглубиномером, линейкой или шаблоном.

Контроль плоскостности торца производят прикладыванием к нему ребра линейки. Между поверхностями торца и линейки не должно быть зазора.

Перпендикулярность торца наружной поверхности определяют угольником.

Контроль глубины канавок осуществляют глубиномером штангенциркуля ШЦ-I.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие требования предъявляются к цилиндрическим поверхностям?
2. Какие способы закрепления заготовок используются при обработке цилиндрических поверхностей?
3. Какой из способов закрепления позволяет обработать заготовку более точно?
4. Какие режимы резания устанавливают при обработке цилиндрической поверхности и в какой последовательности?
5. Что понимается под ценой деления лимба?
6. Какими видами резцов обрабатывают цилиндрическую поверхность?
7. Каким инструментом контролируют диаметры и длины ступеней валов?
8. Какие требования предъявляются к торцевой поверхности?
9. Какие резцы используются для подрезания торцевой поверхности?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

4.1. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

На токарных станках отверстия могут обрабатываться:

- сверлением;
- зенкерованием;
- растачиванием;
- развертыванием.

Цилиндрические отверстия бывают гладкие, ступенчатые, с канавкой, также отверстия могут быть сквозными или глухими.

В табл. 4.1 указана точность обработки и шероховатость поверхности, получаемые при обработке отверстий различными способами.

Таблица 4.1. Точность и шероховатость поверхности, получаемые при обработке отверстий различными способами

Вид обработки	Шероховатость поверхности Ra , мкм	Точность обработки, квалитеты
Сверление	12,5 ... 25	До 12
Рассверливание	12,5	10; 11
Зенкерование	6,3	8; 9
Растачивание	3,2	8; 9
Развертывание	До 1,6	7; 8

4.2. СВЕРЛЕНИЕ И РАССВЕРЛИВАНИЕ

Сверление — основной технологический способ образования отверстий в сплошном материале обрабатываемой заготовки.

Для получения более точных отверстий и для уменьшения уведа сверла от оси детали используют **рассверливание**, т.е. сверление отверстий в несколько приемов.

Наиболее распространенным инструментом при сверлении является *спиральное сверло* (рис. 4.1). Сверло состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. Торец рабочей части, на котором расположены две режущие кромки, называется *режущей частью*. Угол между режущими кромками (угол при вершине) — 2ϕ . Этот угол зависит от обрабатываемого материала. Значения угла 2ϕ указаны в табл. 4.2.

На рабочей части сверла имеется два *спиральных пера*, связанных перемычкой. По наружной поверхности перьев прошлифованы узкие направляющие *ленточки*. Между перьями расположены две спиральные *канавки*. Одна из стенок канавки образует переднюю поверхность режущей части сверла. По канавкам СОТС подается к режущим кромкам, а стружка выводится из отверстия.

Угол наклона винтовых канавок к оси сверла $\omega = 20 \dots 30^\circ$. Торцы перьев, выходящие на режущую часть, называются *затылками*. На пересечении затылков с перемычкой образуется поперечная кромка, которая расположена под углом $\psi = 55^\circ$ к режущим кромкам.

Хвостовик сверла служит для его закрепления. Хвостовик может иметь коническую или цилиндрическую форму. Конические

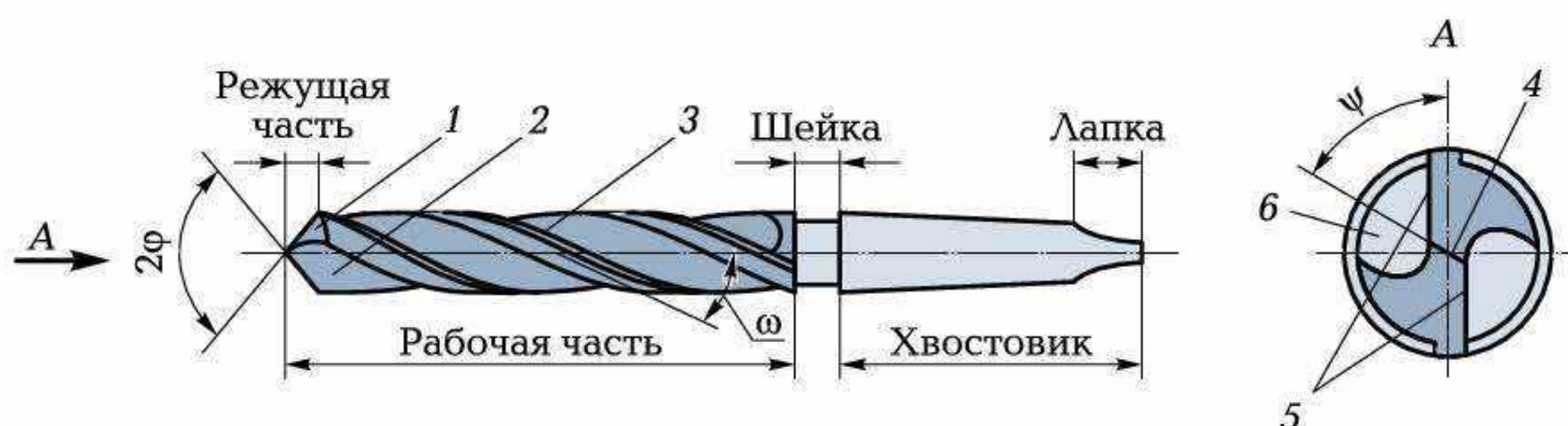


Рис. 4.1. Части и элементы спирального сверла:

1 — задняя поверхность; 2 — передняя поверхность; 3 — ленточка; 4 — перемычка; 5 — режущие кромки; 6 — канавка; 2ϕ — угол при вершине сверла; ψ — угол наклона поперечной режущей кромки; ω — угол наклона винтовой канавки

Таблица 4.2. Значение угла 2φ в зависимости от обрабатываемого материала	
Обрабатываемый материал	Значение угла 2φ , ...°
Углеродистая сталь, серый чугун	116... 118
Высокопрочный чугун, коррозионно-стойкая сталь	135
Легкие сплавы	90
Пластмассы	50
Медь	125

хвостовики выполняются по стандарту (конус Морзе № 1, 2, 3, 4, 5 с углом конуса 1°26′). Если конус хвостовика сверла отличается по размеру (номеру) от конусного отверстия пиноли, то применяют *переходные втулки*.

Сверла с цилиндрическими хвостовиками закрепляют в пиноли или в державке при помощи *сверлильного патрона*. Простейший кулачковый сверлильный патрон показан на рис. 4.2. В корпусе 3 патрона в наклонных пазах расположены три кулачка 1 с наружной резьбой. На резьбу наворачтывается гайка 5, связанная с обоймой 4, которая вращается зубчатым ключом, вставляемым в отверстие корпуса патрона. Гайка 5 вращается вместе с обоймой 4. Воздействуя на резьбу кулачков, она заставляет их перемещаться по наклонным пазам корпуса и при этом сходиться, закрепляя сверло, или расходиться, освобождая его.

Рабочую часть сверла изготавливают из инструментальной стали, а шейку и хвостовик — из конструкционной; обе части соединены сваркой. Мелкие сверла обычно выполняют цельными.

Для сверления отверстий в твердых материалах целесообразно использовать сверла, оснащенные твердым сплавом в виде *впаянной пластинки* или *припаянной спиральной коронки*. Твердосплавные сверла диаметром до 8 мм изготавливают цельными и впаивают в стальные хвостовики.

Высокую стойкость имеют сверла с внутренним подводом СОТС.

Заточка сверл считается выполненной правильно, если обеспечено равенство режущих кромок по длине, равенство углов φ_1 и

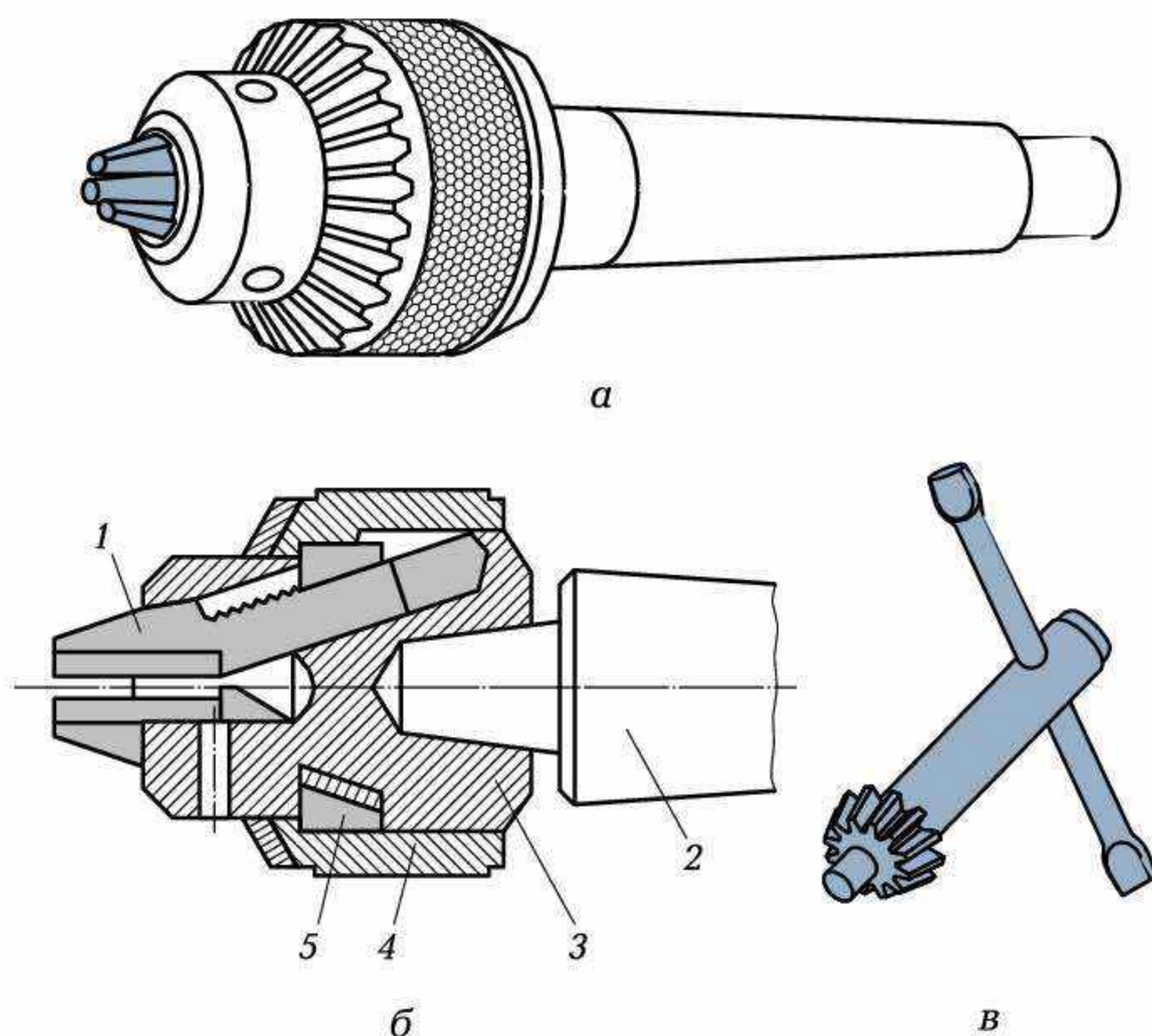


Рис. 4.2. Патрон для закрепления сверл:

а — общий вид; б — разрез: 1 — кулачок; 2 — хвостовик; 3 — корпус; 4 — обойма; 5 — резьбовое кольцо (гайка); в — ключ

φ_2 , составляющих угол 2φ , постоянство углов α и угол наклона поперечной режущей кромки $\psi = 55^\circ$.

Контроль элементов режущей части сверла осуществляется комплексным шаблоном.

Для повышения производительности труда и уменьшения сопротивления резания у сверл диаметром более 12 мм подтачивают перемычку, у сверл большого диаметра производят двойную заточку задней поверхности.

4.3. ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРЛЕНИЯ

Перед началом работы проверяют совпадение вершин центров и биение сверла относительно оси вращения. Перед тем как будет производиться сверление, необходимо обработать торцевую поверхность, чтобы торец был перпендикулярен оси.

Главным движением при сверлении является вращение заготовки.

Движение подачи — поступательное перемещение сверла, которое осуществляется вручную вращением маховика задней бабки.

Отверстия большого диаметра (30 мм и более) обрабатывают последовательно двумя сверлами.

Сверла с коническими хвостовиками устанавливают непосредственно в конусное отверстие пиноли задней бабки.

Для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (диаметром до 16 мм) применяют сверлильные кулачковые патроны, которые устанавливают в пиноли задней бабки.

Сверление на требуемую глубину нужно производить при минимальном выдвижении пиноли из корпуса задней бабки. Перед началом сверления заготовка приводится во вращение включением вращения шпинделя.

При сверлении отверстия, глубина которого больше его диаметра, сверло периодически выводят из обрабатываемого отверстия для очищения канавок сверла и отверстия в заготовке от накопившейся стружки.

Рассмотрим **режимы резания при сверлении**.

При сверлении *глубина резания* $t_{\text{св}}$, мм, равна половине диаметра сверла $D_{\text{св}}$, при рассверливании глубина резания $t_{\text{рассв}}$, мм, равна полуразности диаметров отверстия после $D_{\text{от}}$ и до $d_{\text{от}}$ обработки:

$$t_{\text{св}} = \frac{D_{\text{св}}}{2}; \quad t_{\text{рассв}} = \frac{D_{\text{от}} - d_{\text{от}}}{2}.$$

Величина подачи (подача) $s_{\text{св}}$, мм/об, при сверлении — это путь сверла, пройденный за один оборот заготовки.

Скорость резания $v_{\text{св}}$, м/мин, определяют по формуле

$$v_{\text{св}} = \frac{\pi D_{\text{св}} n_{\text{св}}}{1000}.$$

Значения подачи и скорости резания принимают по справочнику в зависимости от конкретных условий сверления, затем вычисляют частоту вращения шпинделя $n_{\text{св}}$, мин⁻¹, по формуле

$$n_{\text{св}} = \frac{1000 v_{\text{св}}}{\pi D_{\text{св}}}.$$

Частоту вращения шпинделя уточняют и выбирают ближайшее наименьшее значение, указанное в таблице частот вращения шпинделя.

4.4. ЗЕНКЕРОВАНИЕ

Зенкерование — способ обработки просверленных, штампованных и литых отверстий, а также торцевых поверхностей или углублений под головки винтов.

Зенкеры изготавливают:

- хвостовыми цельными;
- хвостовыми сборными со вставными ножами;
- насадными цельными;
- насадными сборными.

Зенкеры выполняют из быстрорежущей стали или оборудуют пластинами твердого сплава.

Зенкер (рис. 4.3) состоит из рабочей части, шейки, хвостовика и лапки. Рабочая часть зенкера состоит из режущей и калибрующей частей.

Зенкеры имеют три, четыре, иногда шесть режущих зубьев. Этим достигается лучшее по сравнению со сверлами направление в обрабатываемом отверстии, что повышает точность и уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

Зенкеры из быстрорежущей стали изготавливают хвостовыми цельными диаметрами 10...40 мм, хвостовыми сборными со вставными ножами диаметром 32...80 мм, насадными сборными диаметром 40...120 мм.

Зенкеры, оснащенные твердосплавными пластинами, могут быть составными и сборными.

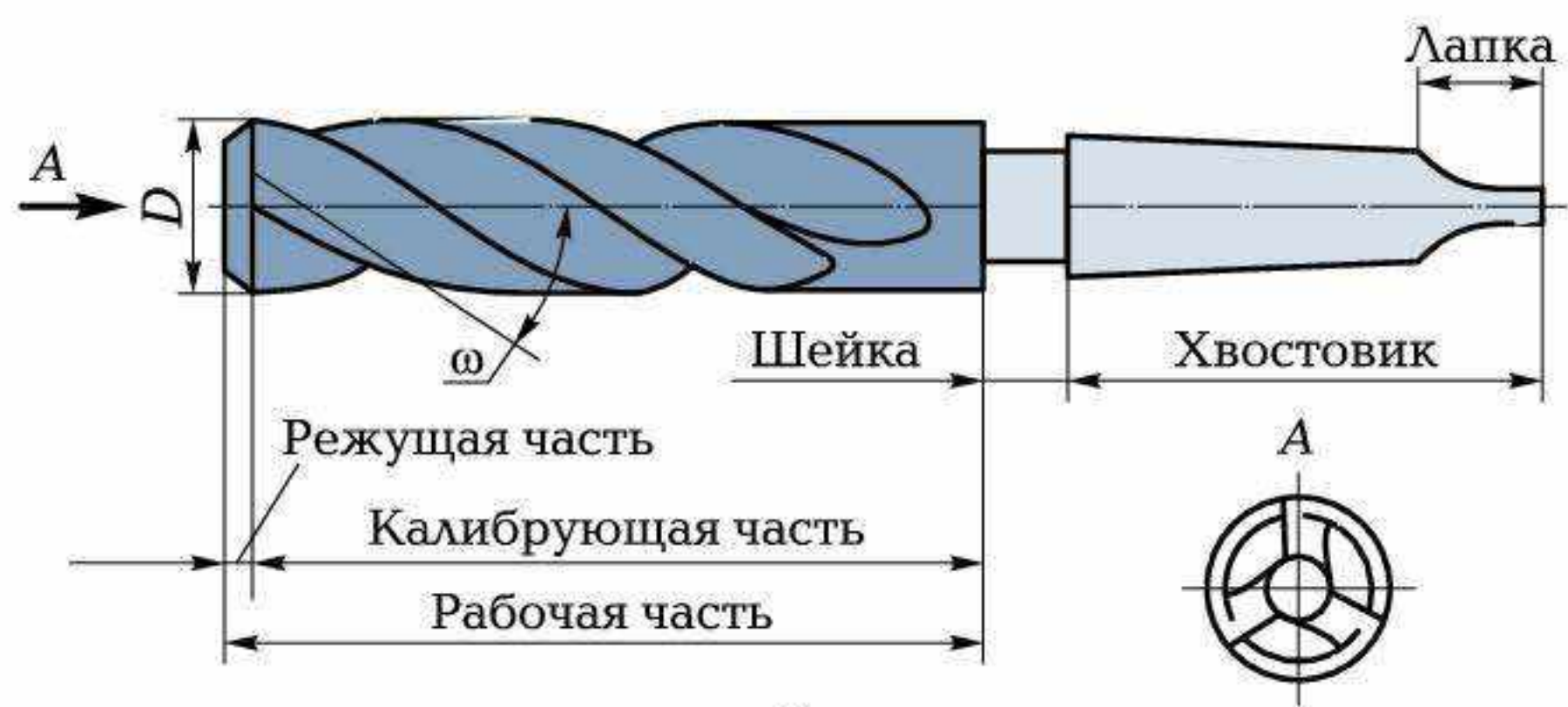
Составные хвостовые зенкеры изготавливают диаметром 14...50 мм, насадные — 32...80 мм, насадные сборные — 40...120 мм.

Угол наклона винтовой канавки для зенкеров общего назначения $\omega = 10...30^\circ$.

Для твердых металлов берутся меньшие значения, а для мягких — бóльшие. Для чугуна угол $\omega = 0$.

Рис. 4.3. Зенкеры:

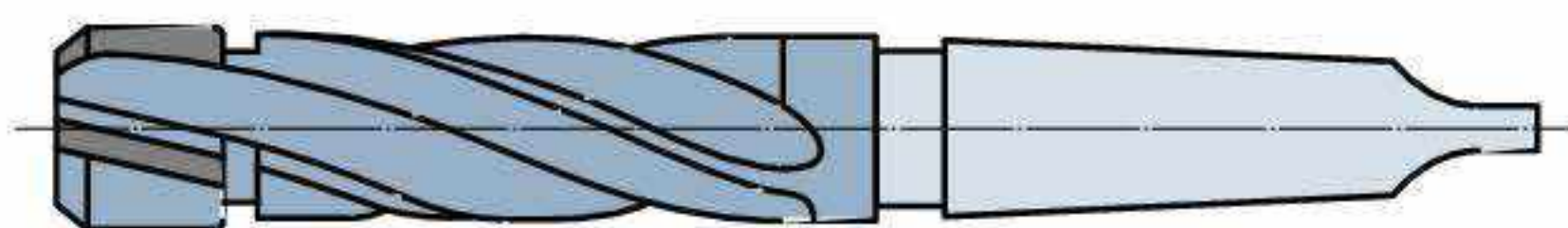
а — части зенкера; *б* — четырехперый цельный быстрорежущий; *в* — твердосплавный; *г* — насадной быстрорежущий; *д* — насадной твердосплавный; *е* — насадной со вставными ножами; *D* — диаметр зенкера; ω — угол наклона винтовой канавки; φ — угол в плане



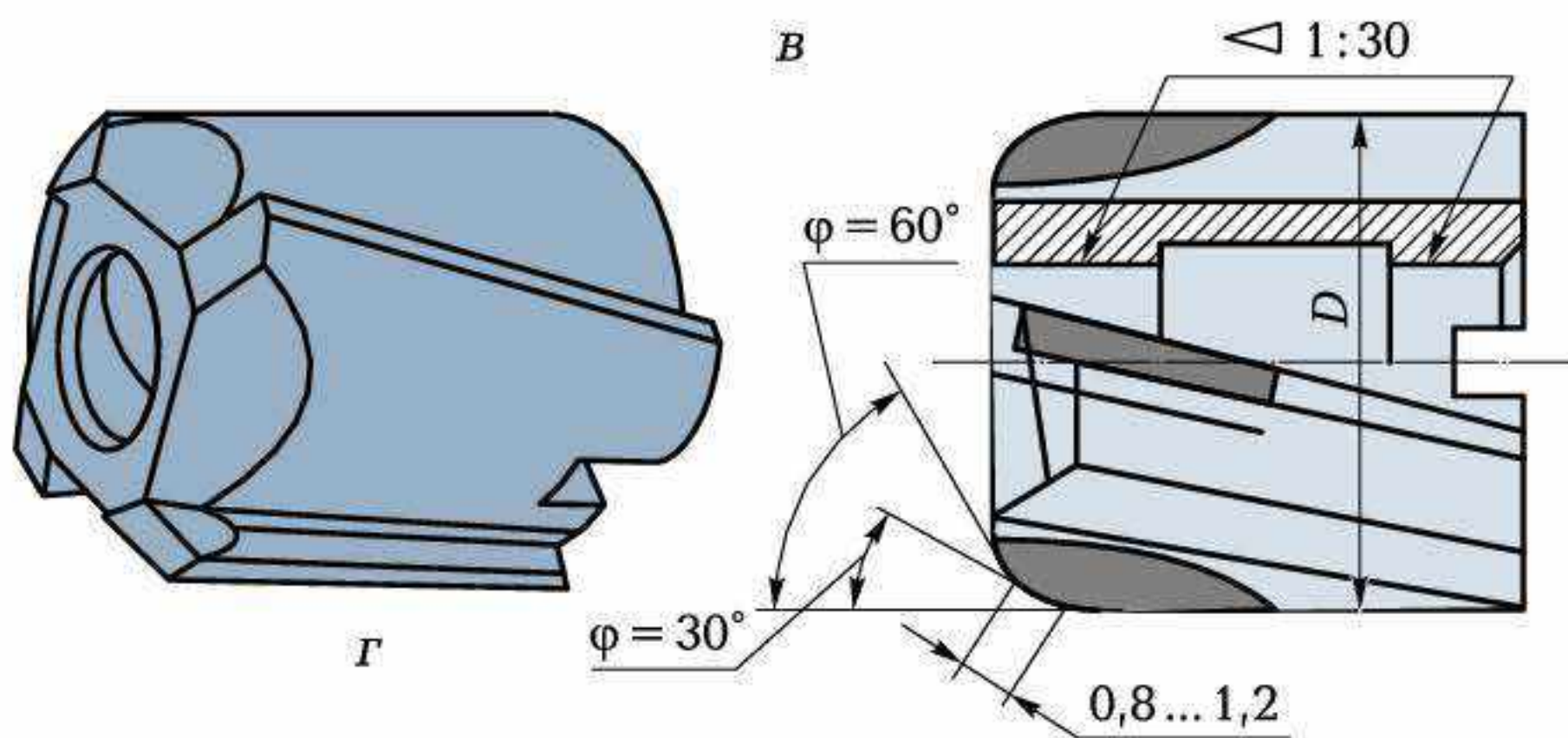
a



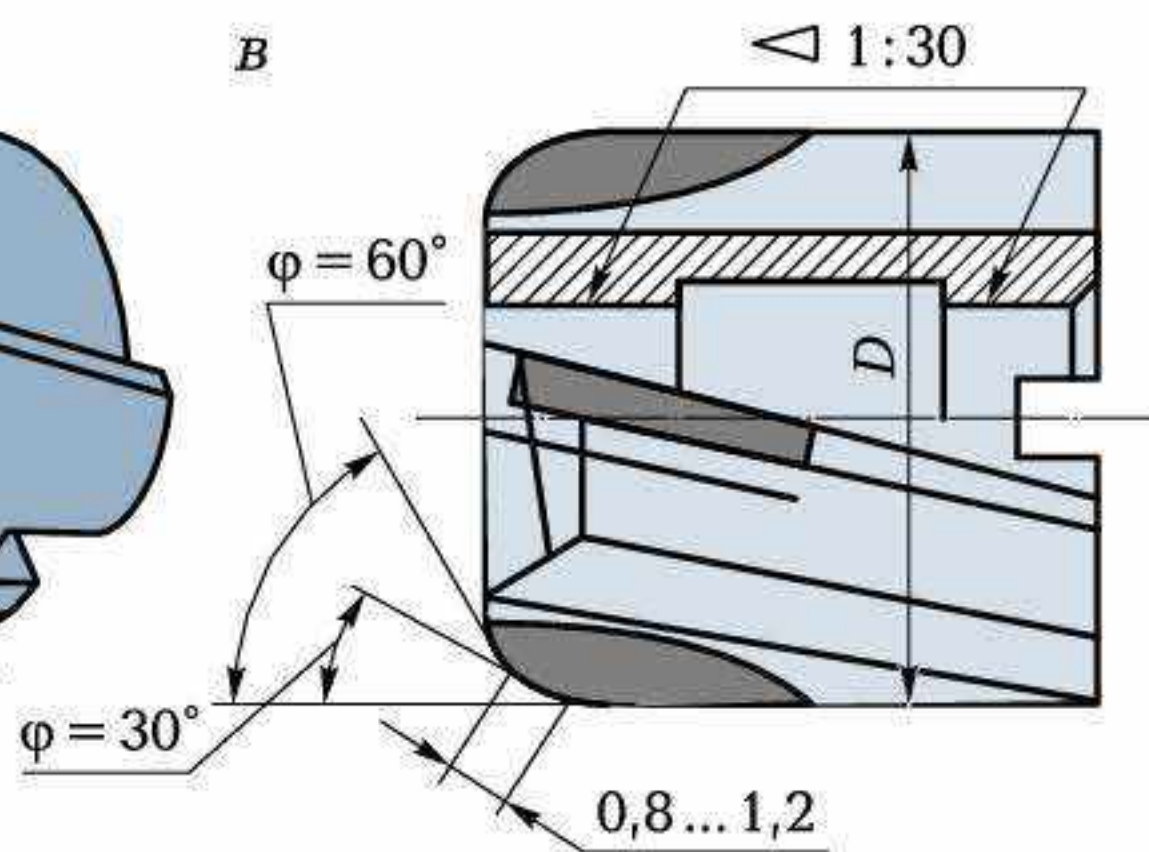
б



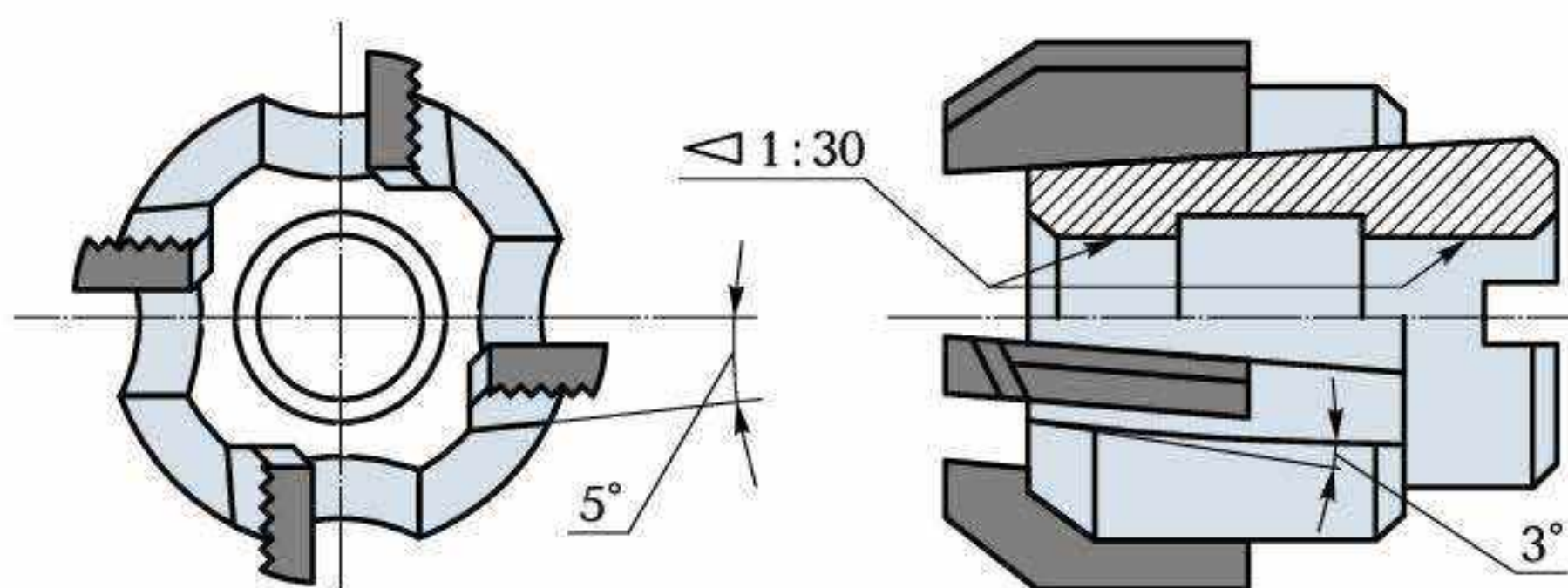
в



г



д



е

4.5. ТЕХНОЛОГИЯ ЗЕНКЕРОВАНИЯ

Зенкеры устанавливают хвостовиками в пиноль задней бабки, предварительно проверив совпадение осей шпинделя и задней бабки. *Главным движением* является вращение заготовки, *движением подачи* — поступательное перемещение зенкера.

Припуск на зенкерование составляет 0,5...2 мм на сторону.

Рассмотрим **режимы резания при зенкеровании**.

Глубину резания t_z , мм, определяют по формуле

$$t_z = \frac{D_{от} - d_{от}}{2},$$

где $D_{от}$ — окончательный диаметр отверстия; $d_{от}$ — первоначальный диаметр отверстия.

При зенкеровании *подача* s_z , мм/об, составляет: для зенкеров из быстрорежущей стали $s_z = 0,3 \dots 1,2$ мм/об; для зенкеров, оснащенных твердым сплавом $s_z = 0,4 \dots 1,5$ мм/об. *Скорость резания* соответственно $v_z = 20 \dots 35$ м/мин и $v_z = 60 \dots 200$ м/мин.

Частоту вращения шпинделя n_z , мин⁻¹, определяют по формуле

$$n_z = \frac{1000v_z}{\pi D}.$$

Затем величину частоты вращения шпинделя уточняют.

4.6. РАСТАЧИВАНИЕ

Растачивание применяют при обработке цилиндрических отверстий больших диаметров, отверстий с неравномерным припуском или с непрямолинейной образующей, для исправления положения оси предварительно просверленного отверстия.

При растачивании резец находится в более тяжелых условиях, чем при наружном продольном точении, так как ухудшаются условия для отвода стружки, подвода СОТС и отвода теплоты, поэтому при растачивании снимается меньший слой металла и снижается скорость резания.

Расточные резцы бывают проходные для сквозных отверстий и упорные для глухих отверстий (рис. 4.4).

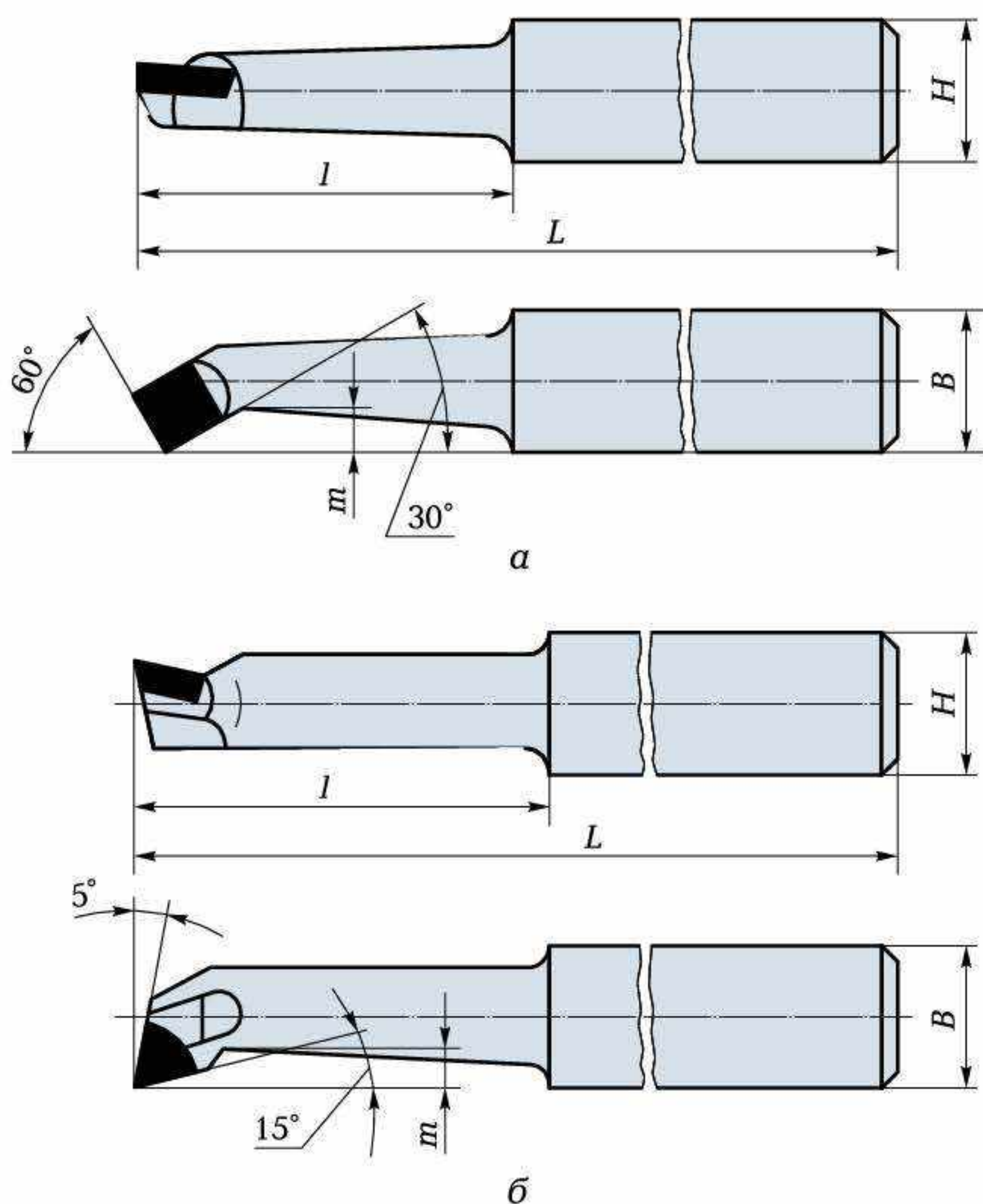


Рис. 4.4. Расточные резцы:

а — для сквозных отверстий; *б* — для глухих отверстий; *l* — вылет вершины резца относительно державки; *L* — длина резца; *H* — высота резца; *B* — ширина резца; *m* — расстояние от режущей кромки до тела резца

Задний угол расточного резца принимается бóльшим, чем у резца для наружного точения ($\alpha = 12 \dots 16^\circ$).

Отверстия диаметром 60...100 мм и более обычно растачивают расточными резцами, которые закрепляют в *расточных державках*.

4.7. ТЕХНОЛОГИЯ РАСТАЧИВАНИЯ

Расточные резцы закрепляют в резцедержателе параллельно оси заготовки. При черновом растачивании отверстий резец ус-

танавливают по центру детали или ниже центра на 1 ... 1,5 мм, что приводит к увеличению переднего угла γ . При чистовом растачивании резец устанавливают по центру детали или выше центра на 0,5 ... 1 мм. Припуски на чистовое растачивание устанавливают в зависимости от диаметра растачиваемого отверстия.

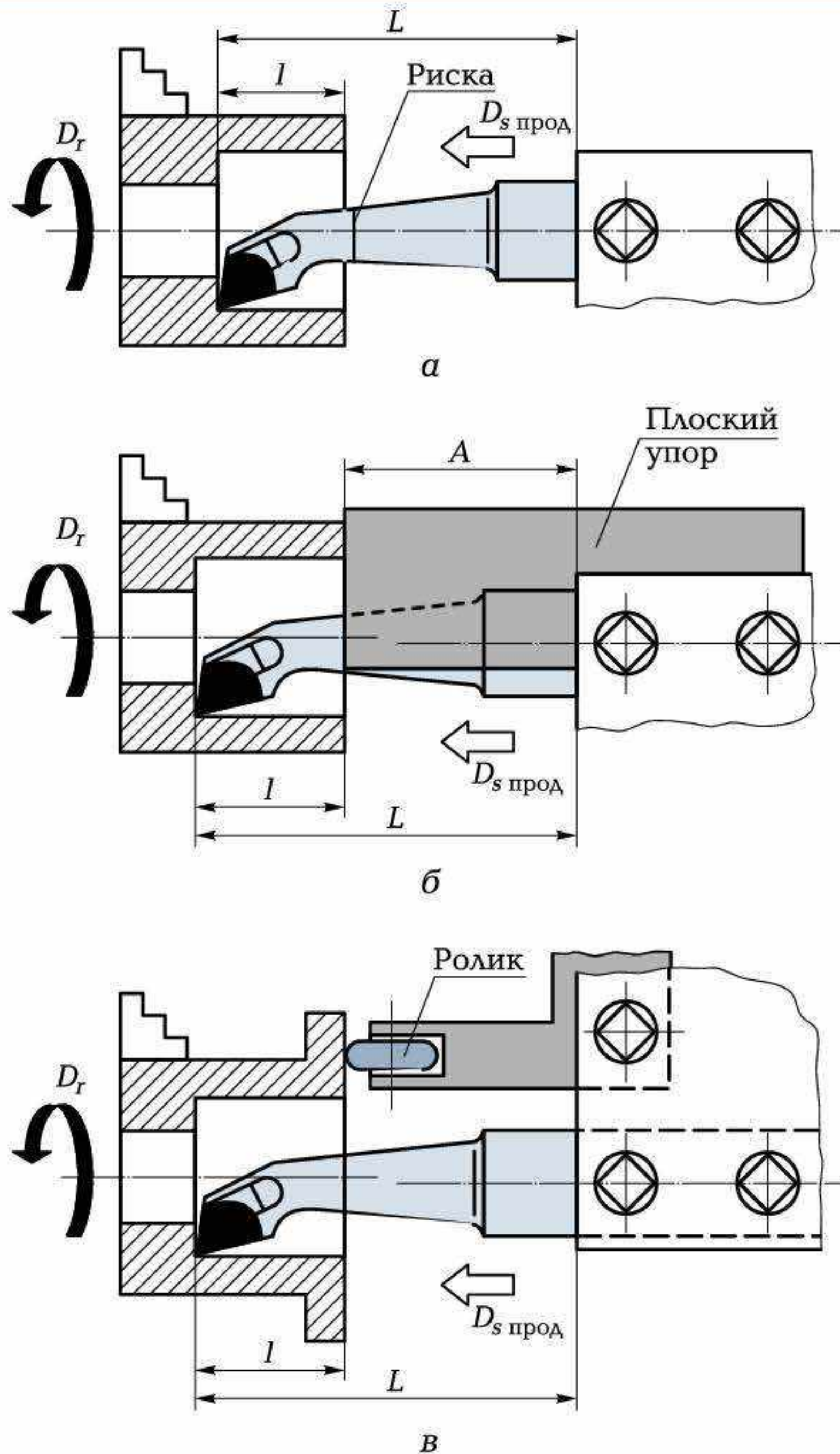


Рис. 4.5. Способы получения требуемой глубины отверстия при помощи: а — риски на резце; б — плоского упора; в — роликового упора; L — вылет резца; l — глубина растачивания; A — вылет плоского упора; D_r — главное движение; $D_{s \text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Для получения заданной глубины растачиваемого отверстия применяют различные приемы: используют лимб продольной подачи, на резце наносят риску (рис. 4.5, а) или закрепляют в резцедержателе металлическую планку (плоский упор), вылет которой равен вылету резца за вычетом глубины отверстия (рис. 4.5, б). Когда планка подойдет к заготовке на расстояние 2...3 мм, автоматическую подачу выключают и суппорт подают вручную до соприкосновения планки с заготовкой: это означает, что растачивание выполнено на заданную глубину. Упором может служить также державка с роликом. Точность диаметра растачиваемого отверстия обеспечивается так же, как и при наружном точении.

Вытачивание канавок в отверстиях осуществляют прорезными расточными резцами при наличии поперечной подачи. Геометрия рабочей части прорезного резца для прямоугольных канавок такая же, как и у прорезных наружных резцов.

Резцы для внутренних канавок бывают цельные и вставные (державочные). Широкую внутреннюю канавку обрабатывают последовательным врезанием на глубину канавки поперечной подачей и зачисткой дна канавки продольной подачей.

Внутренние торцы и уступы подрезают расточным упорным резцом при подаче к центру. Для этого расточный резец должен иметь главный угол в плане ϕ более 90° (например, 95°), тогда при подрезании торца (дна) отверстия фактически главный угол в плане ϕ составит 5° . Точность осевых размеров ступенчатого отверстия при растачивании выдерживают с помощью лимба продольной подачи или упора с ограничителями длины, как при обработке ступенчатых валов.

Рассмотрим **режимы резания** при растачивании.

Глубину резания $t_{\text{раст}}$, мм, при растачивании определяют по той же формуле, что и при зенкеровании.

Величину *подачи* $s_{\text{раст}}$, мм, находят по справочнику.

Скорость резания $v_{\text{раст}}$, м/мин, определяют по таблицам скоростей резания при наружном точении и затем умножают на коэффициент $K = 0,8$, так как условия резания более тяжелые.

Частоту вращения шпинделя $n_{\text{раст}}$, мин⁻¹, определяют по формуле, используя найденную величину скорости резания:

$$n_{\text{раст}} = \frac{1000v_{\text{раст}}}{\pi D_{\text{раст}}}.$$

Затем частоту вращения шпинделя уточняют.

4.8. РАЗВЕРТЫВАНИЕ

Развертывание — окончательная обработка отверстий на токарных станках. Отверстия получаются высокой точности, правильной формы и с малой высотой микронеровностей. Развертки подразделяют на машинные и ручные, цельные и сборные, регулируемые и нерегулируемые. Развертки бывают цилиндрические или конические, с хвостовиками или насадные. Машинные развертки (рис. 4.6) отличаются от ручных более короткой рабочей

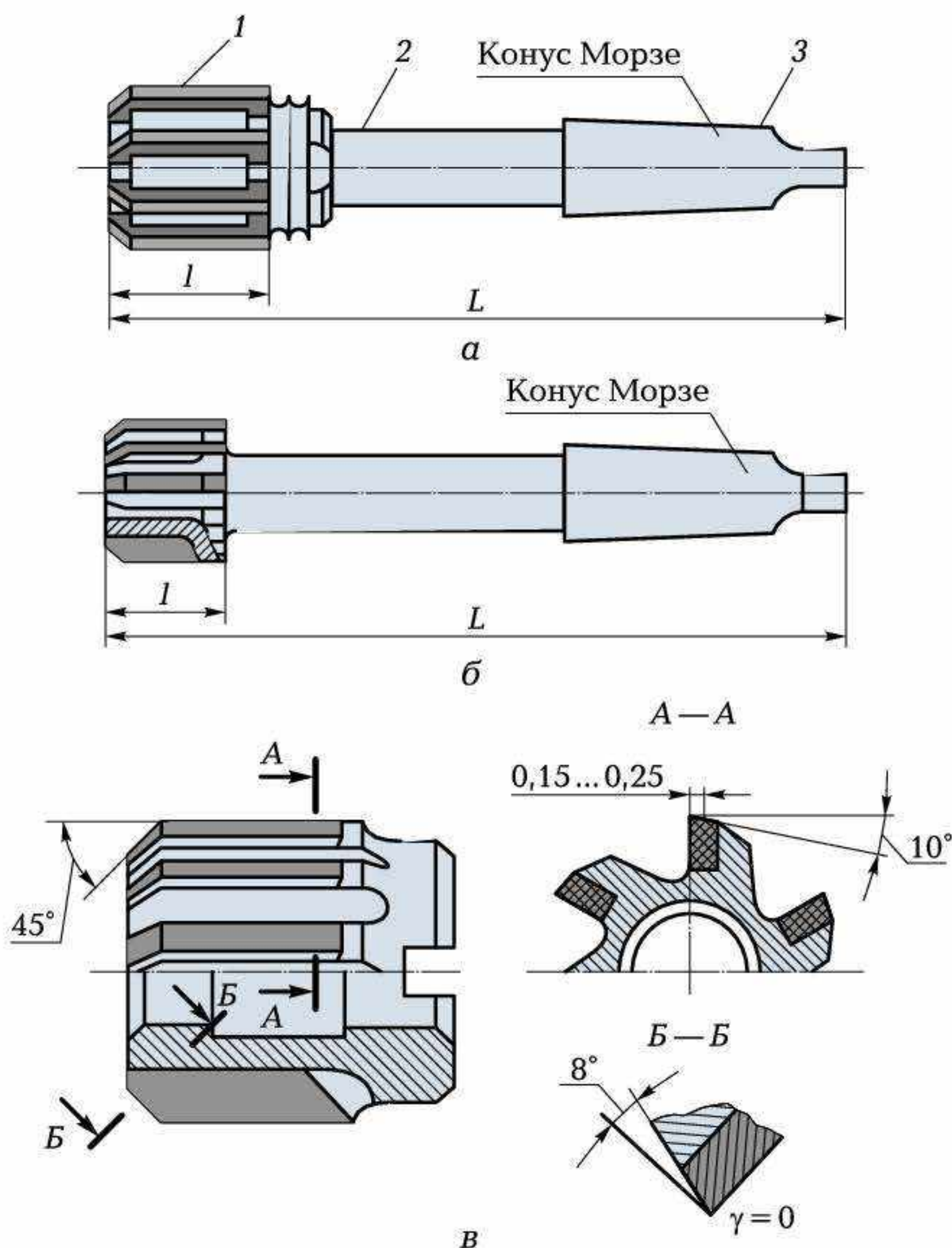


Рис. 4.6. Машинные развертки:

a — хвостовая регулируемая со вставными ножами; b — хвостовая твердосплавная; v — насадная твердосплавная; 1 — рабочая часть; 2 — шейка; 3 — хвостовик; l — длина рабочей части; L — общая длина развертки; γ — передний угол

частью, у машинных разверток хвостовик конической формы, а у ручных — цилиндрической с квадратом под вороток.

Развертка состоит из рабочей части, шейки и хвостовика. На рабочей части развертки различают следующие элементы: *направляющий конус; режущую часть; калибрующую часть*. Зубья на калибрующей части имеют узкие шлифованные ленточки. Диаметр развертки, измеренный по ленточкам противоположащих зубьев, соответствует диаметру обрабатываемого отверстия. Для облегчения вывода развертки из отверстия на калибрующей части по ленточкам шлифуется обратный конус: диаметр уменьшается в сторону хвостовика на 0,04...0,08 мм.

Угловой шаг между зубьями развертки делается неравномерным, что способствует получению отверстия без огранки.

4.9. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕРТЫВАНИЯ

При развертывании особое внимание необходимо уделять тому, чтобы развертка с самого начала не перекашивалась и сохраняла прямолинейное направление в отверстии.

Перед развертыванием отверстие и развертку очищают от грязи и протирают.

Если хвостовик развертки закреплен непосредственно в пиноли задней бабки, то незначительная несоосность хвостовика и рабочей части развертки, перекос пиноли или загрязнение посадочного конуса вызовут неравномерное срезание припуска: отверстие будет иметь бóльший диаметр у торцов и меньший в середине отверстия. Для равномерного срезания припуска рекомендуется применять не жесткое, а шарнирное крепление. При обработке развертками их закрепляют в качающемся патроне (рис. 4.7).

Державка, несущая развертку, связывается с корпусом патрона шарнирно. Благодаря этому развертка может качаться во всех направлениях.

При развертывании стали применяют охлаждение эмульсией или сульфифрезолом, а также растительными маслами; развертывание чугуна, бронзы и латуни производят без охлаждения.

При выборе диаметра развертки следует учитывать, что диаметр отверстия при развертывании в большинстве случаев получается немного больше диаметра развертки (иногда до 0,04 мм), так как поверхность отверстия несколько разбивается.

Рассмотрим **режимы резания при развертывании**.

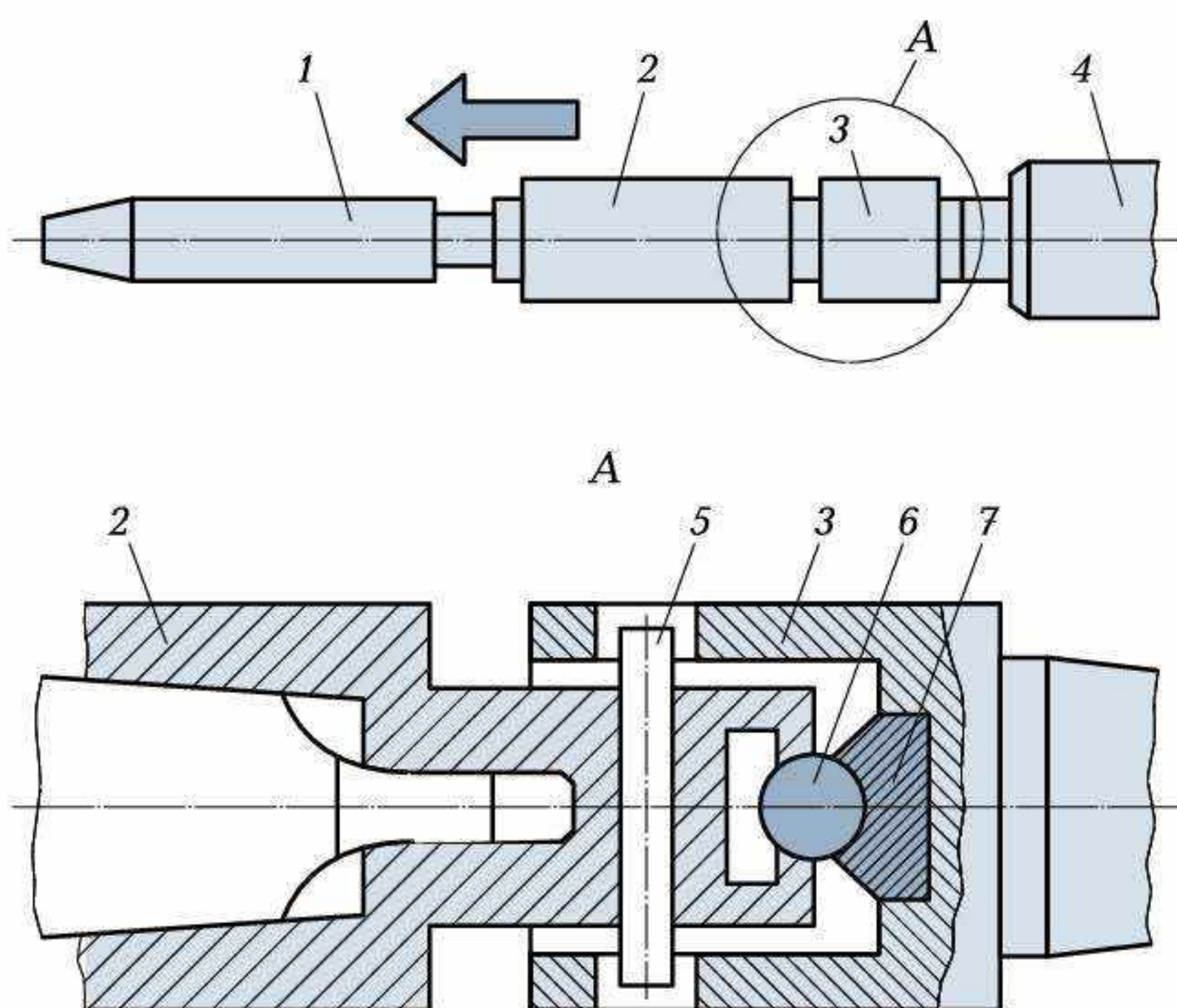


Рис. 4.7. Качающийся патрон:

1 — развертка; 2 — держатель патрона; 3 — корпус; 4 — пиноль;
5 — штифт; 6 — шарик; 7 — подпятник

Глубину резания определяют по той же формуле, что при рас-
сверливании и зенкерования отверстий.

При развертывании подачу производят вручную, путем пере-
мещения пиноли задней бабки. Подача должна быть равномер-
ной. При развертывании стали (диаметр отверстия 10...50 мм)
подача равна 0,5...2 мм/об, для чугуна — в 1,5—2 раза больше.

Скорость резания при развертывании отверстий развертками
из быстрорежущей стали в стальных, чугунных и бронзовых де-
талях невысока — 6...15 м/мин, при развертывании отверстий
развертками, оснащенными пластинками из твердого сплава, ско-
рость резания — 40...50 м/мин.

Более точно элементы режимов резания определяются по
справочнику.

4.10. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОНТРОЛЬ ДЕТАЛЕЙ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

При обработке отверстий могут возникать различные дефекты
(табл. 4.3).

Таблица 4.3. Виды дефектов при обработке отверстий и причины их возникновения

Дефект	Причины возникновения
Отклонение отверстия от оси	Неправильная заточка сверла, неперпендикулярность торцевой поверхности оси заготовки, отсутствие предварительного центрирования
Диаметр отверстия больше требуемого	Неправильная заточка инструмента, биения шпинделя станка, установка инструмента с перекосом по отношению к отверстию и т.д.
Диаметр отверстия меньше требуемого	Износ инструмента
Шероховатость поверхности не соответствует требуемой	Затупившийся инструмент, попадание стружки, завышенная подача, недостаточное охлаждение
Часть поверхности осталась необработанной	Малый припуск или неравномерное распределение припуска
Овальность отверстия	Повышенное давление на режущие кромки, вызванное весом развертки и качающейся оправки
Огранка отверстия	Закрепление тонкостенных заготовок в трехкулачковом патроне
Отклонение в продольном сечении (конусность)	Смещение задней бабки в поперечном направлении и т.д.

При обработке постоянно производится *контроль отверстий*. Выбор инструмента определяется типом производства и точностью, с которой должно быть обработано отверстие.

В единичном и мелкосерийном производстве диаметры отверстий, выполненных с невысокой степенью точности, контролируют *штангенциркулями* ШЦ-I с точностью до 0,1 мм и ШЦ-II с точностью до 0,05 мм.

Отверстия, обработанные с высокими требованиями к точности, контролируют *микрометрическим нутромером*.

Глубокие отверстия большого диаметра контролируют *индикаторным нутромером*.

Диаметр выточки контролируют *штангенциркулем со специальными губками* или *кронциркулем*.

В массовом и крупносерийном производстве отверстия контролируют *калибр-пробками*.

Для контроля отверстий по глубине используют штангенциркуль ШЦ-I с линейкой глубиномера, штангенглубиномер с отсчетом по нониусу 0,05 мм, шаблоны. Для более точного измерения — микрометрический глубиномер с ценой деления 0,01 мм. Ширину выточки в отверстии контролируют штангенциркулем, шаблоном.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие способы обработки отверстий вам известны?
2. От чего зависит выбор способа обработки отверстий?
3. Чему равен угол при вершине сверла, используемого для обработки стальных или чугунных изделий?
4. В каком случае сверло считается заточенным правильно?
5. Чем по конструкции отличается ручная развертка от машинной?
6. Почему угловой шаг между зубьями развертки делается неравномерным?

ТЕХНОЛОГИЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБ

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Резьбовые соединения используются для разъемного соединения деталей. Эксплуатационные требования к резьбам зависят от их назначения.

Резьбы классифицируют по многим признакам:

- *по профилю нарезаемой резьбы:*
 - резьбы треугольного профиля — метрические, дюймовые, трубные;
 - резьбы трапецеидального профиля — упорные, трапецеидальные, модульные, питчевые;
 - резьбы прямоугольного профиля;
 - круглые резьбы;
- *направлению винтовой линии:*
 - правые резьбы — это резьбы, в которых подъем винтовой линии происходит по часовой стрелке;
 - левые резьбы — это резьбы, в которых подъем винтовой линии происходит против часовой стрелки;
- *числу заходов:*
 - однозаходные;
 - многозаходные.

Основным видом крепежной резьбы, применяемым для резьбовых соединений в нашей стране, является *метрическая резьба*. Метрическая резьба имеет треугольный профиль с углом профиля $\varepsilon = 60^\circ$. Вершины выступов этой резьбы срезаны, а дно впадин закруглено. Шаг и диаметр измеряются в миллиметрах.

Метрические резьбы подразделяют на резьбы с крупным и мелким шагом. Резьба с крупным шагом обозначается буквой М (метрическая) и цифрами (диаметр резьбы). Рядом с диаметром указывается степень точности резьбы (например, 4g, 6H). Если резьба левая, то рядом со степенью точности ставят буквы LH.

Резьбы с мелким шагом обозначаются буквой М, цифрами (диаметр резьбы), кроме того, указывается величина шага. Например:

- М18 — 7h6h — правая резьба на болте, метрическая с крупным шагом; номинальный наружный диаметр 18 мм, поле допуска среднего диаметра 7h, поле допуска наружного диаметра 6h, степень точности среднего диаметра 7, степень точности наружного диаметра 6, ряд основных отклонений h;
- М12х1 7Н 6Н LH — левая резьба на гайке, метрическая с мелким шагом, равным 1 мм, номинальный наружный диаметр 12 мм, поле допуска среднего диаметра 7Н, поле допуска наружного диаметра 6Н, степень точности среднего диаметра 7, степень точности наружного диаметра 6, ряд основных отклонений Н.

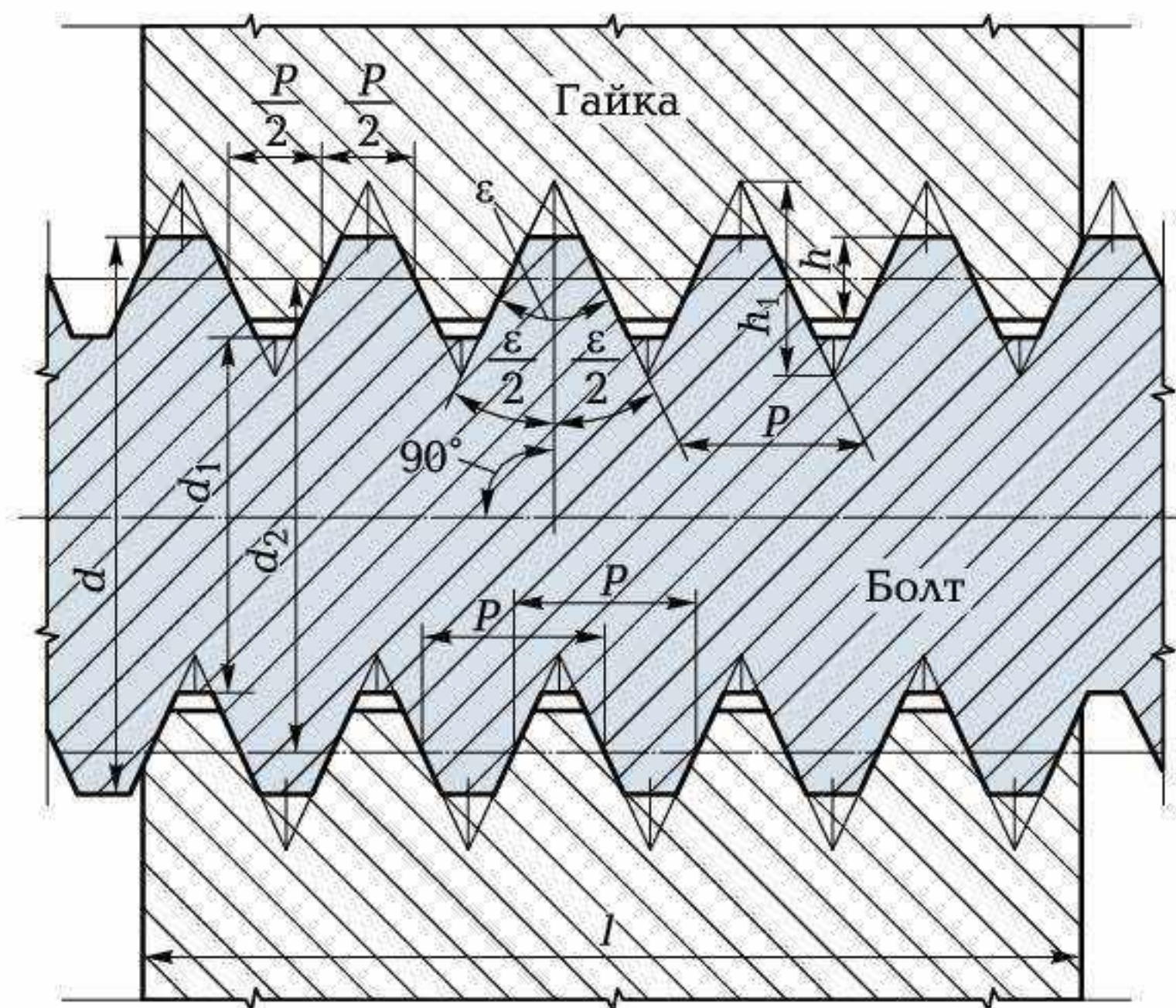


Рис. 5.1. Профиль метрической резьбы:

d — наружный диаметр резьбы; d_1 — внутренний диаметр резьбы; d_2 — средний диаметр резьбы; P — шаг резьбы; h_1 — высота исходного контура; h — рабочая высота профиля; ε — угол профиля; l — длина резьбы

Дюймовая резьба имеет треугольный профиль с углом профиля $\varepsilon = 55^\circ$. Шаг дюймовой резьбы определяется числом витков, имеющих на длине в 1", где 1" — 25,4 мм.

Основные параметры резьбы представлены на рис. 5.1.

Шаг резьбы P — расстояние между соседними одноименными боковыми сторонами профиля в направлении, параллельном оси резьбы. У многозаходной резьбы различают термины «шаг» и «ход».

Ходом H резьбы называется расстояние между ближайшими одноименными сторонами профиля, принадлежащими одной и той же винтовой поверхности в направлении, параллельном оси резьбы.

В однозаходной резьбе $H = P$, а в многозаходной $H = Pz$, где z — число заходов резьбы.

Угол подъема резьбы μ — угол между касательной, проведенной к винтовой линии, и плоскостью, перпендикулярной оси резьбы.

Угол профиля резьбы ε — угол между боковыми сторонами профиля, измеренный в осевом сечении.

Резьба (резьбовая поверхность) образуется одновременным вращательным и поступательным движениями какого-либо профиля относительно оси.

5.2. ИНСТРУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РЕЗЬБЫ

Резьбу нарезают плашками, метчиками, резцами, резбонарезными и накатными головками.

Плашка представляет собой кольцо, изготовленное из инструментальной стали, и имеющее такую же резьбу, для нарезания которой она предназначена. В плашке в зависимости от ее размеров просверлено 3—8 отверстий, пересекающих резьбу. На пересечении поверхности отверстий с поверхностью резьбы образуются режущие гребенки, причем благодаря фаскам гребенки имеют режущие части, которые выполняют работу резания. На цилиндрическом участке резьбы образуется калибрующая часть плашки (5—6 витков), которая калибрует резьбу по размеру и обеспечивает требуемую шероховатость поверхности резьбы (рис. 5.2).

Плашки используются с двух сторон. Для компенсации износа применяют регулируемые плашки с прорезью.

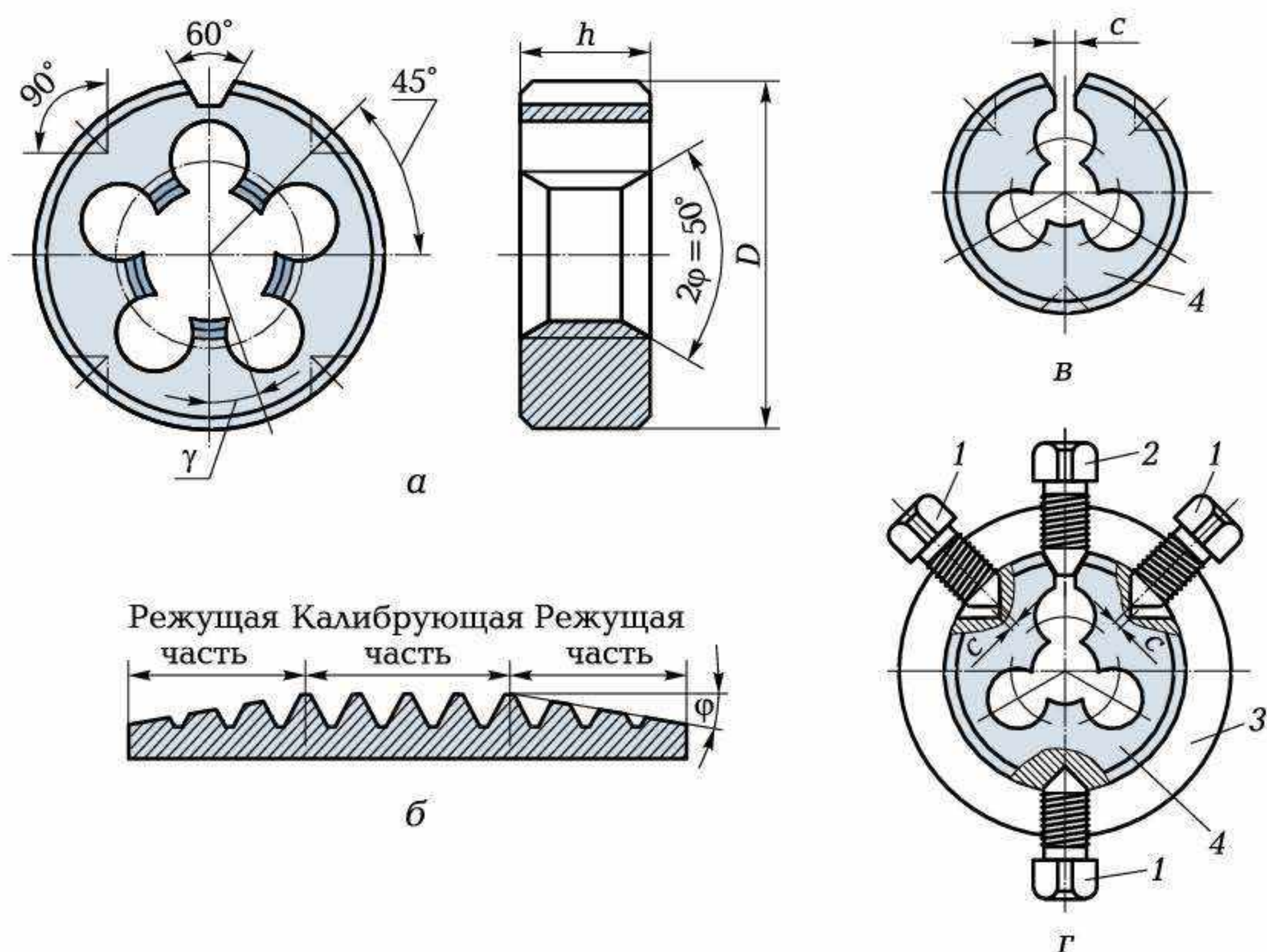


Рис. 5.2. Плашка:

а — вид плашки в плане; б — элементы резьбы плашки; в — разрезная регулируемая плашка; г — закрепление плашки в плашкодержателе; 1 — зажимные винты; 2 — регулирующий винт; 3 — плашкодержатель; 4 — плашка; γ — передний угол; 2ϕ — угол фаски; h — толщина плашки; D — наружный диаметр плашки; c — прорезь регулируемой плашки

Метчик представляет собой винт, имеющий резьбы того же диаметра, шага и угла профиля, что и нарезаемая им резьба. Метчик изготавливается из инструментальной стали и имеет продольные стружечные канавки. На пересечениях канавок с витками резьбы образуются резьбовые гребенки (рис. 5.3).

Работа резания выполняется режущей (заборной) частью метчика, у которой высота режущих зубьев постепенно повышается. Зубья на режущей части метчика затылованы, благодаря чему образуется задний угол α . За режущей частью метчика расположена калибрующая часть, не имеющая затыловки ($\alpha = 0$) и предназначена для направления метчика по резьбе и зачистки профиля резьбы.

По числу перьев различают трехперые и четырехперые метчики. Метчики бывают ручные (слесарные), машинные и гаечные с удлиненным хвостовиком.

Наряду с метчиками с прямыми канавками используют метчики со спиральными канавками, которые обладают повышенной стойкостью. При нарезании метчик ввинчивают в резьбу, после нарезания его вывинчивают.

Резьбонарезные головки используются в целях получения большей производительности труда при обработке резьбовой поверхности и повышения ее точности. По конструкции гребенок различают головки с круглыми и плоскими гребенками.

Резьбонакатные плашки используются для получения резьбы методами пластической деформации.

Резьбы с высокими требованиями к соосности с другими поверхностями и к точности шага выполняют *резьбовыми резцами* (рис. 5.4). Профиль резьбового резца должен соответствовать профилю нарезаемой резьбы, а угол при вершине резца — углу профиля резьбы. В процессе нарезания резьбы резцом возможна некоторая «разбивка» профиля резьбы, поэтому фактический угол профиля резца занижается: для резцов из быстрорежущей стали на $10...20'$, для твердосплавных резцов на $20...30'$.

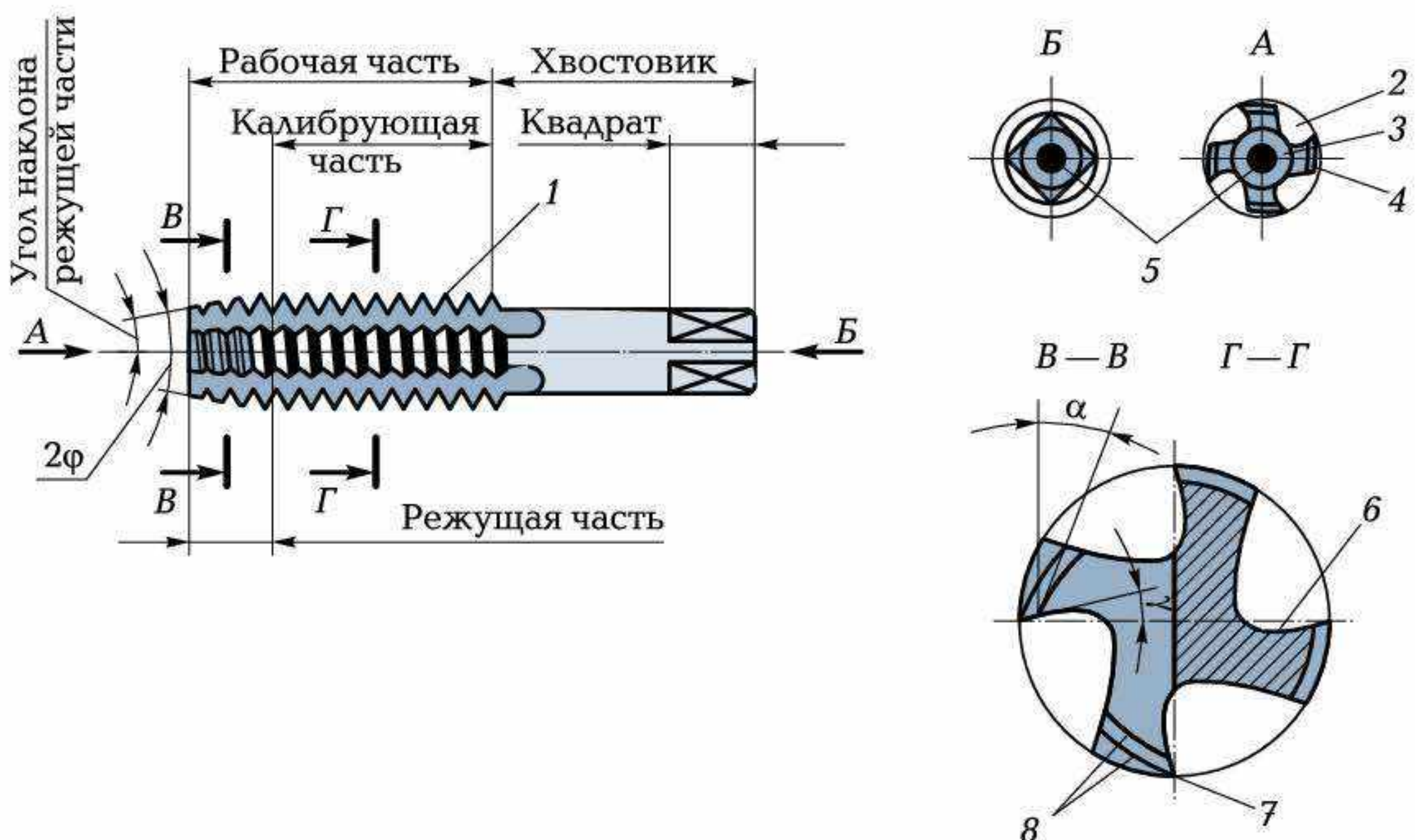


Рис. 5.3. Метчик:

1 — виток; 2 — канавка; 3 — сердцевина; 4 — режущее перо; 5 — центровое отверстие; 6 — передняя поверхность; 7 — режущая кромка; 8 — затылованная поверхность; α — задний угол; γ — передний угол

Передний угол γ для чистовых резьбовых резцов принимается равным 0, для черновых $\gamma = 5 \dots 10^\circ$. Задние углы на боковых кромках α_1 и α_2 принимаются по $3 \dots 5^\circ$, они образуют задний угол под вершиной резца $\alpha = 12 \dots 15^\circ$ (рис. 5.4, а).

Резцы могут быть изготовлены из быстрорежущей стали или оснащены твердым сплавом.

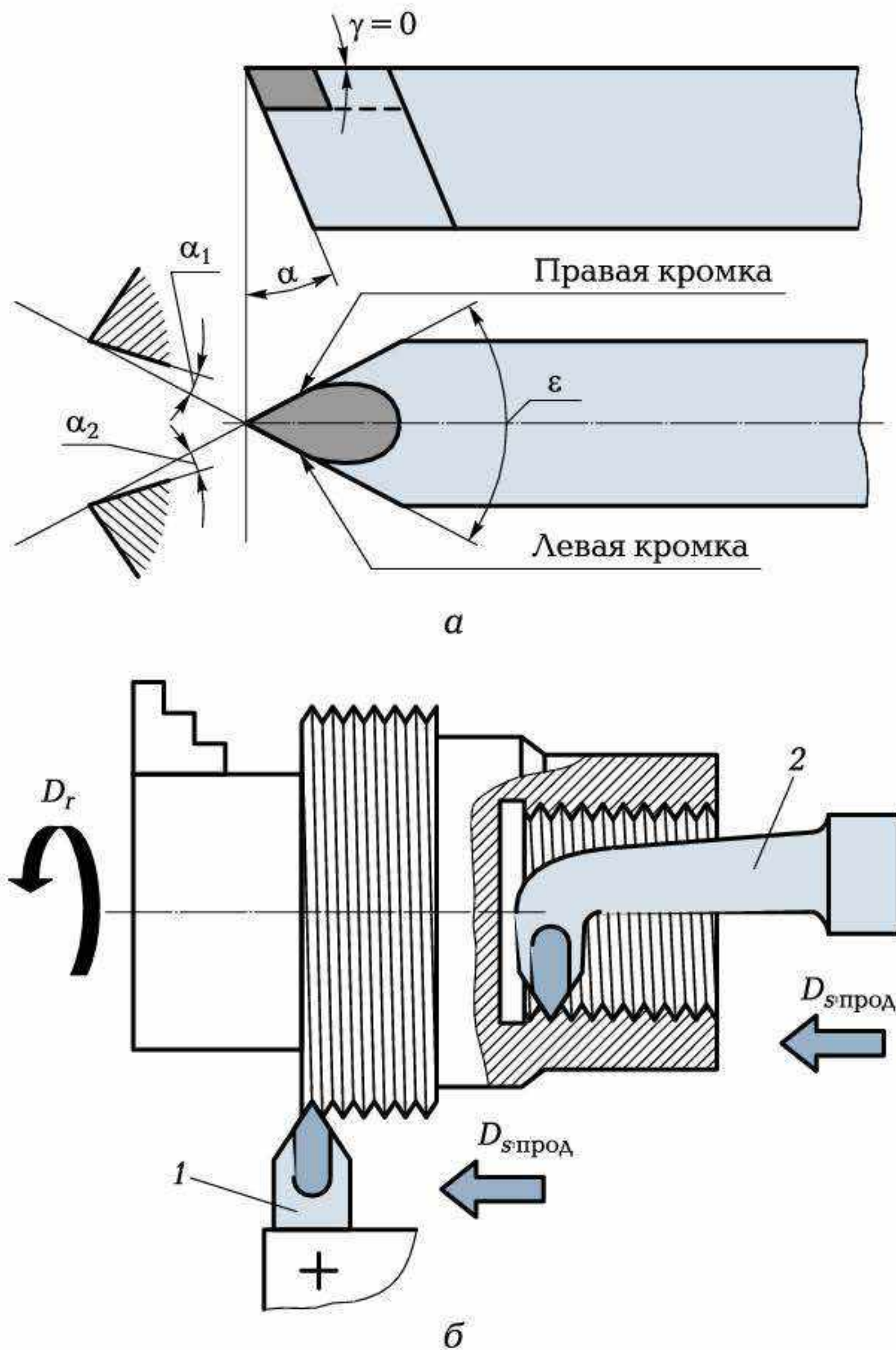


Рис. 5.4. Конструкция резьбового резца и схемы нарезания резьбовых поверхностей:

а — конструкция резьбового резца для нарезания наружной резьбы; б — нарезание наружной и внутренней резьбы; 1 — резец для нарезания наружной резьбы; 2 — резец для нарезания внутренней резьбы; γ , α , α_1 , α_2 , ϵ — углы заточки резца; $D_{с прод}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение

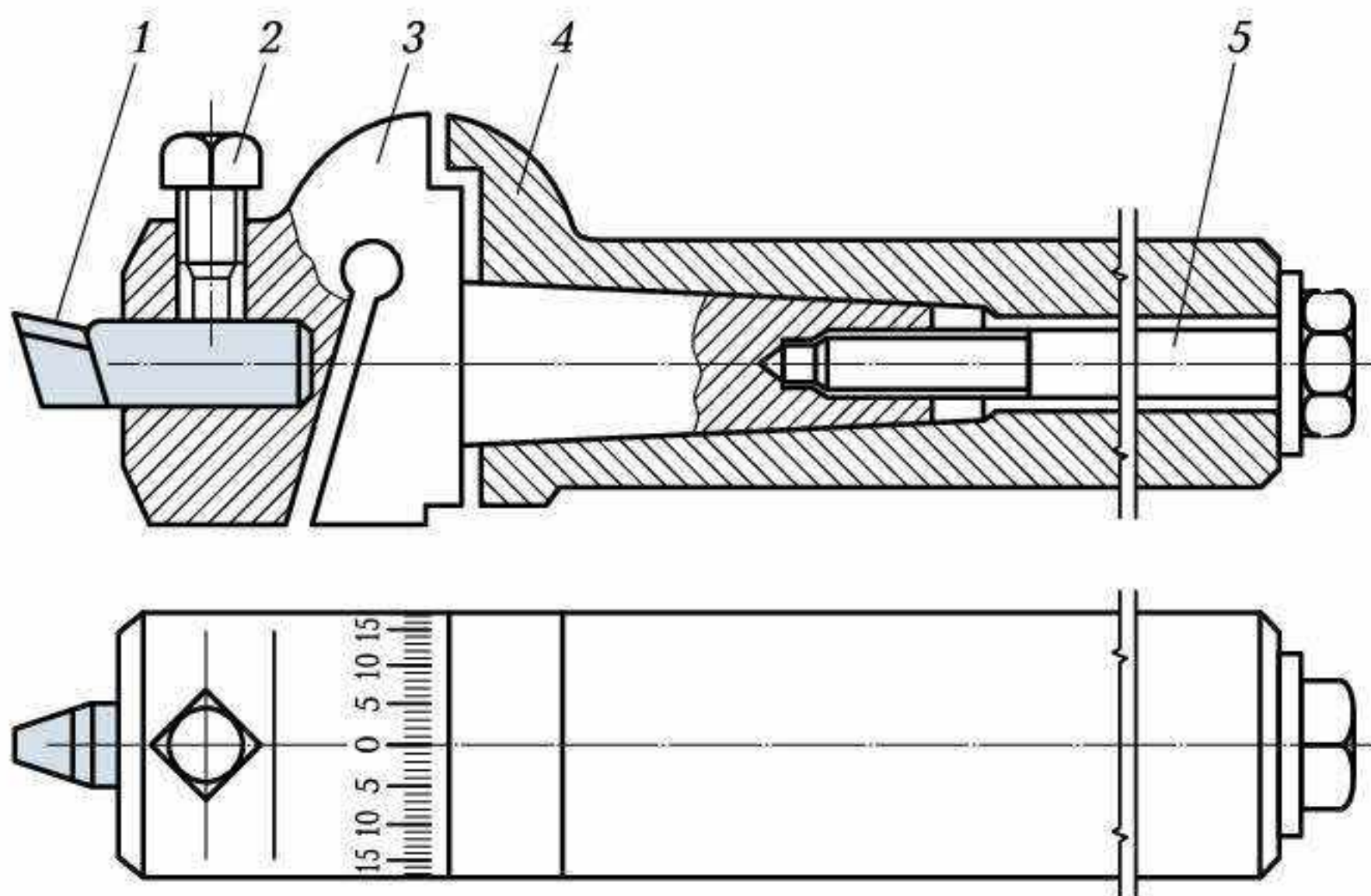


Рис. 5.5. Державка с поворотной головкой и прорезью для резьбового резца:

1 — резец; 2 — винт; 3 — поворотная головка; 4 — корпус; 5 — винт

Резцы, используемые для нарезания резьб с большим шагом, имеют некоторые особенности конструкции, предотвращающие трение задних поверхностей резца о стенки резьбовых канавок. Это достигается различными способами: иногда задний угол, под которым затачивается задняя поверхность с той стороны, куда направлена подача суппорта при нарезании, делают бóльшим, чем угол подъема резьбы μ ($\alpha_{\text{зат}} = \alpha_1 + \mu$), либо резец затачивают с одинаковыми задними углами ($\alpha_1 = \alpha_2$) на правой и левой задних поверхностях и устанавливают с поворотом на угол подъема резьбы μ , который получают при использовании специальной державки.

Резьбовой резец крепится в державку, состоящую из поворотной головки и корпуса. На поворотной головке имеются деления, с помощью которых поворотная часть с резцом устанавливается в требуемое положение (рис. 5.5). В конструкциях державок резцов иногда предусматривается прорезь, для того чтобы резьба нарезалась равномерно на заготовках, имеющих различный припуск или твердость поверхностного слоя.

Для повышения производительности труда при нарезании сквозных резьб используют многолезвийный инструмент — *гребенки*, которыми нарезают резьбу за один рабочий ход, так как они имеют режущую часть, состоящую из резьбовых резцов, и калибрующую часть.

5.3. ТЕХНОЛОГИЯ НАРЕЗАНИЯ КРЕПЕЖНЫХ РЕЗЬБ

Нарезание резьбы плашками. Участок детали, на котором необходимо нарезать резьбу, предварительно обрабатывают по наружному диаметру. Диаметр обработанной поверхности должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы, так как в процессе нарезания металл выдавливается. Необходимый размер стержня рекомендуется определять по справочнику.

Плашка может устанавливаться в ручной или самовыдвижной качающийся *плашкодержатель*, закрепляемый в пиноли задней бабки (рис. 5.6).

При нарезании резьбы плашкой, закрепленной в ручном плашкодержателе, ее подводят к заготовке, подпирая плашкодержатель торцом пиноли задней бабки. Рукоятка плашкодержателя упирается в суппорт. После нарезания двух-трех витков с поджимом дальнейшая подача плашки происходит самозатягиванием.

Плашкодержатель можно поджимать упором, закрепленным в резцедержателе, а рукоятку плашкодержателя упирать в планку, которая также закреплена в резцедержателе. При работе руч-

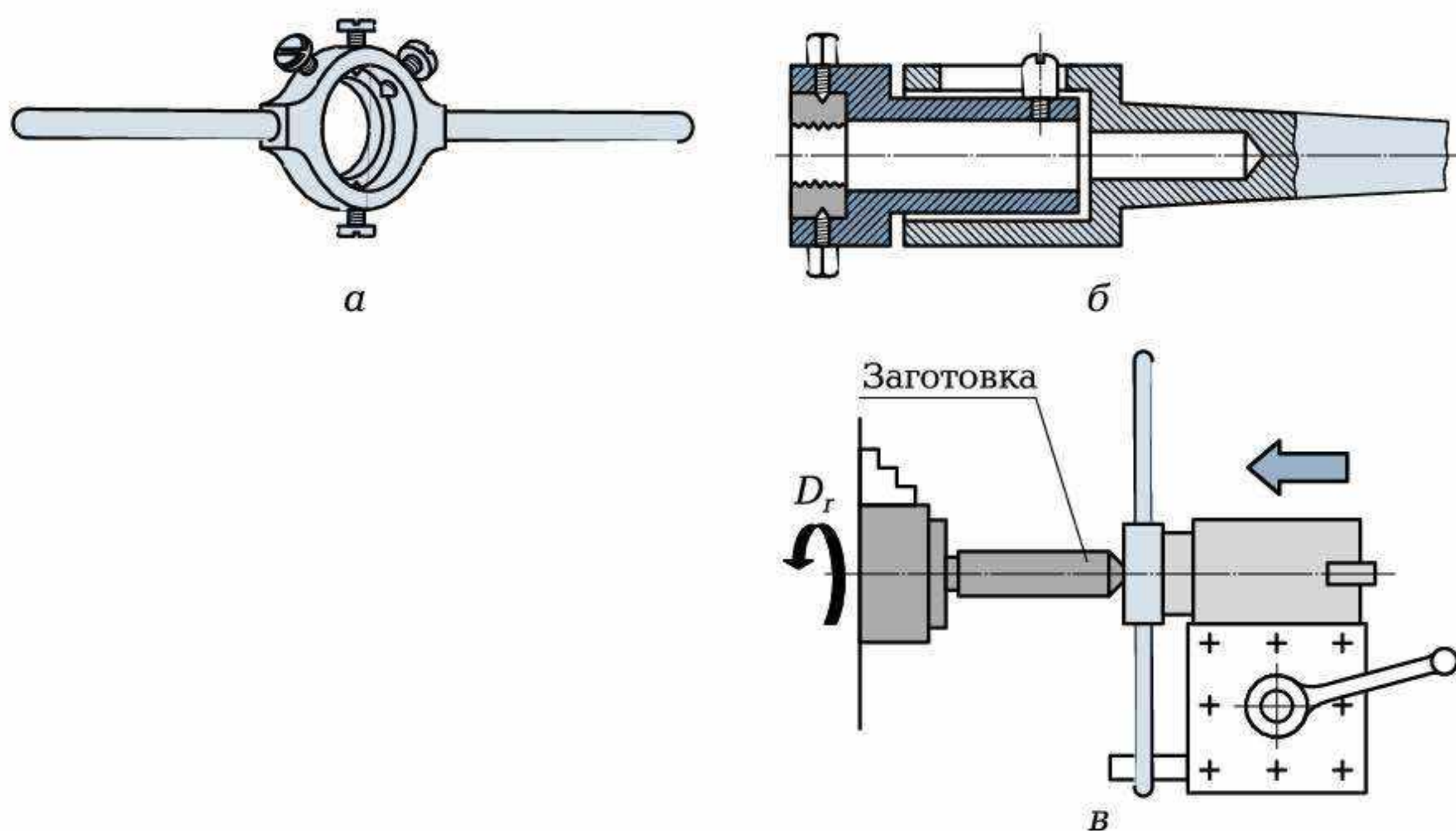


Рис. 5.6. Виды плашкодержателей и нарезание резьбы плашкой:
а — плашкодержатель-вороток; б — качающийся самовыдвижной плашкодержатель; в — плашкодержатель с упорной планкой; D_r — главное движение

ным плашкодержателем следует соблюдать осторожность, чтобы рука не попала между рукояткой плашкодержателя и опорой. Держать плашкодержатель руками после пуска станка не разрешается. Необходимо обратить внимание на то, чтобы боковая поверхность плашки располагалась перпендикулярно оси изделия.

Более совершенным и безопасным методом является нарезание резьбы плашкой, установленной в самовыдвижной качающийся плашкодержатель (см. рис. 5.6).

Скорость резания при нарезании резьбы плашками:

- для стальных заготовок — 3...4 м/мин;
- чугуновых заготовок — 2...3 м/мин;
- латунных заготовок 10...15 м/мин.

При нарезании резьбы плашками следует применять в большом количестве СОТС:

- для стали — эмульсию, минеральное масло, сульфифрезол;
- чугуна — керосин.

Нарезание резьбы метчиками. Метчиками часто нарезают внутренние резьбы диаметром до 50 мм.

Перед нарезанием резьбы необходимо подготовить отверстие. При работе метчик выдавливает некоторый слой металла из впадины резьбы, поэтому диаметр отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы. Так как сталь более подвержена пластической деформации, чем чугун, отверстие под резьбу в стальной заготовке выполняют большего диаметра, чем в чугунной заготовке. Диаметр отверстия под резьбу выбирается по справочнику.

Длина глухих отверстий под резьбу должна быть больше длины нарезаемой резьбы не менее чем на величину заборной части метчика.

Нарезание резьбы метчиками ведется при вращательном движении изделия, установленного в патрон так, чтобы ось нарезаемого отверстия совпадала с осью вращения шпинделя и поступательным движением метчика вдоль оси.

Для нарезания резьбы метчиком пользуются слесарным воротком, который насаживают на квадратный хвостовик метчика. Метчик поджимают центром, установленным в пиноли задней бабки, а рукоятка воротка упирается при этом в суппорт. Такой способ подачи метчика допускается только для нарезания резьб небольшого диаметра (до 8 мм). В других случаях в резцедержа-

тель устанавливают дополнительный держатель с центром и упорную планку: метчик поджимают центром, а вороток упирают в планку. Так как метчик и планка передвигаются вместе, то перекоса не будет, тем самым устраняется опасность возникновения дефектов резьбы и поломки метчика.

Наиболее целесообразно закреплять метчик в *качающемся самовыдвижном метчикодержателе*. Корпус метчикодержателя устанавливают конусным хвостовиком в пиноль задней бабки, а метчик — в квадратное гнездо подвижной части метчикодержателя. При вращающейся заготовке метчик вводится в отверстие и легко подается вращением маховичка задней бабки. Как только в заготовке будет нарезано два-три витка резьбы, дальнейший поджим метчика не требуется, так как он будет сам ввинчиваться в резьбу, а метчикодержатель, следуя за метчиком, будет выдвигаться из корпуса.

Обычно на токарных станках применяют *машинные метчики*, что позволяет нарезать резьбу за один рабочий ход. Иногда используют комплекты, состоящие из двух или трех метчиков. В комплекте из двух метчиков первый срезает 75 % высоты витка, а второй — остальные 25 %. В комплекте из трех метчиков первый выполняет 60 %, средний — 30 и третий — 10 % всей работы.

Для нарезания резьбы в деталях из коррозионно-стойкой и жаропрочной стали применяются «шахматные» метчики со срезанными через один зубьями.

Скорость резания при нарезании резьбы метчиками:

- для стальных заготовок — 5...12 м/мин;
- чугунных, бронзовых и алюминиевых заготовок — 6...22 м/мин.

Нарезание резьбы производится с охлаждением.

Нарезание резьбы резьбонарезными головками. Резьбонарезные головки устанавливают в пиноли задней бабки. Диаметр стержня выбирается так же, как и при нарезании резьбы плашками.

При нарезании наружной резьбы наиболее часто используют головки с круглыми гребенками. Подачу для врезания гребенок осуществляют маховичком задней бабки. Дальнейшая подача происходит путем самозатягивания.

Скорость резания при работе резьбонарезными головками — 15...20 м/мин.

Накатывание резьбы. При накатывании резьбы происходит пластическое деформирование металла заготовки, в результате

чего образуется резьбовая поверхность. Преимущества накатывания перед нарезанием: волокна металла не перерезаются, а изгибаются и уплотняются, отчего резьба получается прочной и износостойкой. В этом случае экономится металл, так как диаметр заготовки соответствует не наружному, а среднему диаметру резьбы.

Накатывание наружной резьбы на токарных станках осуществляют *накатными регулируемыми плашками* (головками НП-1). Накатные головки закрепляют в специальный держатель, который устанавливают в задней бабке. В момент врезания удерживают головку вручную, а затем упирают рукояткой в упор, зажатый в резцедержателе. Накатывание обеспечивает высокую производительность труда и точность, а также малую шероховатость поверхности витков.

Технология нарезания резьб резцами. Для нарезания резьбовых поверхностей резцами необходимо выполнить целый ряд действий: настроить станок, подобрав и установив сменные зубчатые колеса; установить заготовку и резец; произвести подготовительную обработку изделия; нарезать резьбу.

Настройка станка на нарезание резьбы резцами. На токарных станках резьба нарезается резцом только при его механической подаче с помощью ходового винта. Для этого следует кинематически связать шпиндель и ходовой винт таким образом, чтобы за один оборот заготовки перемещение резца равнялось шагу нарезаемой резьбы P (или ходу H для многозаходной резьбы). Современные токарно-винторезные станки настраивают на нарезание резьбы с любым шагом при помощи постоянных наборов сменных зубчатых колес гитары и определенных сочетаний зацепления шестерен коробок подач.

Требуемый шаг резьбы получают соответствующим переключением зубчатых колес обратимого и множительного механизмов коробки подач. Шаги резьб указаны в таблице, закрепленной на передней бабке. При нарезании нестандартных или особо точных резьб, когда настроить станок на нарезание резьбы с помощью рукояток невозможно, используют схему передачи движения, изображенную на рис. 5.7. За один оборот ходового винта суппорт переместится на шаг винта $P_{х.в.}$. Резьбу заданного шага P на детали получают при условии, что $P = P_{х.в.} n_{х.в.}$, где $n_{х.в.}$ — число оборотов ходового винта за один оборот шпинделя, $n_{х.в.} = u_{общ.}$, где $u_{общ.}$ — общее передаточное отношение кинематической цепи между шпинделем и ходовым винтом. В эту цепь входят звено увеличения шага (ЗУШ), механизм реверсирования (трэнзель),

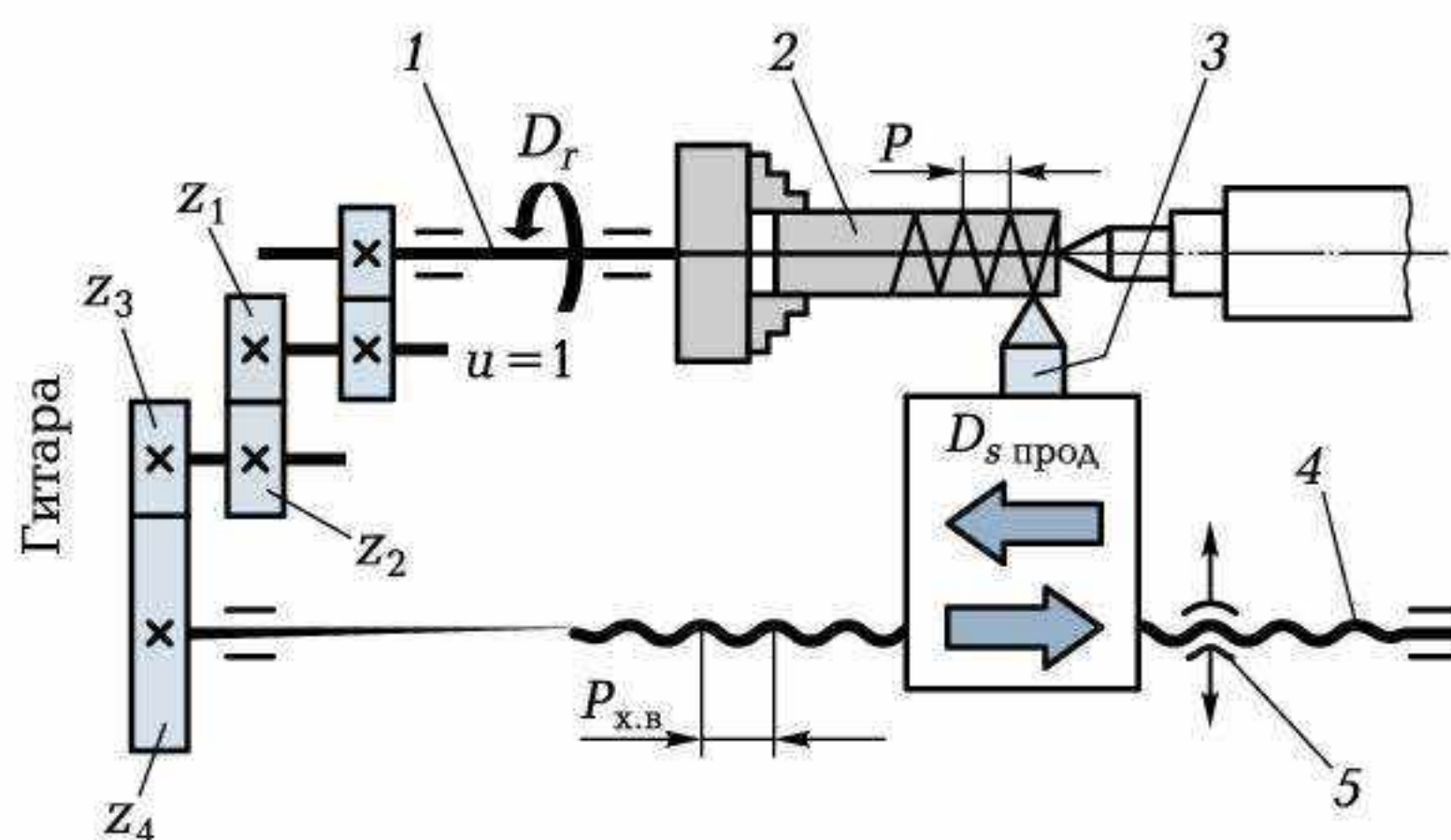


Рис. 5.7. Схема передачи движения от шпинделя к ходовому винту:
 1 — шпиндель; 2 — заготовка; 3 — резец; 4 — ходовой винт; 5 — разъемная гайка; P — шаг резьбы; $P_{х.в.}$ — шаг ходового винта; z_1, z_2, z_3, z_4 — числа зубьев сменных колес; u — передаточное отношение; $D_{с.прод}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение

гитара с набором сменных зубчатых колес и коробка подач при передаточном отношении ЗУШ $u_{з.у.ш} = 1$:

$$u_{общ} = u_{трэнз} u_{гит} u_{кор.под}$$

где $u_{трэнз}$ — передаточное отношение трэнзеля; $u_{гит}$ — передаточное отношение гитары; $u_{кор.под}$ — передаточное отношение коробки подач.

При настройке станка для нарезания резьбы передаточное отношение определяют по формуле

$$u_{общ} = \frac{P}{P_{х.в.}}$$

Если движение передается двумя парами колес, передаточное отношение зубчатых передач определяют по формуле

$$u = \frac{P}{P_{х.в.}} = \frac{z_1 z_3}{z_2 z_4}$$

Определив передаточное отношение по первой из двух формул, можно подобрать числа зубьев сменных зубчатых колес, позволяющих получить данное передаточное отношение.

К станкам прилагаются наборы зубчатых колес с числами зубьев 20; 25; 30; 35; ...; 120 (каждое последующее колесо имеет на 5 зубьев больше, чем предыдущее) и колеса с числом зубьев 127;

36; 48; 52; 57; 64; 73; 86. При подборе зубчатых колес нужно обеспечить соблюдение условий сцепляемости. Для этого числа зубьев колес, составляющих передаточное отношение, должны удовлетворять следующим условиям:

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15; z_3 + z_4 \geq z_2 + 15.$$

Рассмотрим примеры расчетов, необходимых для настройки токарно-винторезного станка, в котором шпиндель и ходовой винт связаны с помощью сменных зубчатых колес в соответствии со схемой, изображенной на рис. 5.7.

Пример 1. На токарном станке с шагом ходового винта $P_{\text{х.в}} = 8$ мм требуется нарезать резьбу с шагом $P = 1$ мм. Необходимо подобрать числа зубьев сменных зубчатых колес, позволяющих нарезать заданную резьбу, если к станку прилагаются зубчатые колеса с числами зубьев 20; 25; 30; ...; 120 и 127.

Решение.

1. Определяем передаточное отношение сменных зубчатых колес:

$$u = \frac{P}{P_{\text{х.в}}} = \frac{1}{8}.$$

2. Подбираем числа зубьев сменных зубчатых колес по передаточному отношению. Для этого и числитель, и знаменатель дроби умножаем на число 20 (наименьшее из возможных):

$$u = \frac{1 \cdot 20}{8 \cdot 20} = \frac{20}{160}.$$

Колесо с числом зубьев 160 отсутствует в наборе, поэтому при помощи одной пары сменных колес данную резьбу нарезать нельзя. Разложим величину передаточного отношения на две дроби и подберем две пары сменных колес:

$$u = \frac{1}{8} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2};$$

$$u = \frac{1 \cdot 25}{4 \cdot 25} \cdot \frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 20} = \frac{25}{100} \cdot \frac{20}{40};$$

$$u = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4},$$

Считаем, что колеса имеют числа зубьев $z_1 = 25$; $z_2 = 100$; $z_3 = 20$; $z_4 = 40$.

3. Проверяем колеса на сцепляемость. Для сцепляемости должны быть выполнены условия

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15;$$

$$z_3 + z_4 \geq z_2 + 15.$$

$25 + 100 > 20 + 15$ — первое условие сцепляемости выполнено;

$20 + 40 < 100 + 15$ — второе условие не выполнено.

Попробуем поменять местами ведущие или ведомые колеса:

$$u = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{100} \frac{25}{40}.$$

Проверяем колеса на сцепляемость:

$20 + 100 > 25 + 15$ — первое условие сцепляемости выполнено;

$25 + 40 < 100 + 15$ — второе условие сцепляемости не выполнено.

Поменяем местами пары сменных колес:

$$u = \frac{z_1}{z_2} \frac{z_3}{z_4} = \frac{20}{40} \frac{25}{100}.$$

Проверяем колеса на сцепляемость:

$20 + 40 > 25 + 15$ — первое условие сцепляемости выполнено;

$25 + 100 > 40 + 15$ — второе условие сцепляемости выполнено.

Условия сцепляемости выполнены.

Ответ. Для настройки токарного станка с шагом ходового винта $P_{х.в} = 8$ мм на нарезание резьбы с шагом $P = 1$ мм нужно установить зубчатые колеса с числами зубьев $z_1 = 20$; $z_2 = 40$; $z_3 = 25$; $z_4 = 100$.

Пример 2. На токарном станке с шагом ходового винта $P_{х.в} = 12$ мм нарезать дюймовую резьбу с шагом 11 ниток на дюйм.

Решение.

1. Определяем шаг резьбы в миллиметрах:

$$P = \frac{25,4}{11}.$$

2. Определяем передаточное отношение сменных колес:

$$u = \frac{P}{P_{x.b}} = \frac{25,4}{11 \cdot 12} = \frac{254}{110 \cdot 12}.$$

3. Подбираем числа зубьев сменных зубчатых колес. Для этого разложим числитель на два сомножителя:

$$u = \frac{P}{P_{x.b}} = \frac{127}{110} \frac{2}{12};$$

$$u = \frac{127}{110} \frac{2 \cdot 10}{12 \cdot 10} = \frac{127}{110} \frac{20}{120}.$$

Считаем, что $z_1 = 127$; $z_2 = 110$; $z_3 = 20$; $z_4 = 120$.

4. Проверяем колеса на сцепляемость:

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15;$$

$$z_3 + z_4 \geq z_2 + 15.$$

$127 + 110 > 20 + 15$ — первое условие сцепляемости выполнено;

$20 + 120 > 110 + 15$ — второе условие сцепляемости выполнено.

Ответ. Для настройки токарного станка с шагом $P_{x.b} = 12$ мм для нарезания дюймовой резьбы с шагом 11 ниток на дюйм нужно установить зубчатые колеса с числами зубьев $z_1 = 127$; $z_2 = 110$; $z_3 = 20$; $z_4 = 120$.

После подбора и установки сменных зубчатых колес производят *установку заготовки и резца*.

Резьбовой резец необходимо установить точно по линии центров так, чтобы средняя линия резца была направлена перпендикулярно к оси обрабатываемой детали. Установка ниже центра приводит к искажению профиля, а установка выше центра — к «затиранию» резца. Для получения правильного профиля резьбы

резец устанавливают по шаблону. Шаблон прикладывают к заготовке (детали) на уровне оси и резец вводят в профильный вырез. Правильное положение режущих кромок резца проверяют на просвет, затем резец закрепляют и убирают шаблон.

Подготовка изделия к нарезанию на нем резьбы резцами заключается в чистовом обтачивании или растачивании того участка, на котором будет нарезана резьба. Диаметр вала под резьбу должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы, а диаметр отверстия — больше внутреннего диаметра резьбы. В конце резьбового участка протачивают канавку для выхода резца. Ширина канавки должна быть не менее шага резьбы (при скоростном нарезании резьбы твердосплавными резцами — 2—3 шага). Глубина канавки должна быть больше глубины резьбы на 0,1 ... 0,2 мм.

Нарезание резьбы производят за несколько рабочих ходов, их число находят по справочнику. В зависимости от шага резьбы и материала режущей части определяют число черновых и чистовых рабочих ходов. При черновой обработке срезают $0,75h$ (где h — высота профиля резьбы), а при чистовой — $0,25h$. После каждого рабочего хода резец выводят из канавки, суппорт возвращают в исходное положение и снова выполняют рабочий ход. Если шаг ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы (резьба «четная»), то резец будет попадать во впадины резьбы при замыкании разъемной гайки в любом положении суппорта. Если резьба «нечетная», т. е. шаг ходового винта не делится на шаг резьбы без остатка, то суппорт возвращают в исходное положение при ускоренном обратном вращении шпинделя без размыкания разъемной гайки. При возвращении суппорта в исходное положение обратным ходом в сопряжении винтовой пары (ходового винта и разъемной гайки) образуется люфт (зазор).

Для устранения люфта между ходовым винтом и разъемной гайкой перед каждым новым рабочим ходом резец отводят на два-три шага за пределы резьбового участка, а затем начинают выполнение нового рабочего хода. Первый и последний витки могут получиться утолщенными, поэтому, чтобы гайка наворачивалась на винт, их подрезают резьбовым резцом.

Резьбы с шагом до 2 мм нарезают поперечным врезанием (рис. 5.8, а), а с шагом более 2 мм — боковым врезанием (рис. 5.8, б). При боковом врезании облегчается процесс резания, так как у резца работает только одна режущая кромка, и повышается качество обработки. При наладке станка на этот способ обработки верхнюю часть суппорта поворачивают на угол, равный полови-

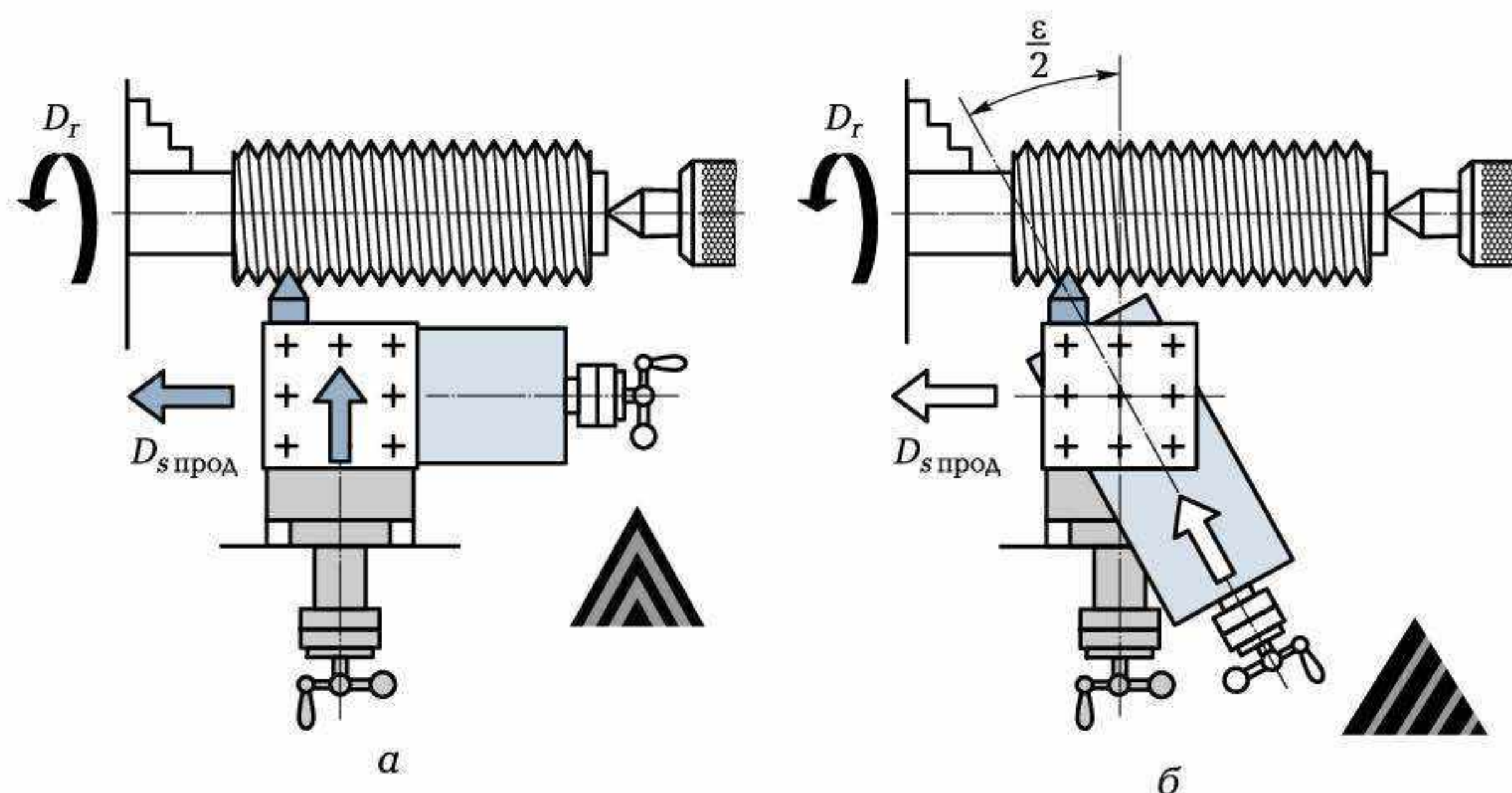


Рис. 5.8. Схемы врезания резьбового резца:

а — поперечное; б — боковое с разворотом верхних салазок суппорта под углом $\epsilon/2$; ϵ — угол профиля резьбы; D_r — главное движение; $D_{s\text{ прод}}$ — движение продольной подачи

не угла профиля нарезаемой резьбы (например, для нарезания метрической резьбы на 30°).

При нарезании левой резьбы врезание резца производится в зарезьбовую канавку и резец двигается слева направо. Направления вращения ходового винта и шпинделя не должны совпадать. Направление вращения ходового винта переключают с помощью механизма трензеля.

Режимы резания. Глубина резания $t_{н.р}$ определяется высотой профиля резьбы h , числом черновых и чистовых рабочих ходов. При черновой обработке глубина резания составляет $0,75h$, а при чистовой обработке — $0,25h$. Глубину резания каждого рабочего хода определяют как отношение толщины срезаемого слоя металла ($0,75h$ и $0,25h$) на число рабочих ходов.

Подача $s_{н.р}$ равняется шагу резьбы, а для многозаходных резьб — ходу резьбы. Скорость резания $v_{н.р}$ при нарезании резьбы на стальных заготовках быстрорежущими резцами — $20 \dots 35$ м/мин; твердосплавными резцами — $100 \dots 150$ м/мин; при обработке чугуна быстрорежущими резцами — $10 \dots 15$ м/мин; твердосплавными резцами — $40 \dots 60$ м/мин.

При нарезании внутренних резьб из-за затрудненных условий обработки скорость резания снижается на $20 \dots 30\%$.

Частота вращения шпинделя $n_{н.р}$, мин^{-1} , определяется по формуле

$$n_{н.р} = \frac{1000v_{н.р}}{\pi D},$$

где D — диаметр резьбы.

Нарезание резьб, используемых для передачи движения. Трапецеидальные, упорные и прямоугольные резьбы с шагом до 3 мм нарезают соответственно заточенными резцами за несколько рабочих ходов, заглубляя резец только при помощи поперечной подачи. Глубина резания не должна превышать 0,1...0,2 мм, так как резец может сломаться и сорвать резьбу. Трапецеидальные резьбы с большим шагом предварительно нарезают прорезным резцом прямоугольного профиля, а затем окончательно — чистовым резцом трапецеидального профиля (рис. 5.9, а).

Трапецеидальные резьбы с шагом более 8 мм целесообразно предварительно нарезать широким прорезным резцом на глубину $0,25h$ (h — высота профиля), затем узким прорезным резцом — на полную глубину профиля и окончательно — чистовым резцом трапецеидального профиля (рис. 5.9, б).

Крупные прямоугольные резьбы нарезают узким прорезным резцом (рис. 5.9, в), затем правую и левую стороны витков раздельно обрабатывают начисто. На рис. 5.9, г показано нарезание прямоугольной резьбы двумя прорезными резцами: черновым и чистовым.

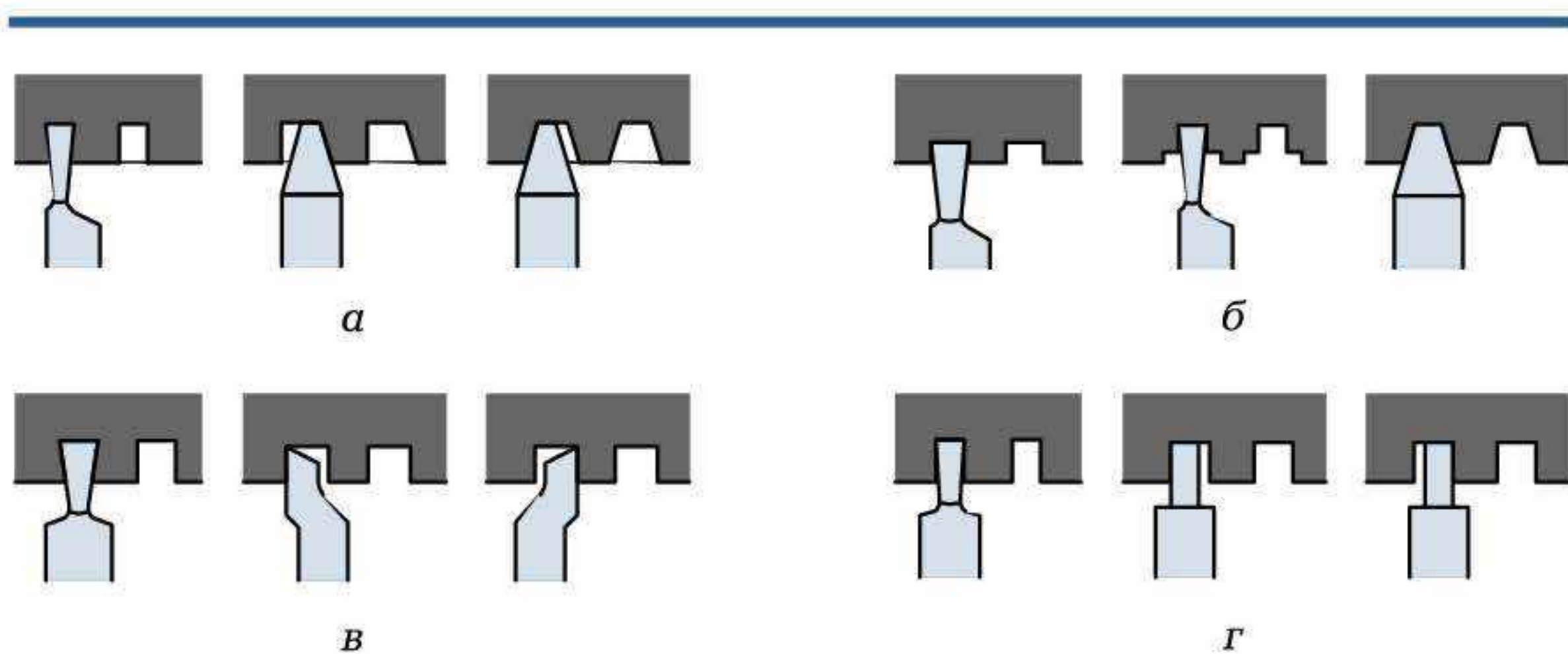


Рис. 5.9. Нарезание резьб, используемых для передачи движения:
а — трапецеидальной резьбы двумя резцами; б — трапецеидальной резьбы тремя резцами; в — прямоугольной резьбы тремя резцами; г — прямоугольной резьбы двумя резцами

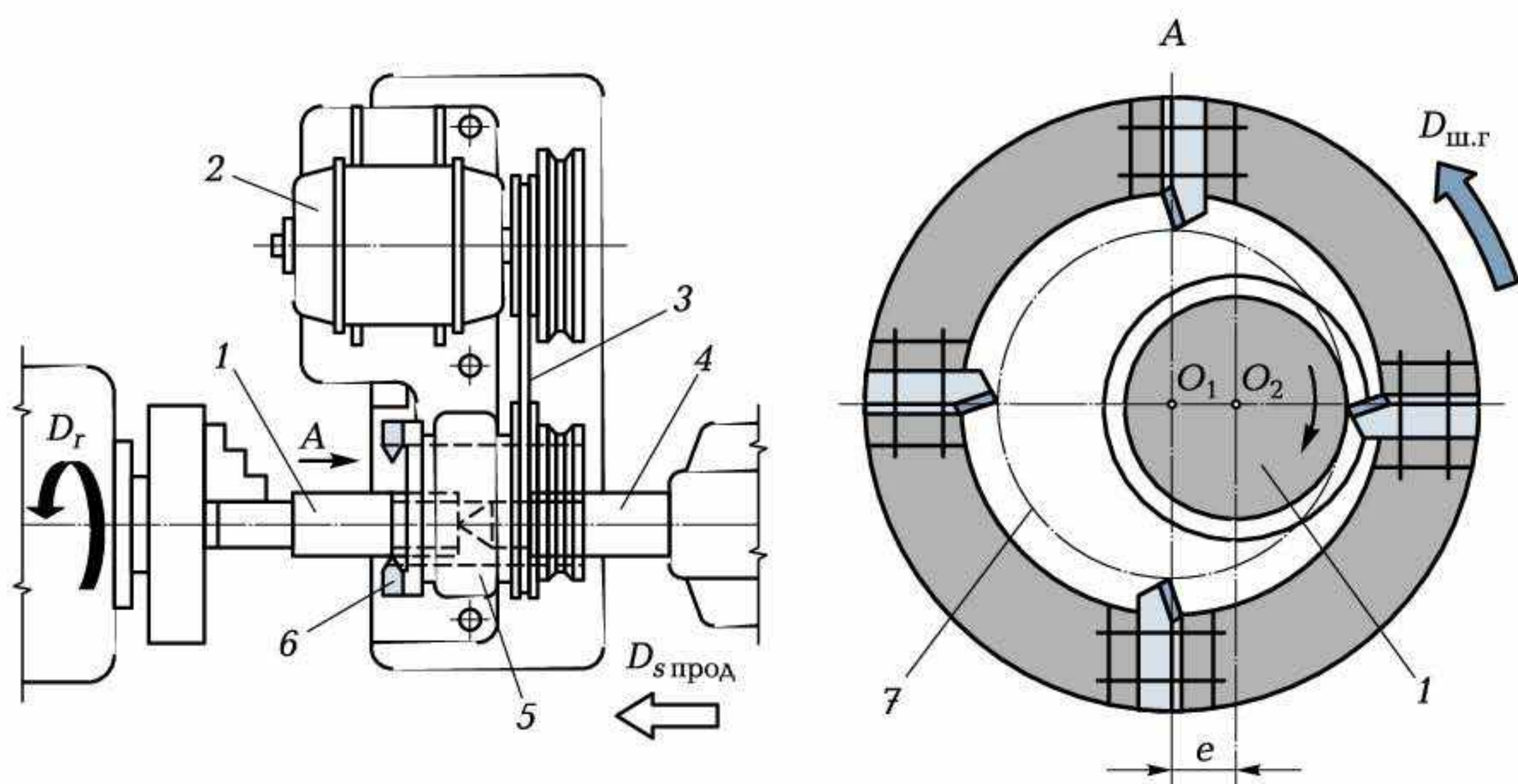


Рис. 5.10. Нарезание резьбы вихревой головкой:

1 — заготовка; 2 — электродвигатель; 3 — клиноременная передача; 4 — пиноль; 5 — шпиндельная головка; 6 — четырехрезцовый резцедержатель; 7 — траектория вершины лезвия; O_1 — ось вращения резбовой головки; O_2 — ось вращения заготовки; e — величина эксцентриситета; D_r — главное движение; $D_{ш.г}$ — вращение шпиндельной головки; $D_{s прод}$ — движение продольной подачи

Внутренние трапецеидальные прямоугольные резьбы нарезают резцами соответствующего профиля — цельными или закрепляемыми в державках.

Способы скоростного нарезания резьбы. В настоящее время одной из основных задач рабочих является повышение производительности труда. При нарезании резьбы это достигается различными способами.

Нарезание резьбы с помощью вихревых головок. Данный способ используют при нарезании длинных резьбовых поверхностей в массовом и серийном производстве. С суппорта снимают верхнюю часть и поворотную плиту. На поперечные салазки устанавливают приспособление, называемое вихревой головкой (рис. 5.10), которое состоит из шпиндельной головки, в нее установлено устройство с четырьмя твердосплавными резцами нужного профиля. Заготовку закрепляют в патроне, пропускают сквозь шпиндельную головку и поджимают задним центром. Ось вращения головки смещена относительно оси заготовки, поэтому резцы касаются заготовки последовательно на коротких участках. Это улучшает теплоотвод и не позволяет резцам перегреваться.

Шпиндельную головку устанавливают под углом, равным углу подъема винтовой канавки. Шпиндельная головка получает высокую частоту вращения — $2\,000\text{ мин}^{-1}$ от электродвигателя, установленного на каретке суппорта через клиноременную передачу, а заготовка — низкую, до 20 мин^{-1} . Одновременно включают подачу станка на шаг резьбы, как при обычном нарезании резьбы резцом. Сочетание этих трех движений обеспечивают высокопроизводительное нарезание резьбы за один рабочий ход на полную глубину резьбовой канавки. При вихревом нарезании резьбы образуется вихрь мелких стружек, поэтому приспособление накрывают щитком.

Нарезание резьбы твердосплавными резцами. Использование резцов, оснащенных пластинами твердого сплава, позволяет значительно повысить скорость резания. При нарезании резьбы обычно рекомендуют производить скоростное нарезание «на выход», так как токарь может не успеть одновременно вывести резец из канавки и включить реверс. Резец вводят в канавку и нарезают резьбу при обратном вращении шпинделя; подача при этом будет для правой наружной резьбы не справа налево, а слева направо, т.е. резец будет иметь выход за пределы заготовки.

Для нарезания правой внутренней резьбы этим способом используют резьбовой резец, отогнутый вправо от стержня. Для автоматического отвода резца в конце рабочего хода при скоростном нарезании резьбы применяют специальные приспособления.

Например, одно из приспособлений было разработано токарем-новатором В.И.Гургалем, который предложил использовать резцовую державку, отбрасываемую под действием пружины вверх в тот момент, когда резец входит в зарезьбовую канавку и прекращается действие усилия резания.

Повысить производительность труда при нарезании резьбы можно путем нарезания резьбовой поверхности за один рабочий ход, используя одновременно три резца, оснащенных твердым сплавом и представляющих собой как бы гребенку: черновой резец с углом профиля 70° — для нарезания метрической резьбы, полуклассовой с углом профиля 65° , чистовой с углом профиля 59° , так как в процессе нарезания бывает разбивка.

Нарезание многозаходной резьбы. Многозаходная резьба (рис. 5.11, б—г) — это резьба в виде двух, трех и более отдельных витков, идущих на равных расстояниях один от другого. Ходом резьбы H называется расстояние, измеренное вдоль оси, между одноименными точками одного и того же витка. Шаг резьбы P — это

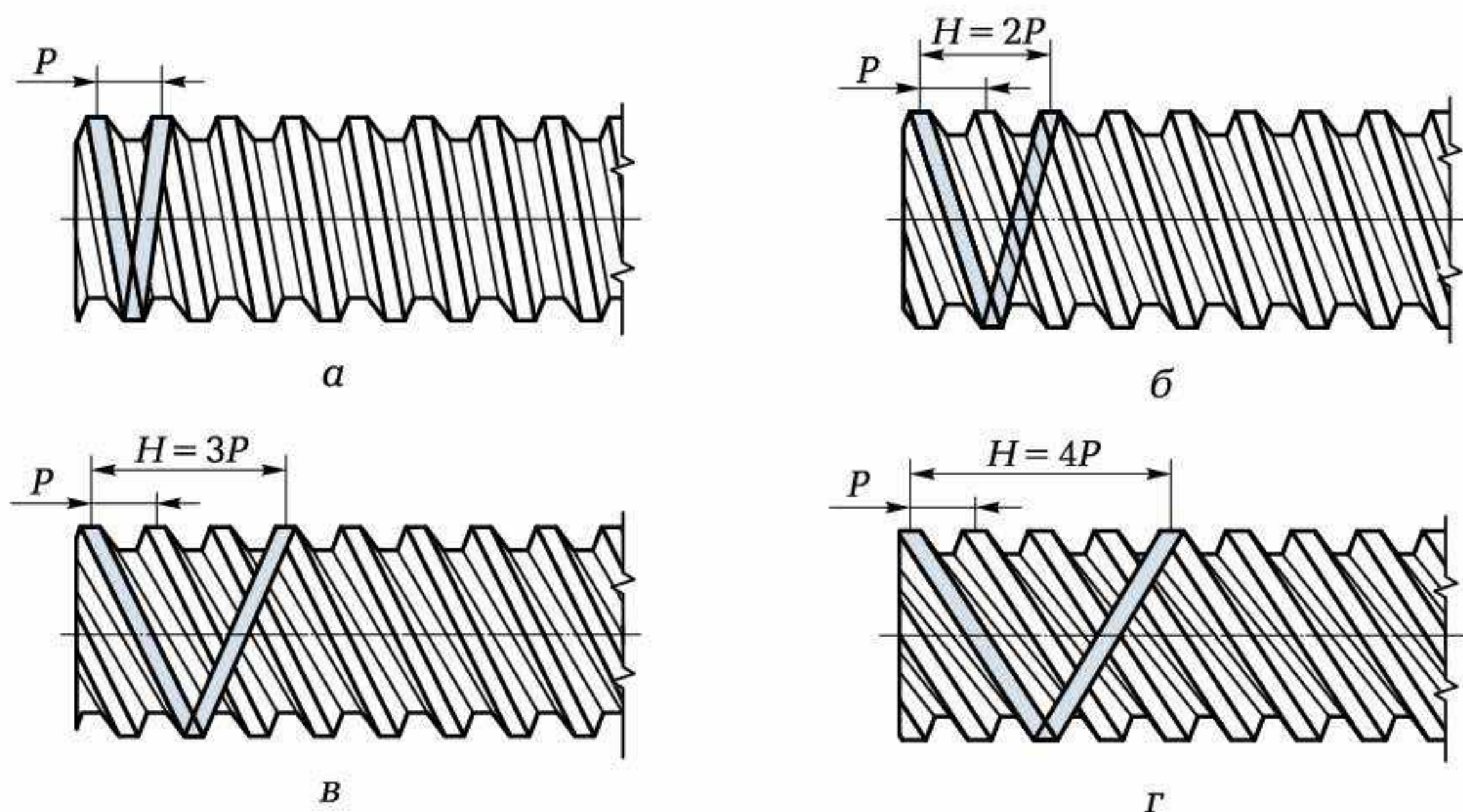


Рис. 5.11. Однозаходная и многозаходные резьбы:

а — однозаходная; б — двухзаходная; в — трехзаходная; г — четырехзаходная; P — шаг резьбы; H — ход резьбы

расстояние между двумя одноименными точками соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы.

У однозаходной резьбы шаг и ход одинаковы, у многозаходной различны. Ход резьбы равен шагу, умноженному на число заходов резьбы ($H = zP$, где z — число заходов резьбы). Существуют различные способы деления заготовки. Самый простой из них — деление по шагу. Нарезание многозаходной резьбы любого профиля начинают так же, как и в случае нарезания однозаходной резьбы с шагом, равным длине хода.

Нарезав первый виток на полный профиль, поперечной подачей отводят резец на себя и, давая ходовому витку обратный ход, возвращают суппорт в начальное положение. Для захода на второй виток перемещают резец в продольном направлении на шаг резьбы, но уже не ходовым винтом, а винтом верхних салазок суппорта. При этом отсчет продольного перемещения резца ведут по лимбу винта верхних салазок.

Деление по числу заходов резьбы можно производить с помощью *поводковой планшайбы* с пазами. Для очередного деления производится перестановка хомутика. Иногда применяют *делительный патрон*. Патрон состоит из двух дисков, соединенных болтами. На одном диске имеется риска, а на втором нанесена шкала в градусах. Нарезав один виток резьбы, поворачивают диск

на нужное число градусов (на 180° для двухзаходной резьбы, на 120° для трехзаходной). Этот способ деления используется для деталей, которые обрабатываются в центрах.

Делить многозаходные резьбы на заходы можно также с помощью *сменных зубчатых колес*.

При делении этим способом необходимо, чтобы число зубьев *первого ведущего сменного колеса* делилось без остатка на число заходов резьбы. Нарезав первый виток резьбы, проводят мелом риски — посередине зуба первого ведущего колеса и против соответствующей впадины зуба второго колеса. Отсчитывают от риски требуемое число зубьев первого колеса и соответствующий зуб снова помечают риской. После этого первое сменное ведущее колесо снимают с валика и поворачивают шпиндель до тех пор, пока при надевании колеса зуб со второй риской не совпадет с риской ведомого колеса.

После этого колеса снова сцепляют и нарезают второй виток резьбы. Возможно также нарезание многозаходных резьб (обычно двухзаходных) *двумя резцами*, расстояние между которыми равно шагу резьбы P .

Если станок имеет *специальное делительное устройство*, как, например, станок мод. 16K20, которое расположено на конце шпинделя и состоит из делительного диска, имеющего 60 делений, и фланца со стрелкой, то деление на число заходов производят поворотом шпинделя вручную на число рисков делительного диска, соответствующее числу заходов нарезаемой резьбы (при двух заходах на 30 рисков, при трех на 20, при четырех на 15 и т.д.).

5.4. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОНТРОЛЬ ОБРАБОТКИ РЕЗЬБЫ

При нарезании резьбы возможно возникновение различных дефектов (табл. 5.1).

После обработки у резьбовой поверхности производят контроль различных параметров: диаметров, угла профиля, шага резьбы.

Средний диаметр резьбы контролируют резьбовым микрометром. Погрешность измерения среднего диаметра микрометром — 0,01 мм.

Точный контроль резьб (с погрешностью до 0,01 мм) выполняют также обычным микрометром при помощи трех закаленных цилиндрических проволок.

Таблица 5.1. Виды дефектов при обработке резьбы и причины их возникновения

Дефект	Причины возникновения
Неполная высота резьбы	Неправильно выбран диаметр стержня или отверстия
Неодинаковая высота резьбы по всей длине	Стержень или отверстие имеют конусность, произошел перекок плашки или метчика в процессе нарезания
Неточные размеры	Недостаточный или излишний съём металла при нарезании резьбы
Недостаточная чистота поверхности	Сильное затупление инструмента, завышенная скорость резания, недостаточно жесткое закрепление детали, неправильно выбранное охлаждение

В массовом производстве точность резьбовых изделий контролируют предельными калибрами: наружную резьбу резьбовыми кольцами, а внутреннюю — резьбовыми пробками.

Не допускается производить контроль резьб до полной остановки станка.

Профиль резьбы контролируют резьбовыми шаблонами. Шаблон прикладывают гребенкой к резьбе и определяют на просвет совпадение шага и угла профиля гребенки с шагом и углом профиля контролируемой резьбы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Какие движения необходимы для получения резьбовой поверхности?
- 2. Какие формы профиля могут иметь резьбы?
- 3. Какие элементы характеризуют резьбу?
- 4. Что называется шагом резьбы?
- 5. Какую резьбу называют метрической и как ее обозначают на чертежах?
- 6. Какие инструменты используются для обработки резьбы?
- 7. Какие особенности имеет конструкция резьбового резца?
- 8. Каким образом устанавливают резьбовой резец относительно линии центров?
- 9. Какие методы обработки резьбы позволяют повысить производительность труда?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

В машиностроении многие детали и инструменты имеют **конические поверхности**. Конические поверхности могут представлять собой полный или усеченный конус (рис. 6.1).

Полный конус получится, если вращать треугольник ABC относительно катета AC , принятого за ось. Катет AC называется *высотой конуса*, прямая AB — *образующей конуса*, точка A является *вершиной конуса*.

При вращении катета CB относительно оси AC образуется поверхность, называемая *основанием конуса* (рис. 6.1, а).

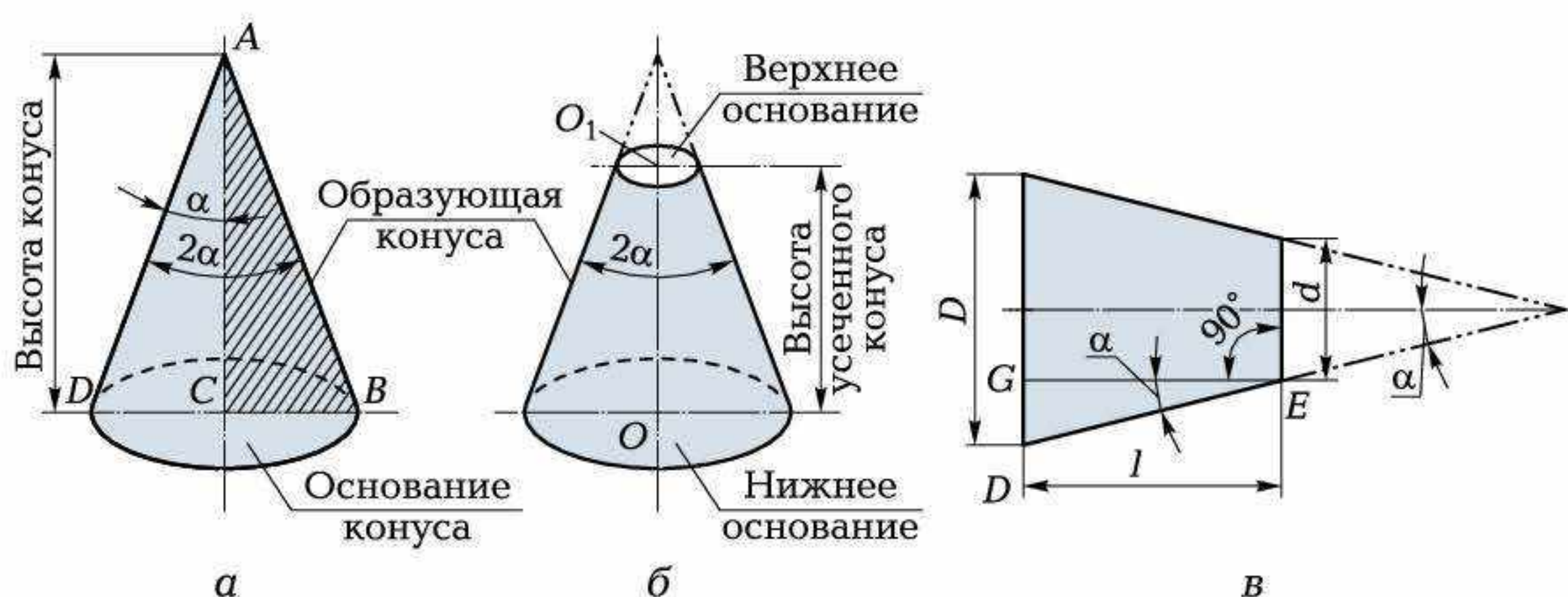


Рис. 6.1. Конусы:

а — полный; б — усеченный; в — эскиз усеченного конуса; d — диаметр меньшего основания; D — диаметр большего основания; α — угол уклона конуса; 2α — угол конуса; $A-G, O, O_1$ — характерные точки конуса, используемые для геометрических построений

Угол между образующей AD и осью AC называется *углом уклона конуса* α . Угол BAD между образующими конуса AB и AD называется *углом конуса* 2α .

Усеченный конус имеет два основания — верхнее и нижнее. Расстояние OO_1 по оси между основаниями называется *высотой усеченного конуса*. Далее для простоты будем называть все конические поверхности *конусами*.

На чертежах указывают обычно три основных элемента конуса: больший диаметр D , меньший диаметр d и высоту конуса l .

Если у прямоугольного треугольника DGE катет $AC = \frac{D-d}{2}$, а катет $G = l$, то тангенс угла уклона конуса выражается формулой

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l}.$$

Конусностью называется отношение разности диаметров конуса к его высоте. Обозначим конусность буквой K , тогда

$K = \frac{D-d}{l}$. Конусность обычно выражают отношением, например, 1 : 10; 1 : 50.

6.2. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработка конических поверхностей широким резцом. Данный способ используется при обработке конических поверхностей длиной до 20 мм. У широкого резца главный угол в плане ϕ равняется углу уклона конуса. Для установки резца применяют установочный шаблон, который прижимают к цилиндрической поверхности заготовки, а к наклонной рабочей поверхности шаблона подводят резец. Затем шаблон убирают и резец подают к заготовке.

Режущую кромку резца необходимо устанавливать по оси вращения обрабатываемой заготовки.

Обработка конических поверхностей путем поворота верхней части суппорта. При обработке этим способом резец необходимо устанавливать точно по высоте центров станка. При обтачивании наружных поверхностей используются проходные резцы, при обработке внутренних поверхностей — расточные.

Величину угла поворота суппорта определяют по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}.$$

Поворотная плита суппорта вместе с верхними салазками поворачивается относительно поперечных салазок на необходимый угол α (рис. 6.2, а, б). Для этого освобождают гайки винтов крепления плиты. Контроль угла поворота осуществляют по делениям плиты.

Перед растачиванием конического отверстия в сплошной заготовке предварительно сверлят отверстие, диаметр которого меньше малого диаметра конуса.

Если наружная коническая поверхность вала и внутренняя коническая поверхность втулки должны сопрягаться, то конусность сопрягаемых поверхностей должна быть одинакова. Чтобы это обеспечить, обработку сопрягаемых поверхностей выполняют без изменения положения поворотной плиты. При этом применяют расточный резец с головкой, отогнутой вправо от стержня, а шпинделю сообщают обратное вращение (рис. 6.2, в).

Обработка конических поверхностей путем смещения задней бабки в поперечном направлении. Данный способ используется при обработке длинных конических поверхностей с углом уклона α не более 10° .

Заготовку устанавливают в центры. Корпус задней бабки при помощи винта смещают в поперечном направлении так, чтобы ось заготовки располагалась под углом к оси центров, а образующая конуса — параллельно этой оси.

При включении подачи каретки суппорта резец, перемещаясь параллельно оси шпинделя, будет обтачивать коническую поверхность (рис. 6.3).

Если смещение корпуса производится на токаря, то меньший диаметр конуса получится на заготовке со стороны задней бабки, а если от токаря, то со стороны передней бабки.

Допускается смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении ± 15 мм.

Расчет величины смещения задней бабки в поперечном направлении осуществляется следующим образом:

$$h = \frac{L}{l} \frac{D - d}{2},$$

где L — длина детали; l — длина конической поверхности; D — диаметр большего основания; d — диаметр меньшего основания.

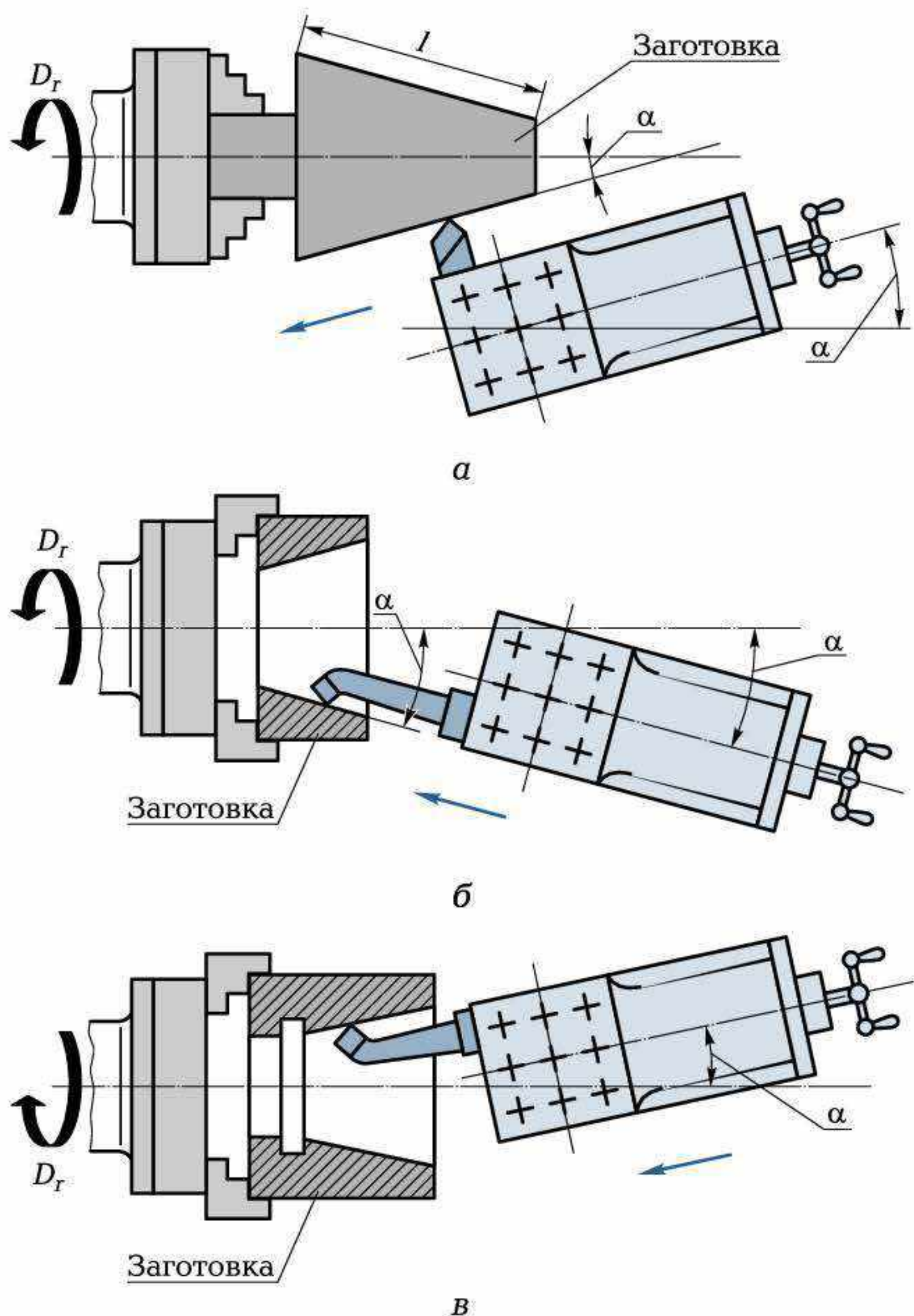


Рис. 6.2. Обработка конических поверхностей путем поворота верхней части суппорта:

а — обтачивание наружной поверхности; *б* — растачивание внутренней поверхности; *в* — растачивание внутренней поверхности расточным резцом с головкой, отогнутой вправо; α — угол уклона конуса; D_r — главное движение; стрелками показано направление перемещения резца

Величину смещения корпуса задней бабки относительно плиты контролируют по делениям на торце.

Наладку станка можно выполнять также и по эталонной детали, которую закрепляют в центрах. Корпус задней бабки смещают, контролируя индикатором параллельность образующей поверхности эталонной детали направлению подачи.

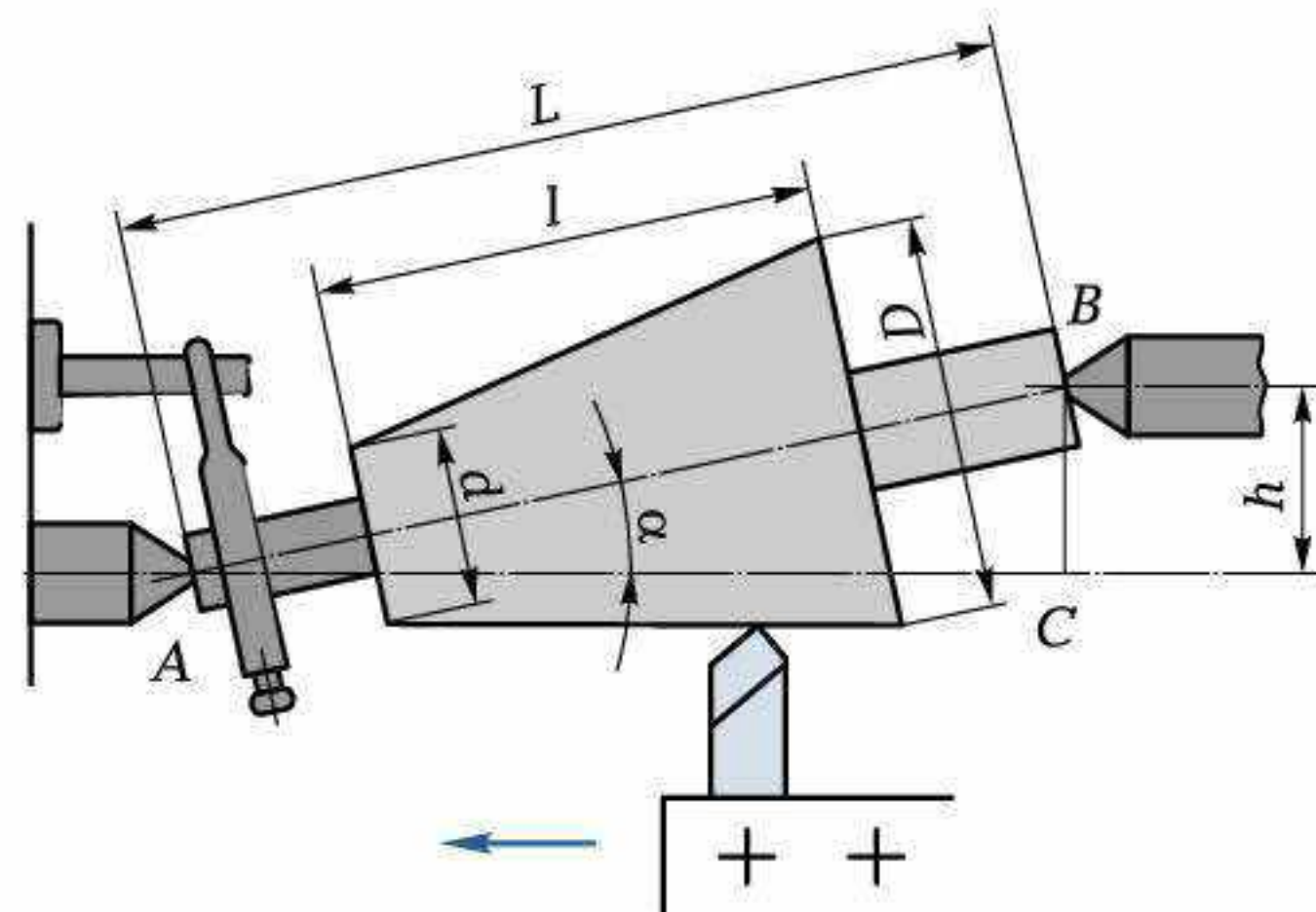


Рис. 6.3. Обработка конической поверхности способом смещения корпуса задней бабки в поперечном направлении:

h — величина смещения корпуса задней бабки; L — длина детали; l — длина конической поверхности; α — угол уклона конуса; AB — ось детали; BC — перпендикуляр, проведенный к прямой, совпадающей с продольным перемещением инструмента; d — меньший диаметр конуса; D — больший диаметр конуса; стрелкой показано направление перемещения резца

В процессе обработки этим способом сильно изнашиваются центровые отверстия и рабочая поверхность центра, поэтому для уменьшения их износа рекомендуется использовать центр с шариком на конце (рис. 6.4).

Обработка конической поверхности при помощи копировальной (конусной) линейки. Этот способ используется для обработки конических поверхностей различных длин с углом уклона до 12° при условии изготовления больших партий деталей.

Конусная линейка устанавливается на плите, которая крепится к задней стороне станины (рис. 6.5). Эту линейку можно пово-

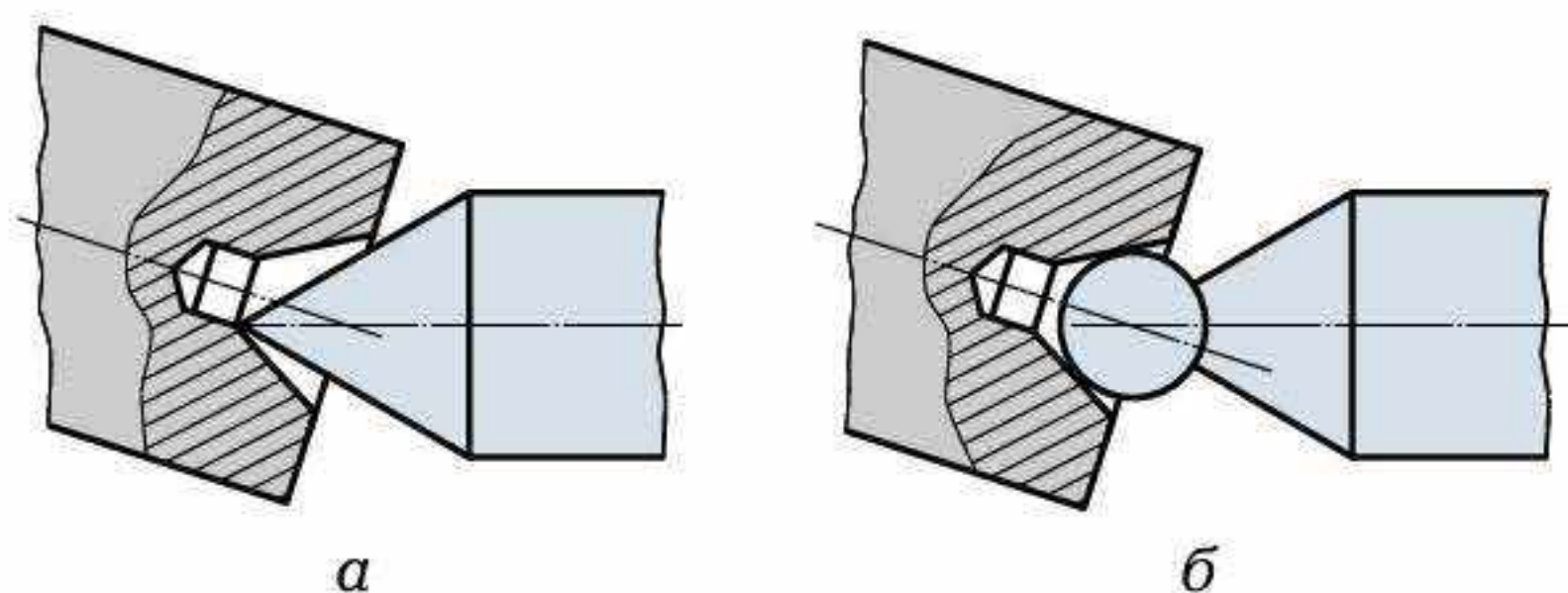


Рис. 6.4. Сопряжение центрального отверстия и центра:

a — при использовании жесткого центра; b — при использовании центра с шариком на конце

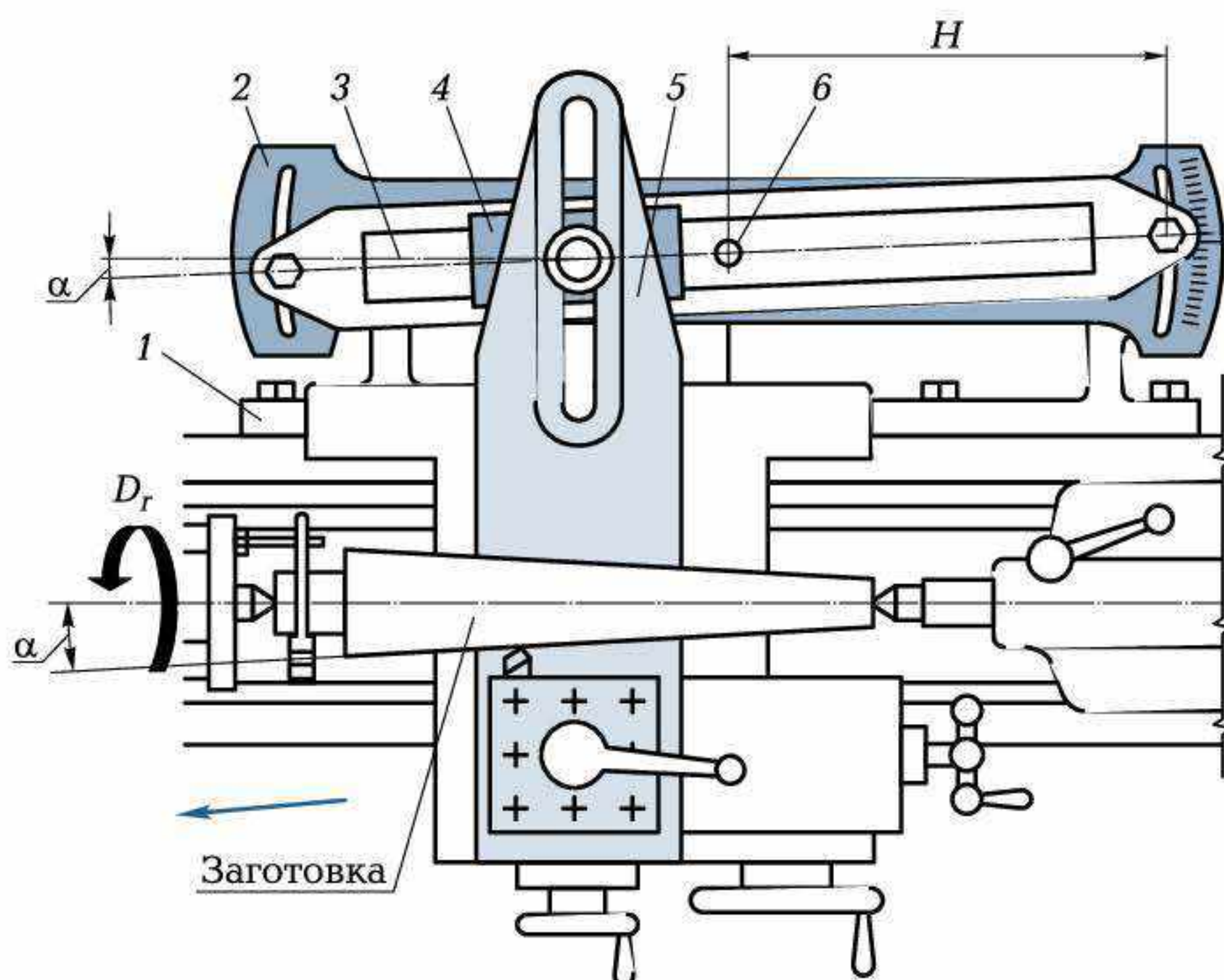


Рис. 6.5. Обработка конической поверхности с помощью копировальной (конусной) линейки:

1 — кронштейн; 2 — плита; 3 — конусная линейка; 4 — сухарь; 5 — тяга; 6 — палец; D_r — главное движение; α — угол уклона конуса; стрелкой показано направление перемещения резца; H — расстояние от оси вращения линейки до ее конца

рачивать вокруг пальца 6 под требуемым углом α к оси обрабатываемой детали. В пазе линейки скользит сухарь 4. Поперечные салазки суппорта отсоединяются от винта поперечной подачи и присоединяются тягой 5 с сухарем 4 к конусной линейке 3.

При осуществлении продольной подачи каретки поперечные салазки суппорта под действием линейки смещаются в поперечном направлении, в результате чего резец движется под углом к оси заготовки и обрабатывает коническую поверхность.

Копировальные линейки имеют шкалы для отсчета угла поворота с делениями в градусах или для отсчета конусности с делениями в миллиметрах.

Если даны диаметры оснований конуса D и d и его высота l , то угол поворота линейки можно найти по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}.$$

Если шкала для отсчета выполнена в миллиметрах, то число делений C определяют по формуле

$$C = \frac{D - d}{2} \frac{H}{l},$$

где H — расстояние от оси вращения линейки до ее конца (см. рис. 6.5).

Обработка внутренних конических поверхностей. На токарных станках внутренние конические отверстия в большинстве случаев обрабатывают растачиванием резцом при повороте верхней части суппорта и реже с помощью конусной линейки.

Если коническое отверстие должно быть выполнено в сплошном материале, то сначала сверлят цилиндрическое отверстие, которое затем растачивают резцом на конус или обрабатывают коническими зенкерами и развертками.

Для облегчения работы конических разверток следует применять охлаждение. При обработке стали или чугуна для охлаждения применяют эмульсию или сульфофрезол.

6.3. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОНТРОЛЬ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При обработке конических поверхностей могут возникнуть различные дефекты (табл. 6.1).

Контроль конических поверхностей производится различными измерительными инструментами.

При невысоких требованиях к точности в единичном производстве для контроля используют нерегулируемые и регулируемые *шаблоны*. Шаблон прижимают к контролируемой поверхности. Точность выполнения угла конуса определяют по зазору между конической поверхностью и шаблоном: если обнаружен зазор у большего основания, то угол конуса меньше заданного; если у меньшего основания, то угол конуса больше заданного.

Достаточно часто применяют *контроль конуса на краску*. Контрольный конус с нанесенной на его поверхность полоской краски сопрягают с контролируемой деталью. После поворота конуса относительно сопрягаемой детали полоска краски стирается в местах наиболее плотного соприкосновения конических поверхностей, что позволяет судить о полноте сопряжения поверхностей.

Таблица 6.1. Виды дефектов при обработке конических поверхностей и причины их возникновения

Дефект	Причины возникновения
Угол конуса не соответствует заданному	Неправильный расчет угла уклона конуса, неточный поворот верхней части суппорта или неправильное смещение задней бабки на расчетную величину, неточность установки конусной линейки, отжим поворотной плиты в процессе обработки, погрешности углов заточки резца или угла конической развертки
Диаметры одного из оснований не соответствуют размерам, указанным на чертеже	Изменение длины заготовки
Образующая конуса криволинейна	Неправильная установка резца (выше или ниже оси изделия), отжим заготовки в процессе обработки

В серийном и массовом производстве конические поверхности контролируют *предельными конусными калибр-пробками* и *калибр-втулками*.

При необходимости точного определения угла конуса используют *универсальный угломер*.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1. Какое число элементов конуса нужно знать, чтобы его изготовить?
- 2. По какой формуле определяется конусность конической поверхности?
- 3. Чему должен быть равен угол в плане у широкого резца при обработке конуса?
- 4. По какой формуле определяется угол поворота верхней части суппорта?
- 5. На какую величину допускается смещение корпуса задней бабки в поперечном направлении?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Поверхности деталей относят к фасонным, если они образованы вращением относительно оси криволинейной образующей.

Любую фасонную поверхность тела вращения получают сочетанием продольных и поперечных подач, которые можно выполнять вручную или автоматически.

Фасонные поверхности можно обрабатывать:

- сочетанием ручных продольных и поперечных подач;
- с помощью копировального устройства, аналогичного конусной линейке;
- с помощью фасонных резцов;
- с помощью специальных приспособлений.

7.2. ИНСТРУМЕНТ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Фасонные поверхности на длинных деталях, заданный профиль которых получается сочетанием двух подач, обрабатываются *проходными резцами*.

При обработке фасонных поверхностей длиной до 60 мм в серийном и массовом производстве используют *фасонные резцы*, профиль режущей кромки которых соответствует профилю обрабатываемой поверхности. Простейшим фасонным резцом является *стержневой резец*, который обычно имеет припаянную пластину твердого сплава. Задняя поверхность резца является фасонной, поэтому при износе резца переточка производится не по задней,

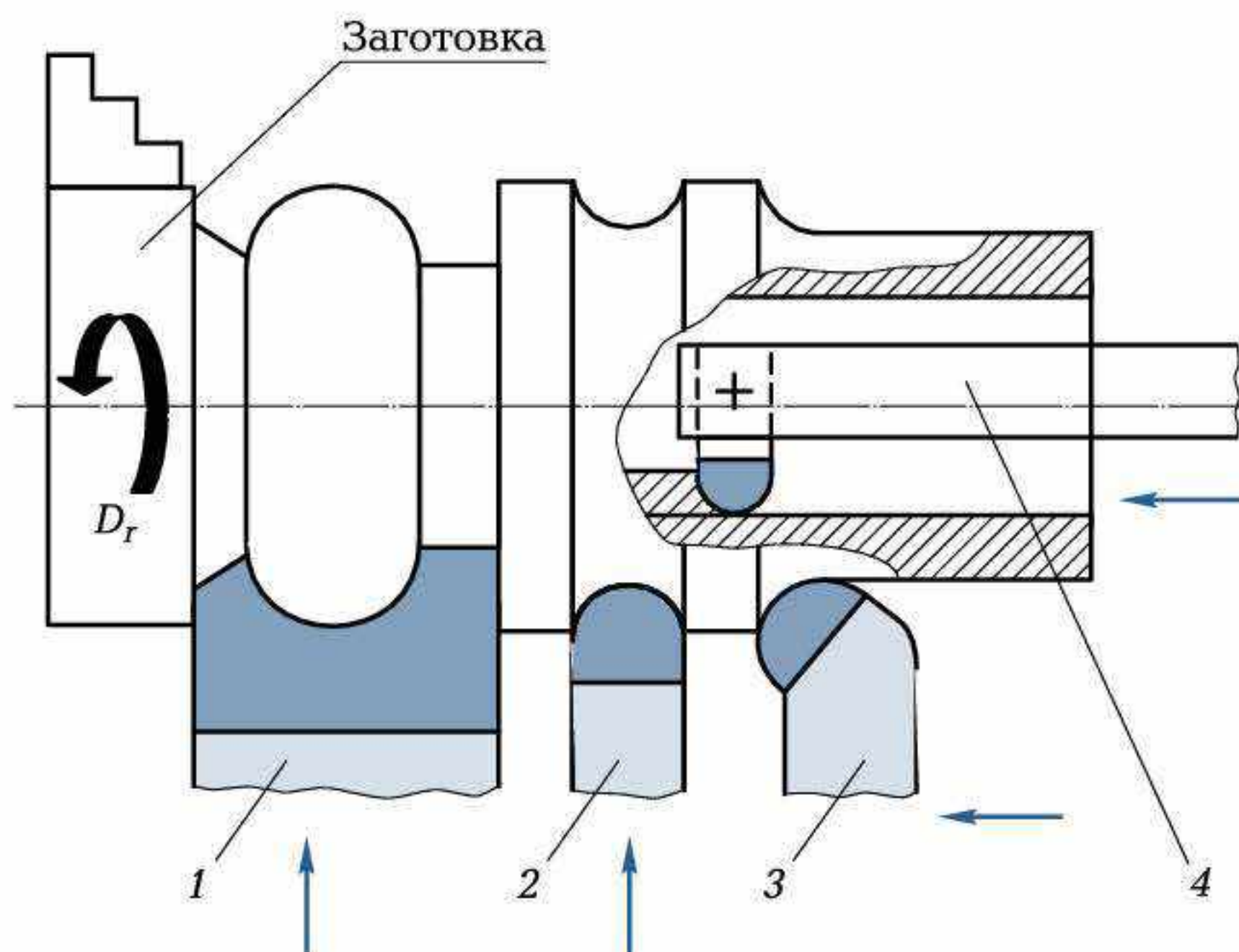


Рис. 7.1. Резцы, используемые при обработке галтелей и канавок:
 1 — сложного профиля; 2 — радиусный канавочный; 3 — наружный галтельный; 4 — внутренний галтельный; D_r — главное движение; стрелками показано направление перемещения резцов

а по передней поверхности. При установке фасонных резцов необходимо учитывать, что режущая кромка при обработке должна устанавливаться точно по линии центров. Стержневые резцы допускают две-три переточки, что является существенным недостатком их конструкции. Наиболее часто эти резцы используют в качестве радиусных и галтельных (рис. 7.1). Этого недостатка лишены *призматические резцы* (рис. 7.2), так как резец крепят в специальной державке хвостовиком, имеющим форму «ласточкин

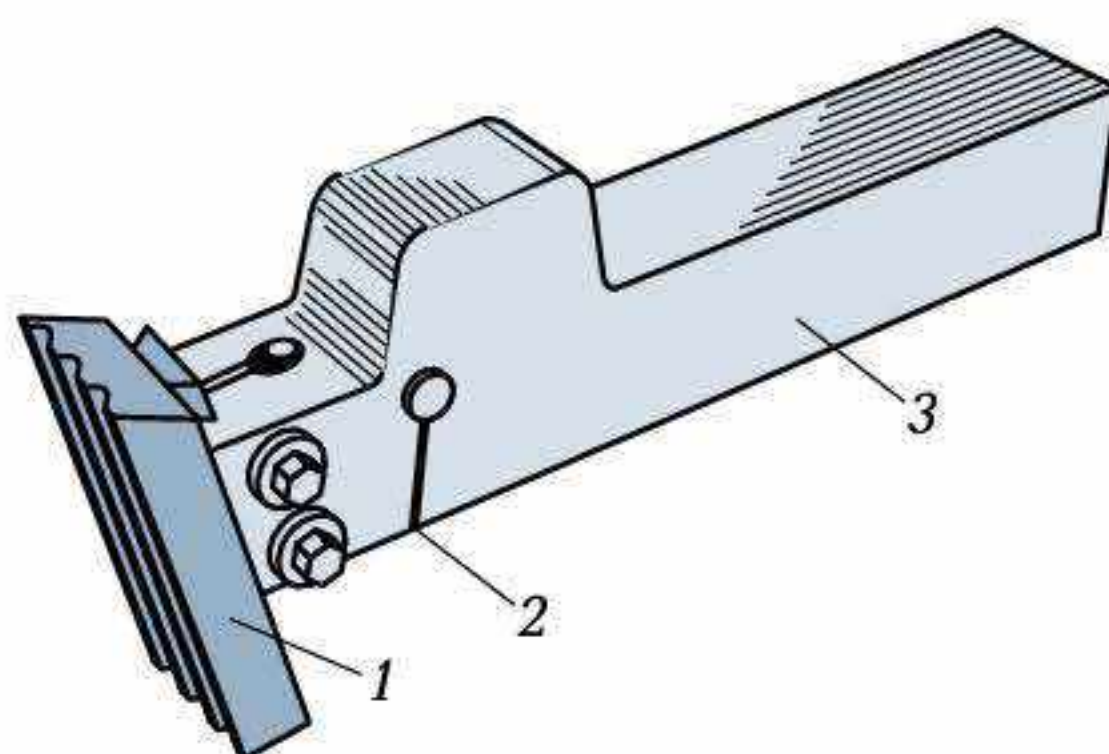


Рис. 7.2. Призматический фасонный резец:
 1 — сменная часть резца; 2 — прорезь в державке; 3 — державка

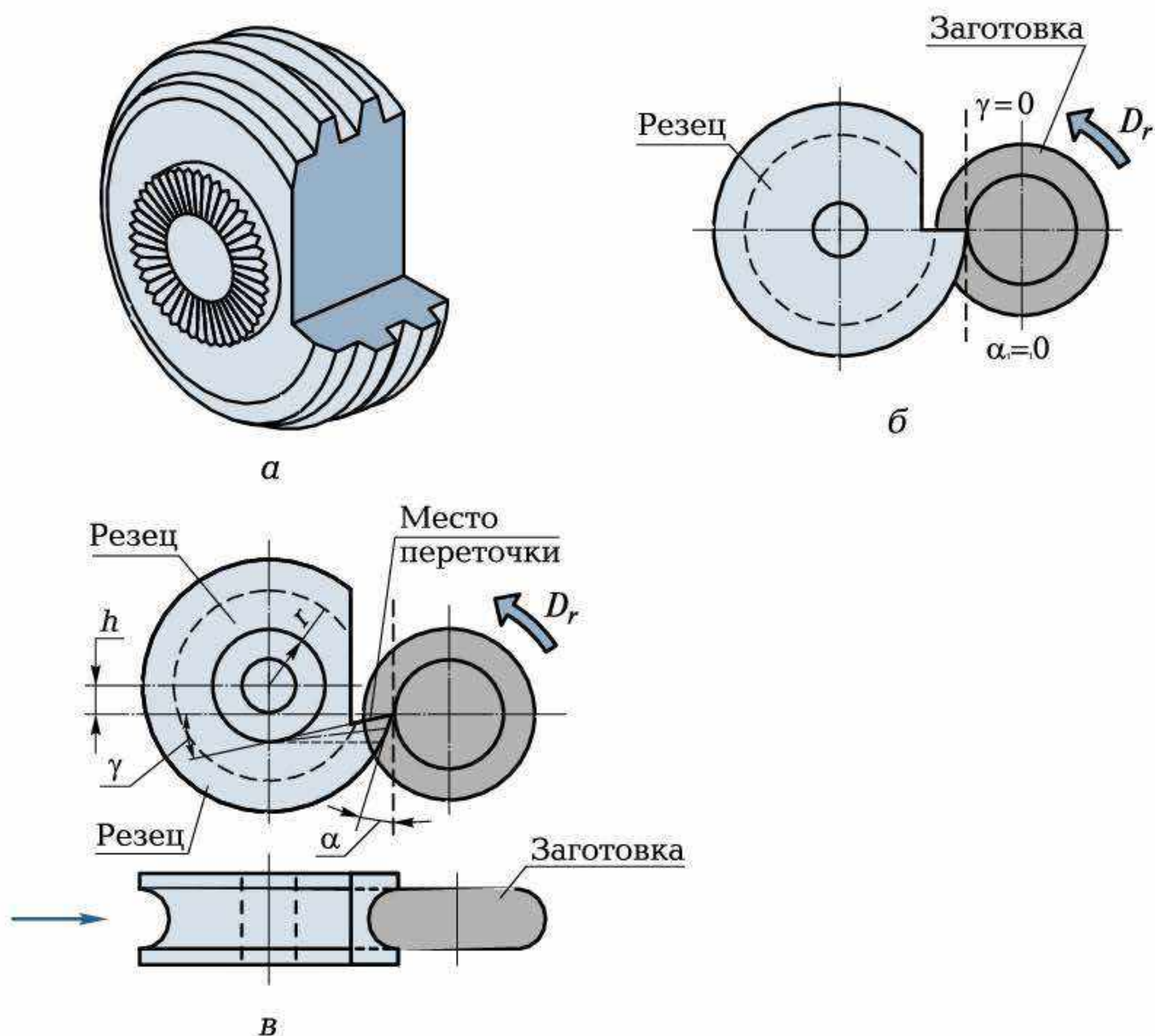


Рис. 7.3. Дискový фасонный резец:

а — конструкция; *б* — установка оси фасонного резца по центру заготовки ($\alpha = 0$, $\gamma = 0$); *в* — установка оси фасонного резца выше центра заготовки ($\alpha > 0$, $\gamma > 0$); h — расстояние между центрами заготовки и резца; r — радиус окружности, касательно к которой затачивается резец; α — задний угол; γ — передний угол; D_r — главное движение; стрелкой показано направление перемещения резца

хвост», его можно перемещать вверх по мере перетачивания и таким образом сохранять постоянное положение режущей кромки.

Для образования заднего угла α резец устанавливают под углом к подошве державки. Переточку резца осуществляют шлифованием передней поверхности. Профиль задней поверхности призматического резца соответствует фасонному профилю детали.

Наиболее точную обработку обеспечивает *круглый* или *дискový фасонный резец* (рис. 7.3), который имеет фасонную наружную поверхность, а в резце сделан угловой вырез. При пересечении плоскости выреза с наружной фасонной поверхностью образуется фасонная режущая кромка (рис. 7.3, *а*).

Особое внимание необходимо обратить на создание требуемой геометрии при установке резца. Если бы передняя поверхность резца проходила через центр заготовки, а центр дискового резца находился на уровне центра заготовки, то резец имел бы нулевые передний и задний углы, т.е. практически не работал (рис. 7.3, б). Чтобы создать нужную геометрию режущего клина, вырез делают ниже центра резца, а центр резца устанавливают выше центра заготовки (рис. 7.3, в). Кроме того, переднюю поверхность затачивают по касательной к определенной условной окружности с радиусом

$$r = R \sin(\alpha + \gamma),$$

где R — радиус наружной окружности фасонного резца; α — заданный задний угол; γ — заданный передний угол.

При указанных условиях установки резца значения переднего и заднего углов будут положительными. После каждой переточки по передней поверхности дисковый резец поворачивают на оси державки, вновь устанавливают по оси центров и закрепляют. Призматические и дисковые резцы изготавливают, как правило, из быстрорежущей стали, реже применяют твердосплавные резцы.

7.3. ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Подготовка к работе. Перед обработкой фасонной поверхности на заготовке необходимо подготовить цилиндрическую ступень диаметром бóльшим, чем наибольший диаметр фасонной поверхности на величину припуска. Длина ступени соответствует длине обрабатываемой поверхности.

Установку резцов следует производить так, чтобы их режущая кромка находилась на линии центров.

Обработка фасонных поверхностей путем сочетания двух подач. Данным способом можно обрабатывать любую фасонную поверхность, хотя обработка требует высокой квалификации токаря. Предварительно заготовку обрабатывают проходным резцом, затем производят разметку (вдоль оси заготовки) наибольшего и наименьшего диаметров фасонной поверхности, а после этого проходным резцом снимают черновой припуск за несколько рабочих ходов.

Окончательный съём припуска также выполняют за несколько рабочих ходов. Вначале аккуратно снимают гребешки, затем к

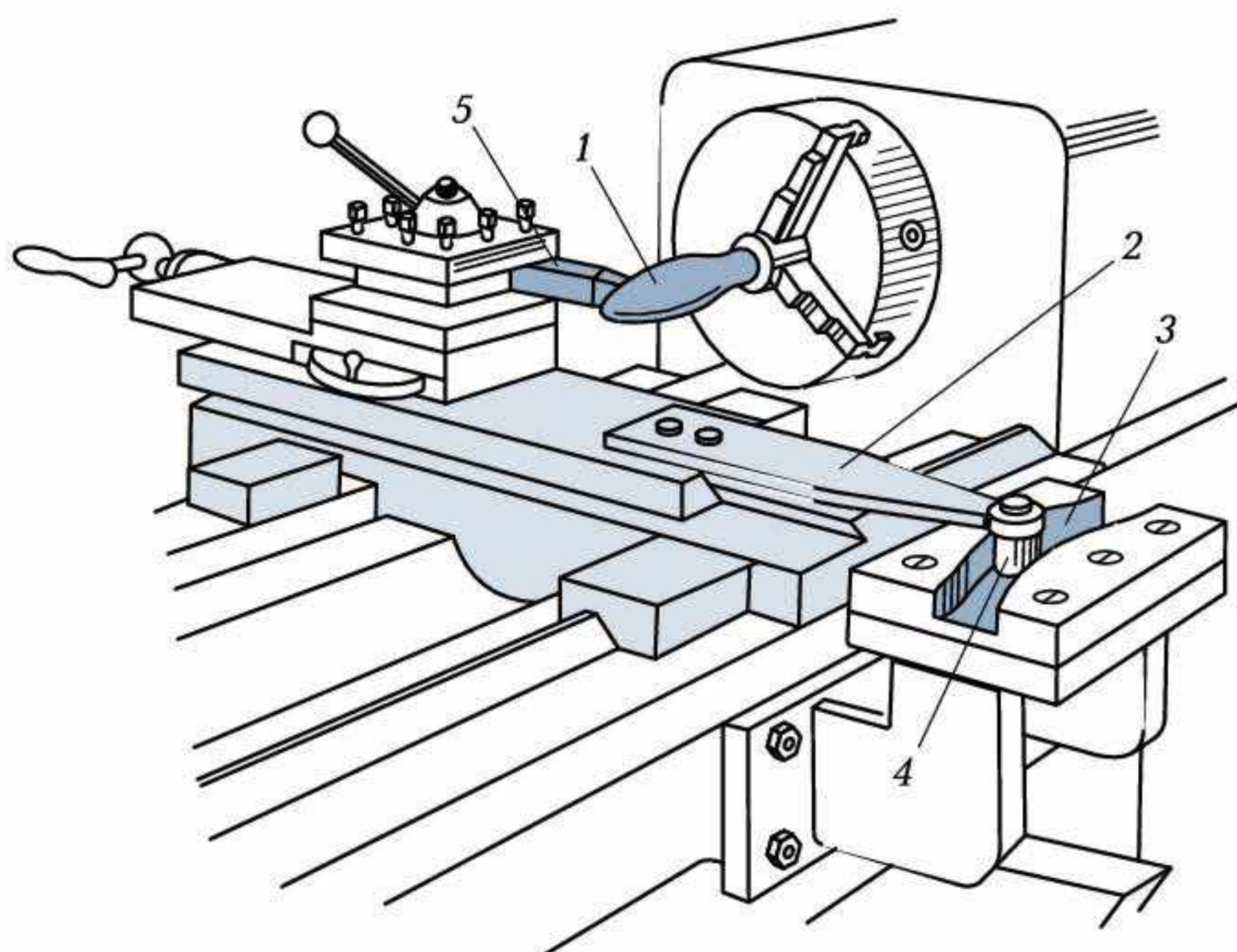


Рис. 7.4. Обработка фасонной поверхности при помощи копировального приспособления:

1 — заготовка; 2 — тяга; 3 — копир; 4 — ролик; 5 — резец

неподвижной заготовке прикладывают шаблон с профилем готовой детали, измеряют наибольший и наименьший диаметры фасонной поверхности и, наконец, определяют места, с которых необходимо снять припуск.

Данный способ обработки малопроизводителен и трудоемок, поэтому опытные рабочие используют автоматическую продольную подачу, перемещая вручную только поперечный суппорт. Такую обработку позволяет производить использование несложного приспособления. Токарь устанавливает проволочный рейсмас в резцедержатель, а в пиноль задней бабки — эталонную деталь или планшет с изображением контура детали. Затем он включает автоматическую продольную подачу и манипулирует только рукояткой поперечной подачи, следя, чтобы конец проволочного рейсмаса, закрепленного в резцедержателе, все время касался фасонного контура, вычерченного на листке планшета или эталона детали, и копировал поперечную подачу постоянным прикосновением рейсмаса к этому эталону.

Обработка фасонных поверхностей по копиру. Данный способ используется при серийном производстве.

Вначале закрепляют копир с фасонным пазом. В этом пазу находится ролик, связанный с тягой суппорта. Гайку поперечно-

го суппорта отсоединяют от ходового винта. При продольной подаче каретки поперечная подача суппорта будет подчинена движению ролика по пазу копира, и резец будет воспроизводить на заготовке профиль, имеющийся на линейке копира (рис. 7.4).

Обработка фасонной поверхности фасонными резцами. Такая обработка производится при небольшой длине фасонной поверхности с применением только поперечной подачи.

Чтобы уменьшить вибрацию, вылет стержневого и призматического резцов из резцедержателя не должен превышать высоты державки. Установка режущей кромки фасонных резцов должна производиться по линии центров. Рассмотрим последовательность обработки наружной сферической поверхности диаметром до 40 мм.

Выбираем заготовку, обтачиваем цилиндрическую поверхность, вытачиваем канавку, снимаем фаски и лишь затем обрабатываем фасонным резцом сферическую поверхность (рис. 7.5).

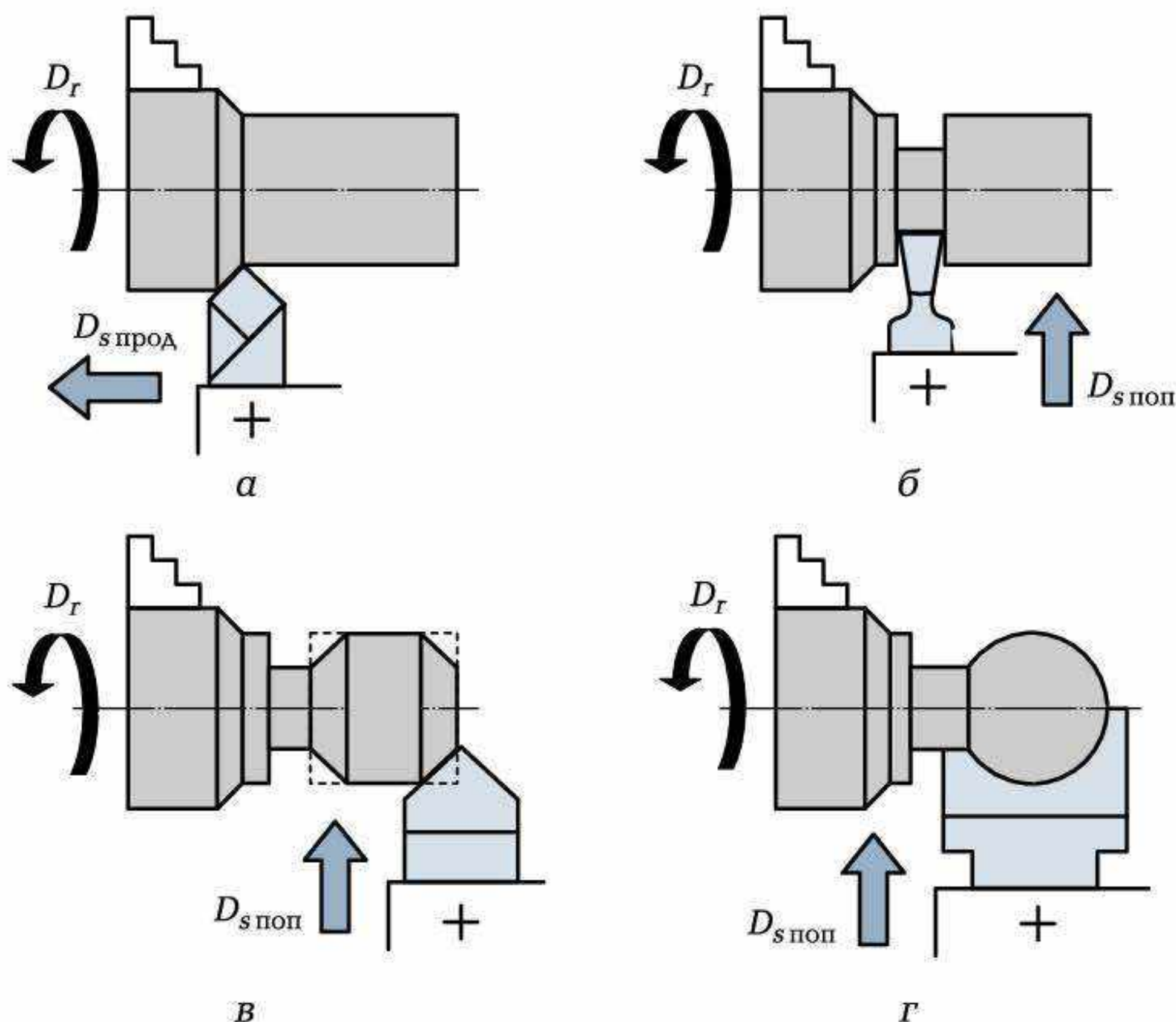


Рис. 7.5. Последовательность обработки сферической поверхности:
а — наружное обтачивание; б — прорезание канавки; в — снятие фасок; г — обтачивание фасонным резцом; D_r — главное движение; $D_{s поп}$ — движение поперечной подачи; $D_{s прод}$ — движение продольной подачи

Фасонный резец подводят к заготовке плавно с подачей 0,02... 0,1 мм/об, причем к концу рабочего хода подачу уменьшают. Для получения малой шероховатости поверхности скорость резания при точении фасонными резцами не должна превышать 30 м/мин.

В качестве СОТС при фасонной обработке стали применяют эмульсию или жидкость «Аквол-2».

Обработка сферических поверхностей с помощью специальных приспособлений. Данный способ очень точен и имеет высокую производительность. С помощью приспособлений создается перемещение вершины резца по дуге окружности. Одно из таких приспособлений состоит из угольника и стандартного фрезерного поворотного стола. При вращении рукоятки червячной передачи столик получает вращение и закрепленный на нем резец совершает движение по дуге окружности.

7.4. ВИДЫ ДЕФЕКТОВ И КОНТРОЛЬ ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

При обработке фасонных поверхностей основным дефектом является *несоответствие профиля фасонной поверхности заданному*. Это может произойти в результате различных причин:

- резец заточен с бóльшим или меньшим передним углом, чем предусмотрено;
- резец установлен выше или ниже оси центров;
- неправильно выполнен контроль выпуклых и вогнутых элементов профиля в процессе обработки;
- не «выбирается» люфт между винтами и гайками механизмов продольной и поперечной подач.

Получение *большой шероховатости поверхности, чем указано на чертеже* происходит в результате вибрации заготовки из-за большой ширины режущей кромки, неправильно выбранных режимов резания, затупления инструмента.

Несоответствие размеров требуемой фасонной поверхности может возникнуть вследствие износа копира, неправильной заточки инструмента, невнимательности токаря, неверной установки глубины резания.

Контроль фасонных поверхностей осуществляют шаблонами только после выключения вращения шпинделя.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими способами можно обрабатывать фасонную поверхность?
2. Какие виды фасонных резцов используются для обработки фасонных поверхностей?
3. Каким образом выполнена задняя поверхность фасонного резца?
4. По какой из поверхностей фасонного резца выполняют переточку?
5. Как подготовить заготовку для обработки фасонной поверхности?

ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

8.1. ПРИТИРКА (ДОВОДКА)

Притирка (доводка) является отделочной операцией, позволяющей получить шероховатость поверхности с высотой микронеровностей, соответствующей 0,05 мкм по параметру Ra , а также высокую точность обработки, соответствующую 6—7-му квалитетам. При притирке срезается небольшой припуск — 0,01...0,03 мм на сторону. Инструментом для притирки является *чугунный* или

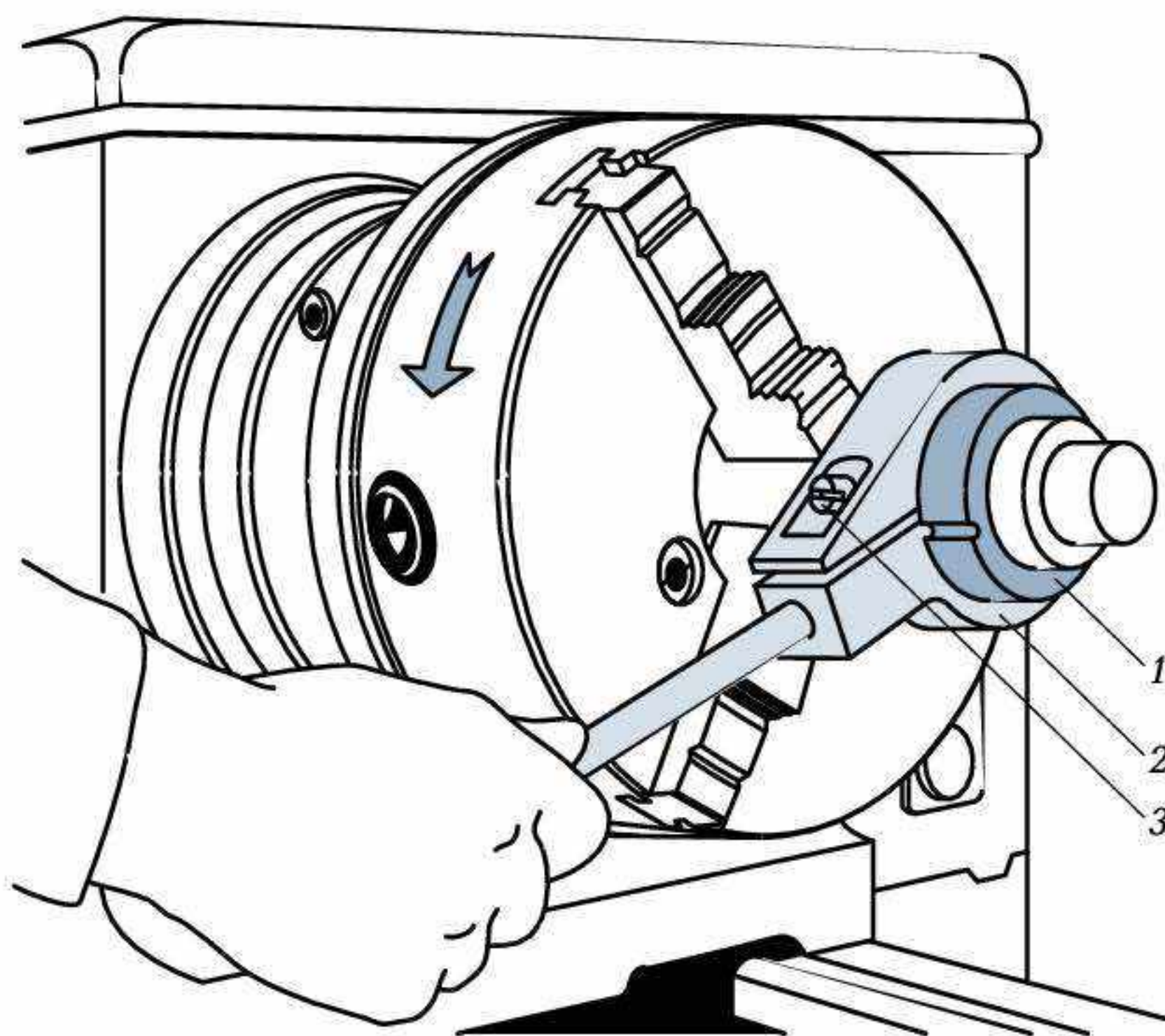


Рис. 8.1. Притирка наружной цилиндрической поверхности:

1 — разрезной притир; 2 — хомут; 3 — регулировочный винт

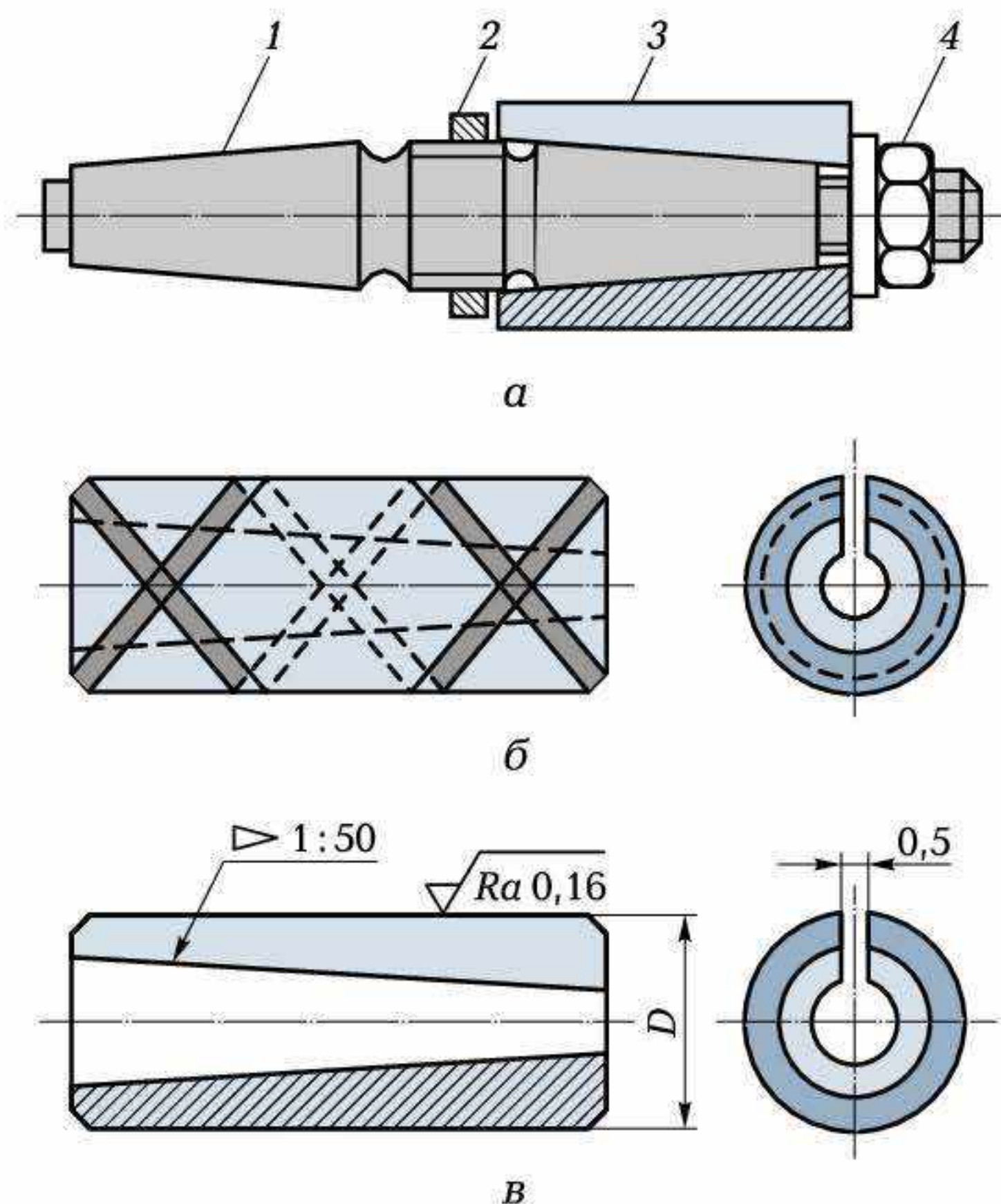


Рис. 8.2. Притиры для обработки отверстий:

а — разжимной в сборе с оправкой; *б* — с выступами на рабочей поверхности для предварительной притирки; *в* — для окончательной притирки; 1 — оправка; 2, 4 — гайки; 3 — притир; *D* — наружный диаметр притира

медный притир, представляющий собой втулку с одной или несколькими прорезями. Рабочую поверхность притира покрывают абразивной пастой, состоящей из мелкозернистого абразивного порошка и масла. В качестве порошка часто используют корундовый или зеленый карбид кремния. Лучшие результаты по качеству поверхности дает использование паст ГОИ. На рис. 8.1 показан притир с хомутом для притирки наружной цилиндрической поверхности.

В процессе обработки притир периодически сжимают при помощи винта, который стягивает хомут притира. Для притирки внутренней поверхности применяют *разжимной притир* (рис. 8.2, *а*). Разжим притира осуществляется навинчиваем гайки 4 при одновременном отвинчивании гайки 2 (притир сдвигается по конической оправке и разжимается).

Часто предварительную притирку выполняют *притиром с выступами на рабочей поверхности* (рис. 8.2, *б*). Оправку притира

устанавливают в шпинделе станка, а притираемую деталь насаживают на притир и удерживают от проворачивания приспособлением (жимком).

Подача при притирке ручная, равномерная, окружная скорость 10...20 м/мин, причем при обработке периодически изменяют направление вращения шпинделя. На рис. 8.2, в показан притир для окончательной притирки.

8.2. ПОЛИРОВАНИЕ

Полирование производят в том случае, когда необходимо получить малую шероховатость поверхности с высотой микронеровностей от 0,1 до 0,012 мкм по параметру R_a . Полирование осуществляют *шлифовальной шкуркой*. Шкуркой охватывают заготовку, прижимая ее с помощью приспособления, называемого жимком, который состоит из двух шарнирно связанных деревянных колодок.

Токарь удерживает жимок за ручки левой рукой, а правой рукой поддерживает шарнир и осуществляет продольную подачу. Можно закреплять шкурку в резцедержателе при помощи деревянной колодки с обхватом заготовки шкуркой.

Не допускается прижим шкурки к заготовке вручную. При внутреннем полировании шкурку наматывают на деревянную оправку, закрепив ее конец в прорези оправки.

Не допускается полирование отверстия с прижимом шкурки ладонью или пальцем. Окружная скорость при полировании шкуркой 60...70 м/мин. Чтобы абразивная пыль не попадала в отверстие патрона, его закрывают заглушкой из пенопласта, а направляющие станины прикрывают брезентовой тканью.

8.3. ПЛАСТИЧЕСКОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ

Пластическое деформирование поверхностного слоя заготовки является одним из способов повышения качества обработанной поверхности. Этот способ используется для отделки поверхностей деталей, у которых необходимо повысить твердость и износостойкость для увеличения долговечности в процессе использования. Сущность процесса состоит в смятии, сглаживании

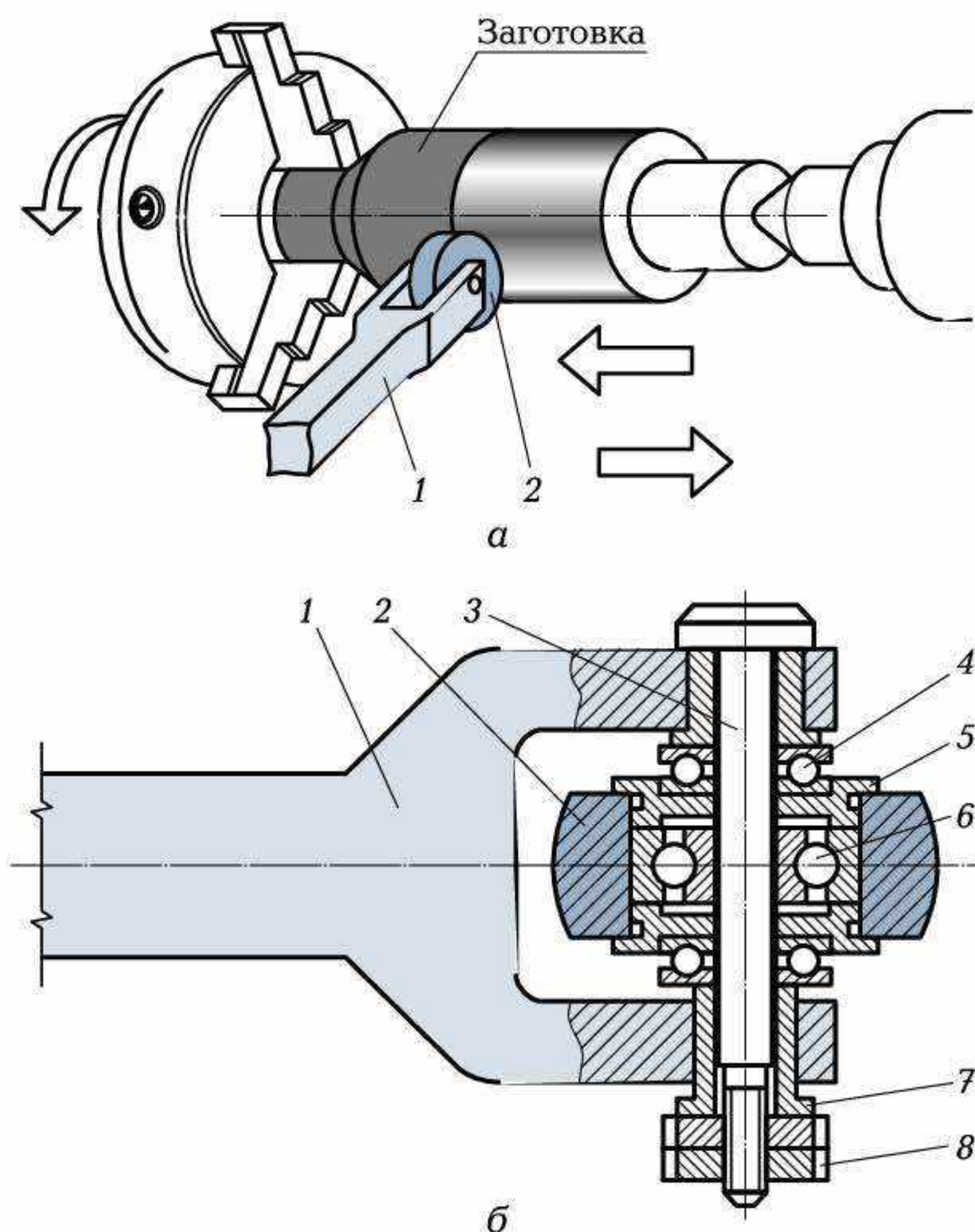


Рис. 8.3. Роликовый обкатник:

а — процесс обкатывания; *б* — устройство роликового обкатника; 1 — державка; 2 — ролик; 3 — ось; 4 — упорный подшипник; 5 — фланец; 6 — шарикоподшипник; 7 — втулка; 8 — гайка; стрелками показаны направления перемещения ролика

микронеровностей под давлением обкатника, что уменьшает шероховатость поверхности до $0,4 \dots 0,05$ мкм по параметру Ra . Припуск на пластическое деформирование не оставляют, так как в процессе обработки величина размера практически не изменяется.

Для наружного обкатывания используют *роликовый обкатник*, ролик которого имеет вращательное движение (рис. 8.3). Ролик изготавливают из закаленной стали, качество его поверхности высокое.

При обработке державку, закрепленную в резцедержателе, подводят поперечной подачей до соприкосновения ролика с поверхностью детали. Окружная скорость вращения детали — $20 \dots$

30 м/мин, продольная подача — 0,05...0,1 мм/об. Включают станок и делают два-три рабочих хода в продольном направлении с автоматической подачей. В процессе обработки используют СОТС (веретенное масло, индустриальное масло 20). Пластическое деформирование можно производить, используя также *шариковый обкатник*.

Внутреннее раскатывание выполняют *раскатником-вальцовкой*. Ролики вальцовки расположены в прорезях обоймы под небольшим углом ($1^{\circ}30'$) к оси оправки, поэтому во время работы вальцовка как бы ввинчивается в раскатываемое отверстие. Для обкатывания отверстий разных диаметров применяют самостоятельные вальцовки.

Обкатывание отверстий большого диаметра выполняют шариковым обкатником (по типу обкатника для наружных поверхностей).

Детали с малой величиной шероховатости поверхности хорошо противостоят коррозии, меньше изнашиваются в процессе обработки.

8.4. НАКАТЫВАНИЕ РИФЛЕНИЙ

Целый ряд деталей делают не гладкими, а с *рифленой поверхностью* для удобства использования. Рифленая поверхность может иметь различные узоры: елочные, прямые, косые, точечные. Рифление получают обкатыванием поверхности роликами из закаленной инструментальной стали с соответствующим узором. В державку закрепляют один накатной ролик или два (для получения сетчатых рифлений). Ролики должны располагаться строго параллельно обрабатываемой поверхности.

Накатывание осуществляют за два-три рабочих хода, его ведут с подачей в обе стороны. Поперечную подачу роликов (вдавливание в поверхность) осуществляют в конце каждого рабочего хода. Режим обработки: продольная подача — 1...2 мм/об; окружная скорость при обработке заготовок из стали — 10...20 м/мин, из чугуна — 30...40 м/мин, из алюминия — 70...80 м/мин; поперечная подача — 0,05...0,1 мм/ход. Смазывание осуществляется индустриальным маслом.

Размер заготовки под накатывание рифлений принимают с учетом выдавливания металла роликами. Накатные ролики периодически очищают стальной щеткой, удаляя из канавок металлическую пыль.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой из способов отделочной обработки позволяет не только уменьшить высоту микронеровностей, но и повысить точность обработки?
2. Из каких материалов изготавливают притир?
3. Из чего состоит абразивная паста, используемая при притирке?
4. Что используется при выполнении процесса полирования?
5. Какое правило безопасности труда необходимо выполнять при полировании?
6. В чем состоит сущность пластического деформирования?
7. Как должны располагаться ролики при накатывании рифлений?
8. Каким образом подбирают размер заготовки под накатывание рифлений?
9. Какие узоры могут иметь накатные ролики?

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОЙ УСТАНОВКОЙ

9.1. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК С УСТАНОВКОЙ В ЧЕТЫРЕХКУЛАЧКОВОМ ПАТРОНЕ

В *четырёхкулачковом патроне* обычно устанавливают заготовки несимметричной формы.

При установке заготовки в четырёхкулачковый патрон необходимо обратить внимание на совпадение ее оси с осью шпинделя, чтобы предотвратить биение заготовки при обработке. Предварительную ориентацию заготовки осуществляют с помощью кольцевых рисков. Более точную выверку положения заготовки производят с помощью мелка, по рейсмасу, индикатору, штангенрейсмасу (рис. 9.1).

Выверка «на мелок» (рис. 9.1, а). Мелок подводят к медленно вращающейся заготовке и по следу, оставляемому мелком на поверхности, определяют, в какую сторону сместить кулачки для ориентирования обрабатываемой поверхности по оси шпинделя. Кулачок, возле которого остается след мела на заготовке, подают к центру. Для этого предварительно освобождают кулачок, расположенный на противоположной стороне патрона.

Выверка рейсмасом (рис. 9.1, б). Конец иглки рейсмаса подводят к контролируемой поверхности с просветом величиной до 1 мм. Проворачивая шпиндель вручную, следят за изменением просвета и регулируют положение кулачков. Окончательный захват кулачков осуществляют в последовательности: 1 — 3 — 2 — 4.

Выверка индикатором (рис. 9.1, в). Штифт индикатора подводят к обрабатываемой поверхности заготовки и поворотом патрона вручную контролируют биение.

Выверка штангенрейсмасом (рис. 9.1, г). Острые ножки штангенрейсмаса подводят к заготовке и производят выверку так же, как и рейсмасом.

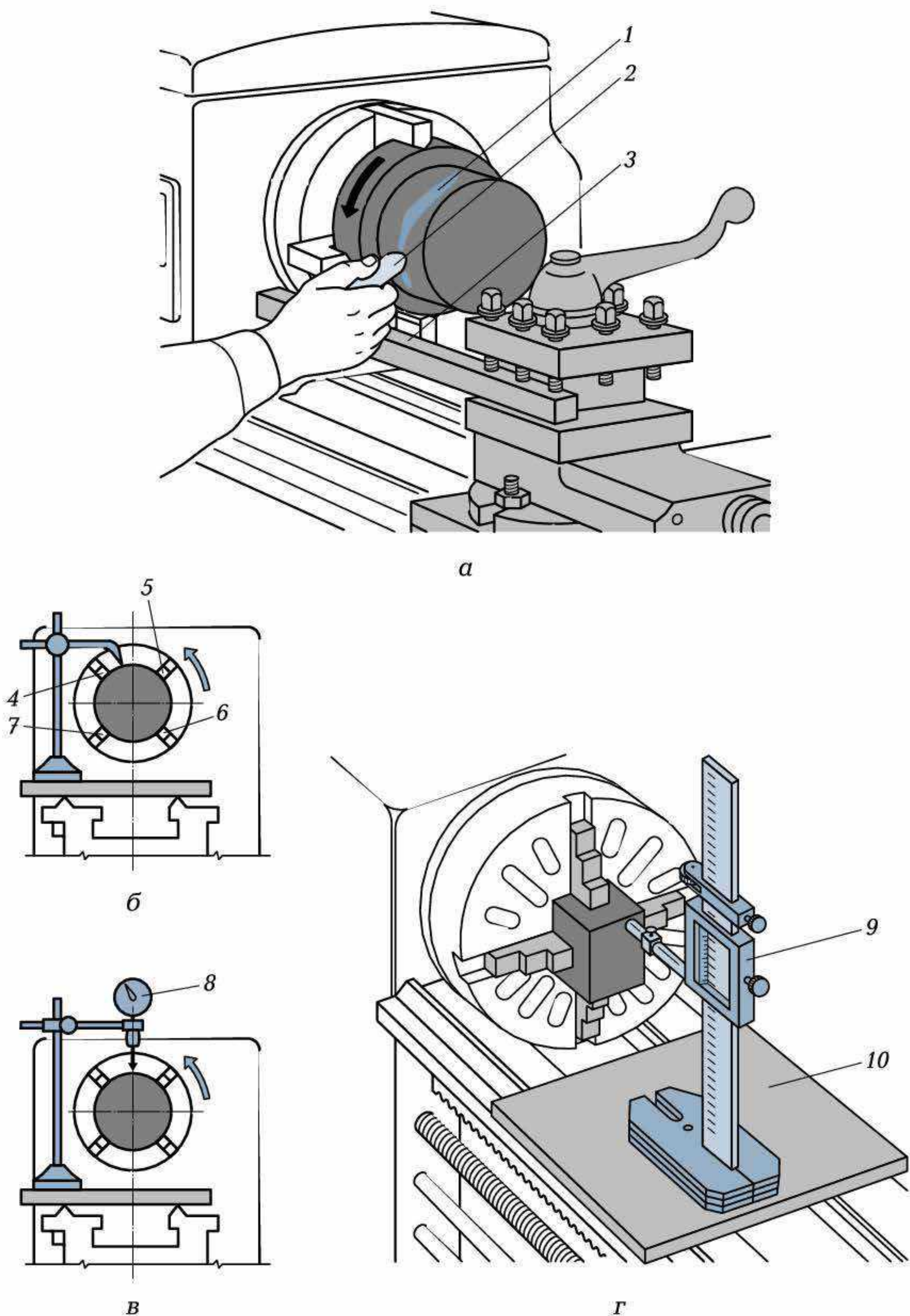


Рис. 9.1. Выверка заготовок, закрепленных в четырехкулачковом патроне:

а — «на мелок»; *б* — рейсмасом; *в* — индикатором; *г* — штангенрейсмасом; 1 — заготовка; 2 — мелок; 3 — упорная планка; 4–7 — кулачки патрона; 8 — индикатор; 9 — штангенрейсмас; 10 — плита

9.2. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК НА ПЛАНШАЙБЕ И НА УГОЛЬНИКЕ

Планшайба представляет собой чугунный диск с пазами и отверстиями. Планшайба наворачивается на шпиндель и вращается вместе с ним. Обычно на планшайбах закрепляют заготовки сложной формы с помощью прихватов Г-образной формы (рис. 9.2, а).

Закрепление может производиться также планками, которые прижимают заготовку к поверхности планшайбы с помощью болтов и гаек (рис. 9.2, б). Заготовку закрепляют в начале предварительным затягиванием гаек крест-накрест (например, I-III-II-IV), а затем окончательным затягиванием. После закрепления и обработки первой заготовки на планшайбе устанавливают упоры (рис. 9.2, в), соприкасающиеся в нескольких точках с поверхностью заготовки. По этим упорам фиксируются положения последующих заготовок партии.

Важным условием обработки на планшайбе является уравнивание заготовки. Противовес устанавливается с более легкой стороны планшайбы. При обработке отверстий в заготовках, у которых ось отверстия должна быть параллельна основанию, ус-

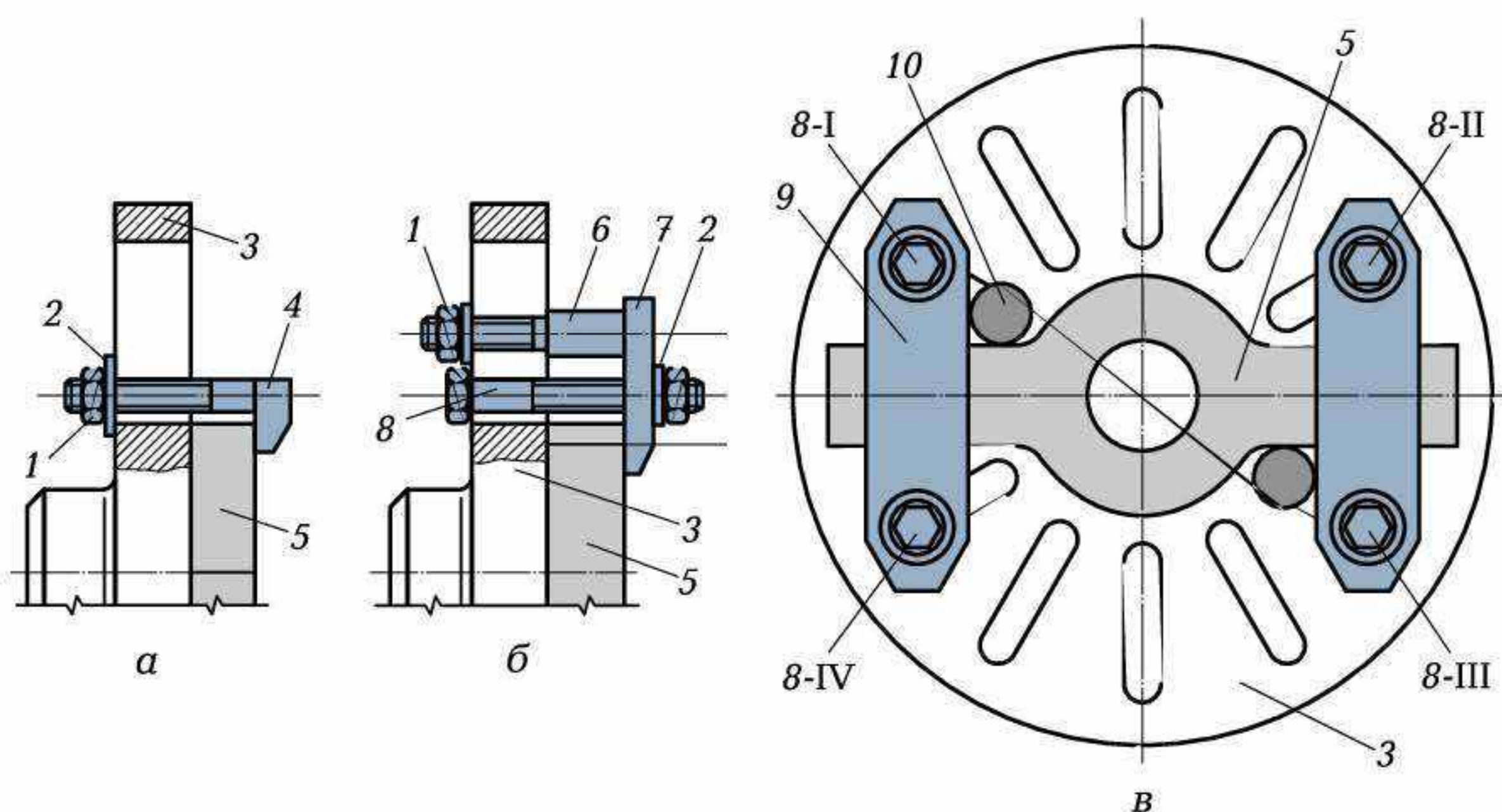


Рис. 9.2. Закрепление заготовки на планшайбе:

а — костылями; б — планками-прихватками; в — планками через заготовку; 1 — гайка; 2 — шайба; 3 — планшайба; 4 — костыль; 5 — опора; 6 — планка-прихват; 7 — болты; 8 — планка; 9 — упор; 10 — заготовки; I, II, III, IV — нумерация болтов

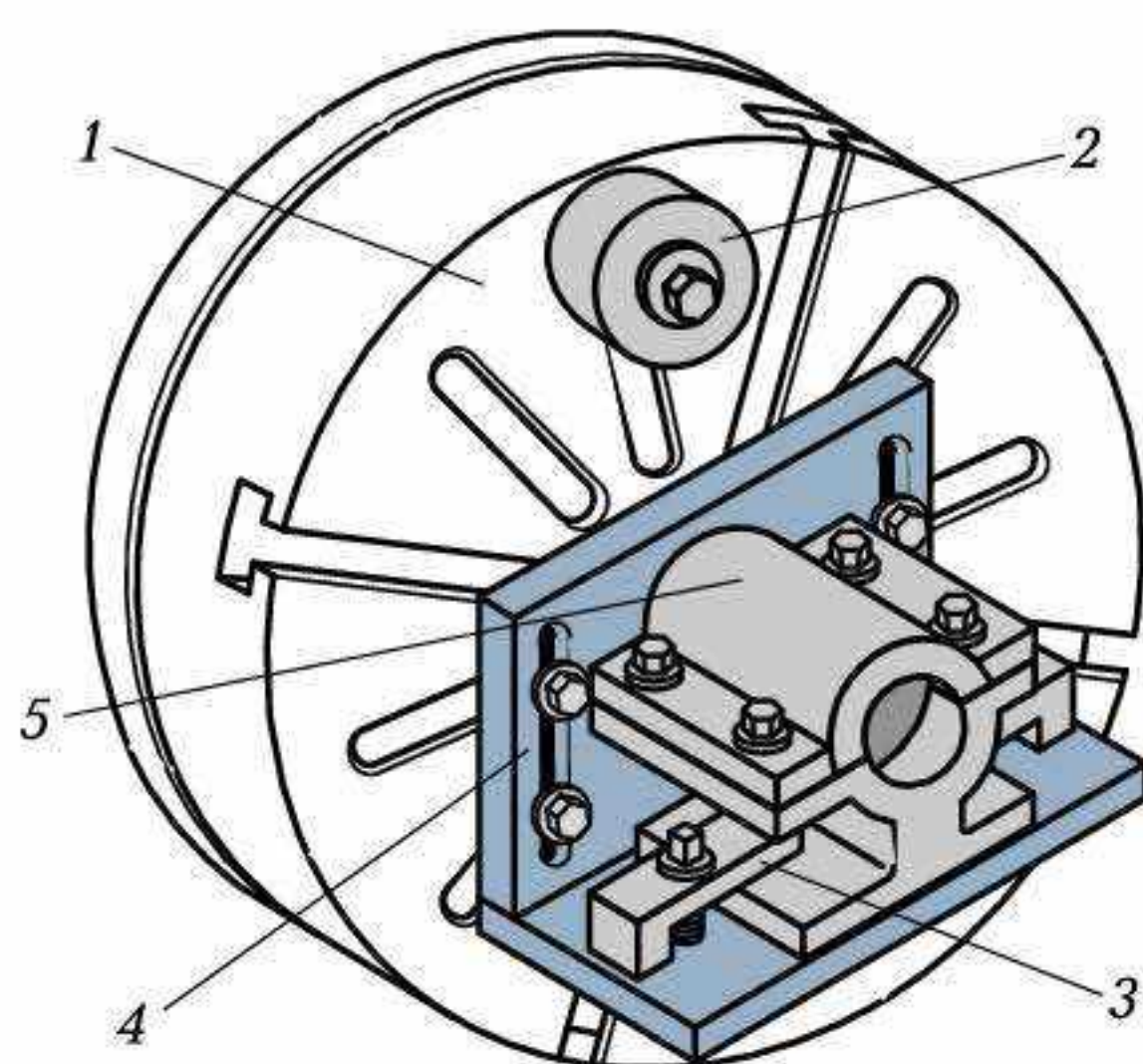


Рис. 9.3. Установка заготовки на угольнике:

1 — планшайба; 2 — противовес; 3 — прихват; 4 — угольник; 5 — заготовка

тановку заготовки производят на **угольнике** (рис. 9.3). Рабочие плоскости угольника — взаимно-перпендикулярные.

Угольник крепят болтами к планшайбе за вертикальную плоскость, а заготовку к горизонтальной плоскости угольника. Угольник и заготовку уравнивают противовесом. Положение заготовки выверяют рейсмасом.

9.3. УСТАНОВКА НЕЖЕСТКИХ ВАЛОВ

Нежесткими называются валы, которые в процессе обработки прогибаются под давлением резца и собственного веса. Вал считается нежестким, если $\frac{L}{d} > (10 - 12)$, где L — длина детали; d — диаметр детали.

Чтобы заготовка не отжималась во время обработки, нежесткий вал закрепляют не только в центре или патроне, но еще поджимают специальными приспособлениями, называемыми *люнетами* (рис. 9.4).

Отжим заготовки может привести к тому, что у обработанного вала будет увеличен размер в средней части, т.е. появится бочкообразность, могут возникнуть сильные вибрации при обработке и заготовка даже может вырваться из центров.

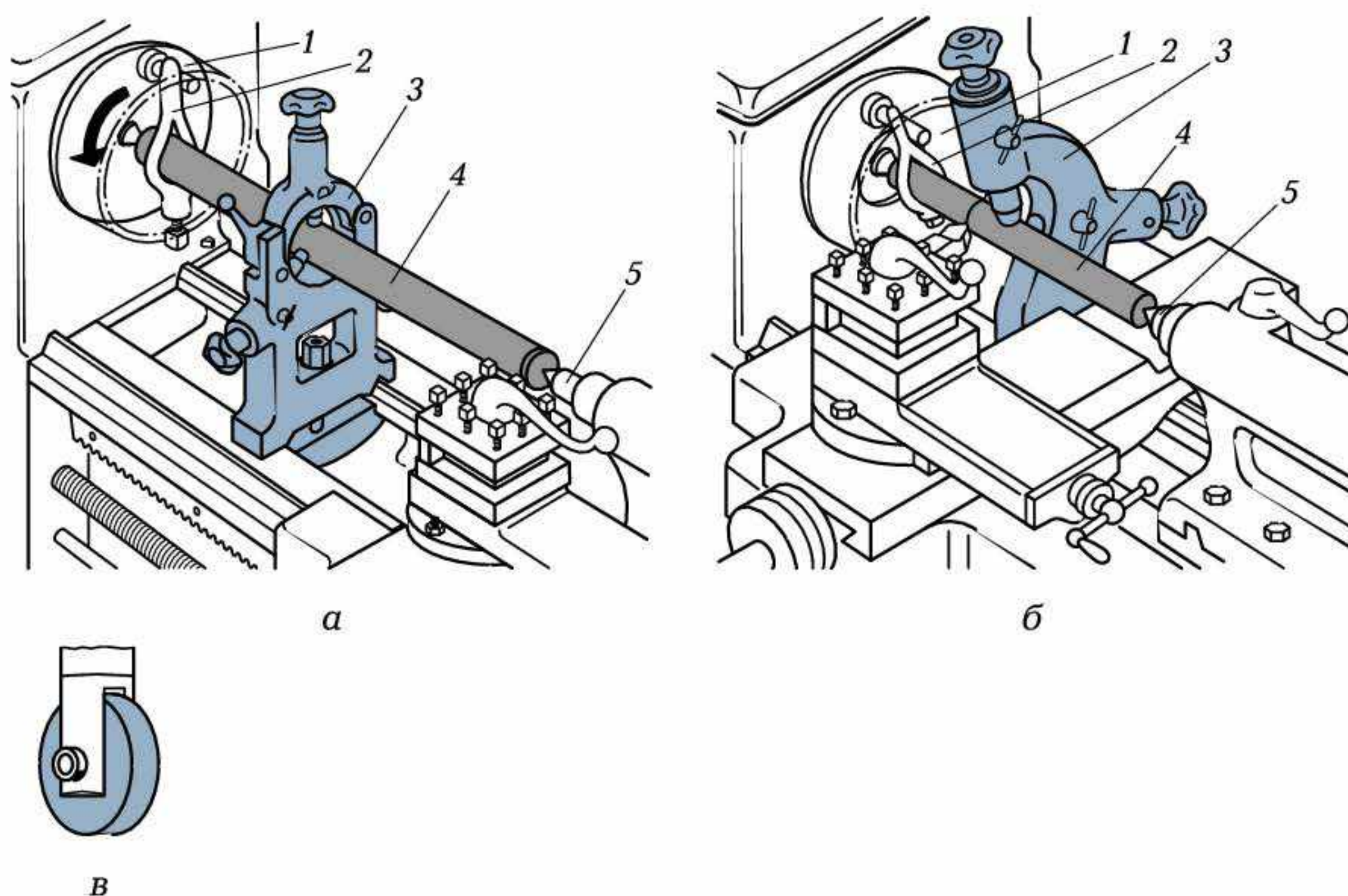


Рис. 9.4. Обработка нежестких валов, закрепленных в центрах и люнетах:

а — в неподвижном люнете; *б* — в подвижном люнете; *в* — роликовый кулачок люнета; 1 — планшайба; 2 — хомут; 3 — люнет; 4 — заготовка; 5 — задний центр

Люнеты бывают неподвижные, закрепляемые на направляющих станины (рис. 9.4, *а*), и подвижные, закрепляемые на каретке суппорта и движущиеся вместе с ним (рис. 9.4, *б*).

Обработка валов в люнетах требует определенного навыка и аккуратности, так как малейший пережим одного из кулачков может вызвать прогиб заготовки и дефект детали.

Роликовые кулачки люнета должны касаться обработанной поверхности, поэтому перед установкой люнета сначала следует либо проточить шейку вала под люнет на пониженных режимах резания, либо надеть люнетную втулку и закрепить ее на валу винтами. Перед установкой кулачков нужно проверить биение наружной поверхности втулки. Обработку вала осуществляют за несколько переходов (сначала с одной стороны, затем заготовку переворачивают и обработку производят с другой стороны).

Черновую обработку нежесткого вала и подрезание торцевой поверхности рекомендуется выполнять с помощью неподвижного люнета, а чистовую — с помощью подвижного люнета.

9.4. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСЦЕНТРИКОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Эксцентрикowymi называются детали, у которых оси отдельных поверхностей смещены параллельно осям других поверхностей. К таким деталям относятся, например, коленчатые валы, в которых оси шатунных шеек смещены относительно осей коренных шеек (рис. 9.5).

Обработку эксцентриковых дисков осуществляют различными способами, используя закрепление заготовок в четырехкулачковом патроне, на оправке, в трехкулачковом патроне.

Предварительно обточенный диск зажимают в *четырёхкулачковом патроне* с выверкой положения его центра O_2 рейсмасом. Затем патрон ставят так, чтобы два его кулачка расположились горизонтально, а к заготовке подводят резец или металлический стержень, закрепленные в резцедержателе.

По лимбу поперечного суппорта замечают деление, соответствующее соприкосновению стержня с заготовкой. Рукояткой поперечного суппорта отводят стержень к себе на величину эксцентриситета e (люфт между винтом и гайкой суппорта должен быть выбран), затем кулачки смещают до соприкосновения заготовки со стержнем. Соприкосновение контролируют куском бумаги, защемленным между стержнем и заготовкой: бумага должна извлекаться с небольшим сопротивлением. Теперь центр O_1 эксцентричного отверстия будет находиться против оси шпинделя и эксцентриситет e будет выдержан, следовательно, можно обрабатывать отверстие. Точнее смещение кулачков контролируют индикатором (с точностью до 0,01 мм), закрепленным в резцедержателе.

Если диск имеет предварительно обработанное отверстие, то обрабатывают наружную поверхность диска, установив его отверстием на *оправку*, имеющую две пары центровых отверстий, расстояние между осями которых равно эксцентриситету. Оправку устанавливают в центрах, расположенных вдоль оси заготовки. Вначале обрабатывают одну из частей заготовки, затем ее перезакрепляют, устанавливая центры по другим центровым отверстиям и обрабатывают другую часть.

Для обработки эксцентриковой детали и заготовки, закрепленной в *трехкулачковом патроне*, необходимо под один из кулачков подложить мерную пластину.

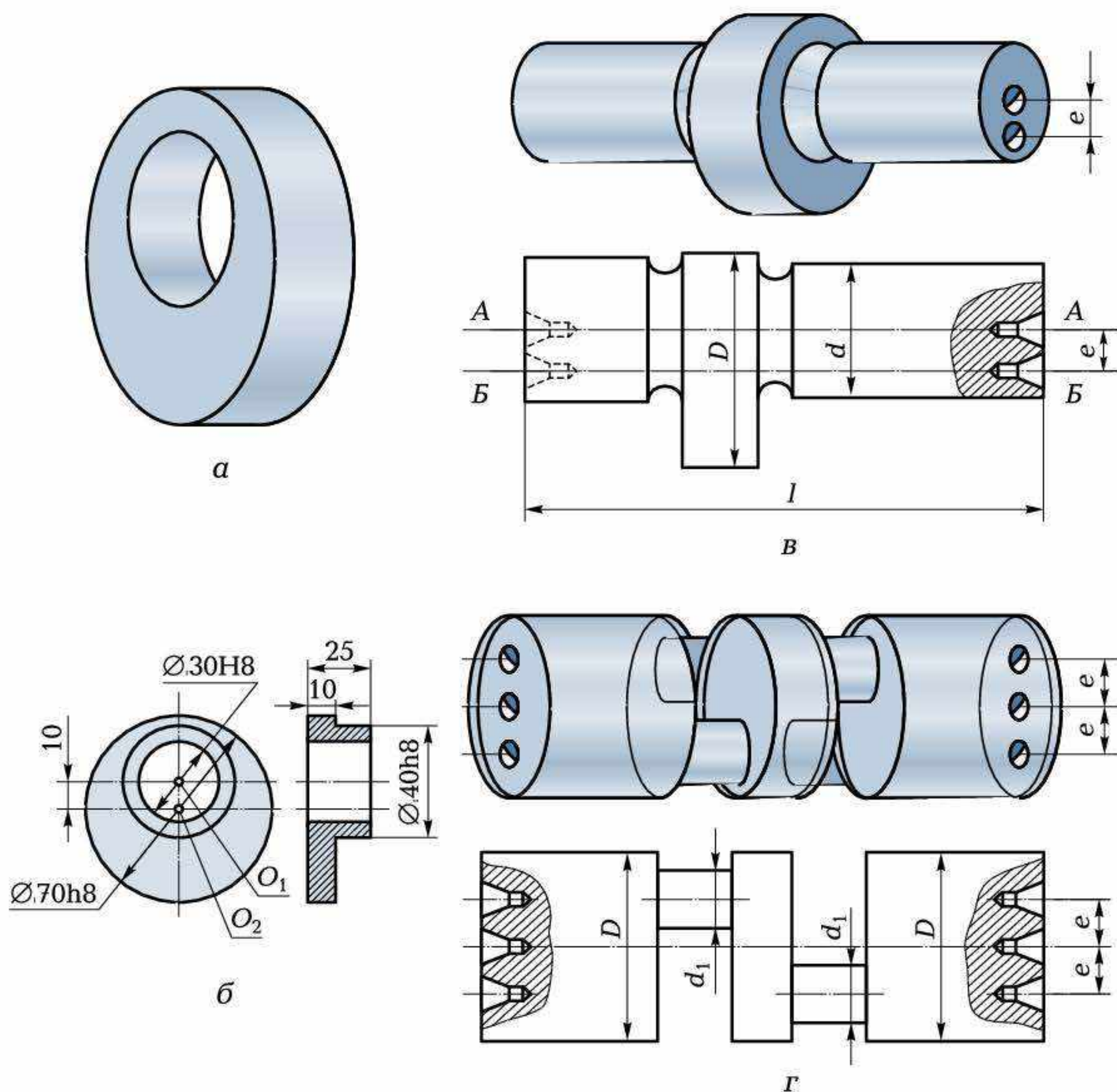


Рис. 9.5. Эксцентровые детали:

а — эксцентриковый диск без ступицы; *б* — со ступицей; *в* — эксцентриковый вал; *г* — коленчатый вал; O_1 — центр смещенного отверстия; O_2 — центр диска; e — эксцентриситет; *А—А* — ось коренных шеек; *Б—Б* — ось шатунной шейки; d , d_1 , D — диаметры цилиндрических поверхностей детали

Толщина пластины рассчитывается по формуле

$$h = 1,5e \left(1 + \frac{e}{2D} \right),$$

где h — толщина мерной пластины; e — величина эксцентриситета; D — диаметр заготовки.

9.5. УСТАНОВКА ЗАГОТОВОК ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В ТОНКОСТЕННЫХ ВТУЛКАХ

При растачивании отверстия в тонкостенной втулке, установленной в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, происходит искажение обработанного отверстия — оно приобретает огранку. Это происходит в результате деформации стенок втулки кулачками патрона. При обработке отверстие получает цилиндрическую форму, но после извлечения детали из кулачков патрона деформированные стенки втулки занимают прежнее положение, а обработанное отверстие приобретает огранку (рис. 9.6).

Для устранения возникающего дефекта рекомендуется закреплять тонкостенные втулки в приспособлениях, в которых нагрузка распределяется более равномерно, например, в патронах с широкими сегментными или удлиненными кулачками (рис. 9.7, а, б).

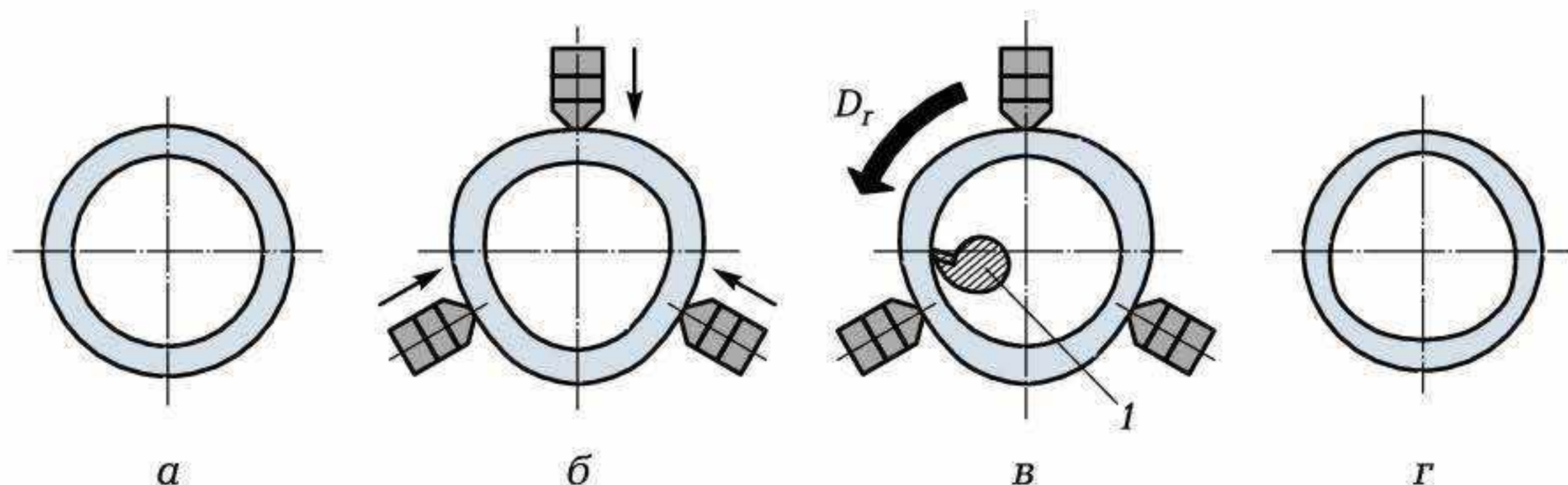


Рис. 9.6. Деформации, возникающие в процессе обработки тонкостенной втулки:

а — втулка до зажима в трехкулачковом патроне; б — втулка зажатая в патроне; в — процесс растачивания; г — втулка после освобождения из патрона; 1 — резец; D_r — главное движение

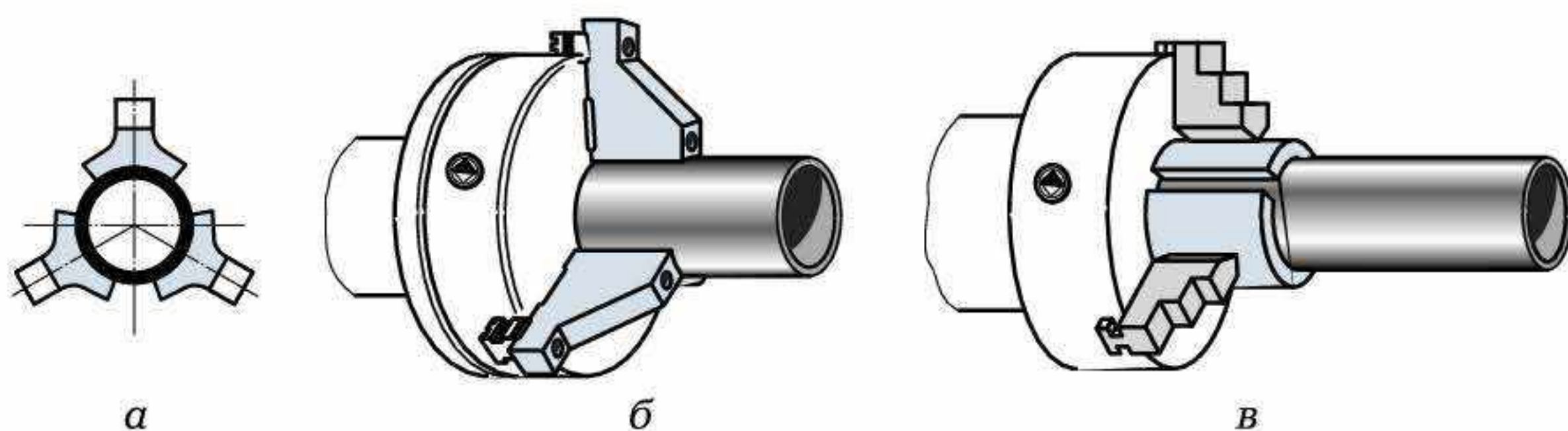


Рис. 9.7. Способы закрепления тонкостенных втулок:

а — при помощи широких (сегментных) кулачков; б — при помощи удлиненных кулачков; в — в разрезной втулке

Можно также увеличивать толщину стенок, надевая на заготовку *разрезную втулку* (рис. 9.7, в).

Наиболее качественно отверстие в тонкостенной втулке получается при ее закреплении в *гидропластовый патрон* по ранее обработанной наружной поверхности.

9.6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЛОЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ УСТАНОВОЧНЫХ БАЗ

В процессе обработки иногда приходится устанавливать заготовки по имеющимся сложным поверхностям, к которым относятся шлицевые, резьбовые, конические, фасонные, накатанные поверхности. Эта необходимость возникает по разным причинам, вызванным служебным назначением детали. Например, если обрабатывают венцы блока зубчатых колес, который имеет поступательное перемещение вдоль оси вала по шлицевой поверхности, для уменьшения биения при обработке желательно устанавливать его на шлицевую оправку. В этом случае биение будет наименьшим (рис. 9.8).

При необходимости обработать наружную поверхность соосно с обработанной конической поверхностью отверстия используют закрепление на *конической оправке*.

Коническая поверхность как чистовая база обеспечивает точное центрирование, быстроту и надежность крепления заготовок.

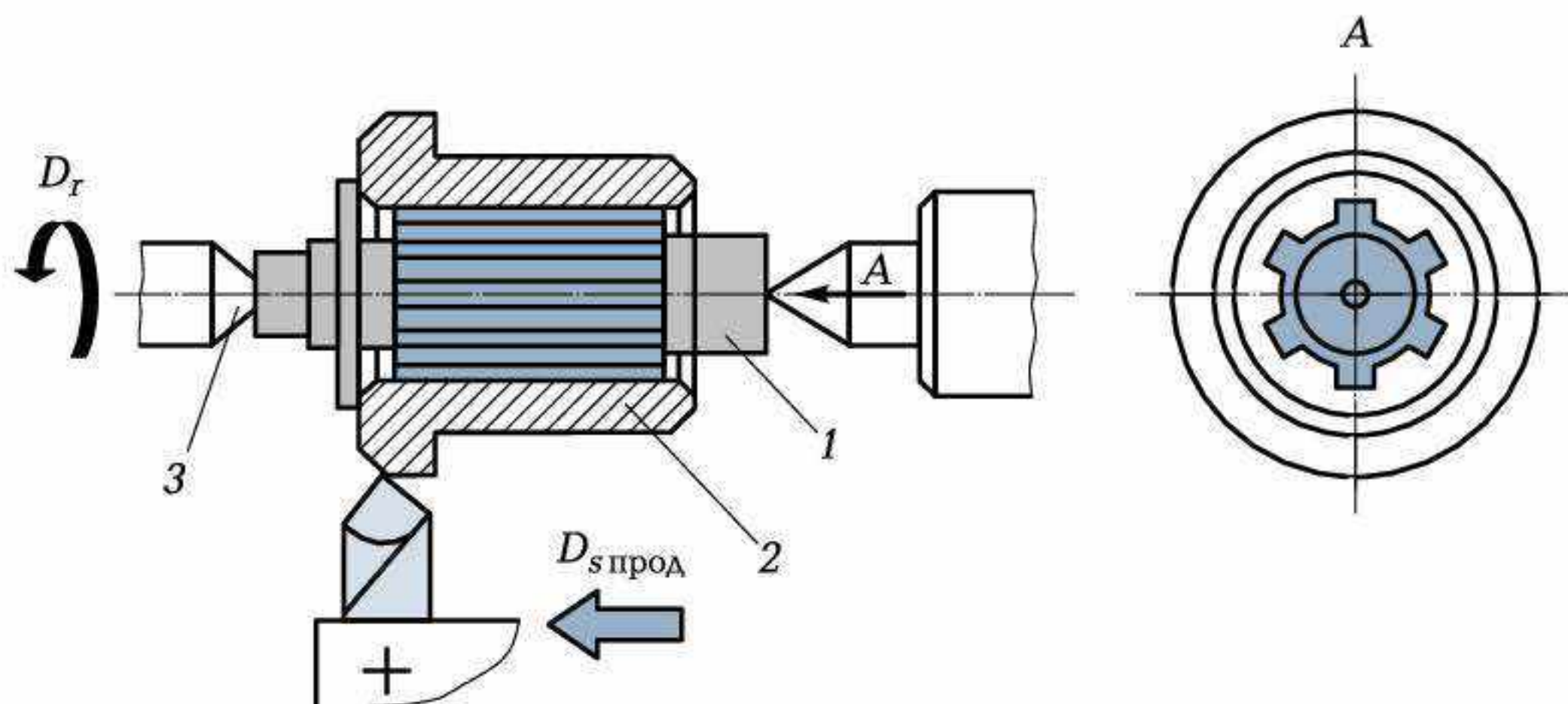


Рис. 9.8. Установка заготовок по шлицевой поверхности оправки:

1 — шлицевая оправка; 2 — заготовка; 3 — центр; $D_{s \text{ прод}}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение

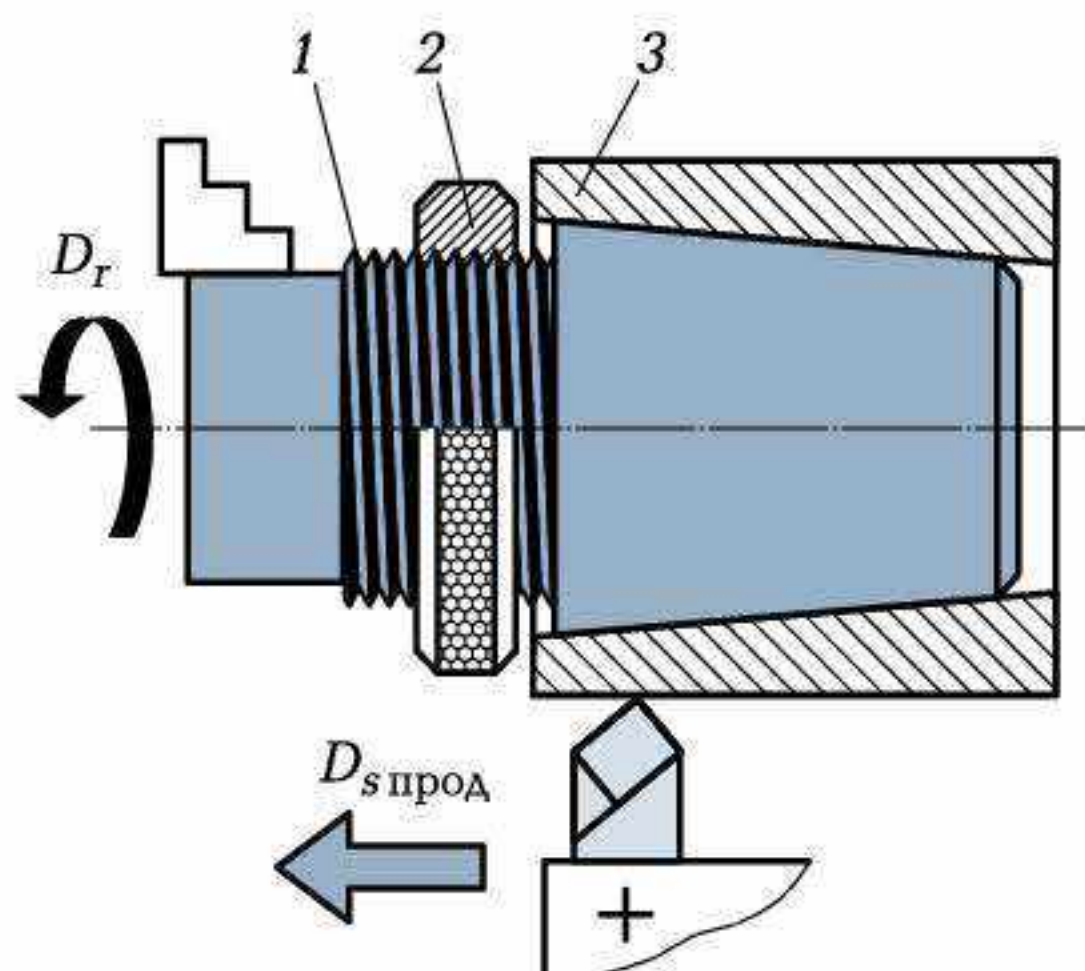


Рис. 9.9. Установка заготовки по конической поверхности оправки:
1 — оправка; 2 — сталкивающая гайка; 3 — заготовка; $D_{с прод}$ — движение продольной подачи; D_r — главное движение

Если в процессе обработки под давлением сил резания происходит заклинивание заготовки, то для снятия ее с приспособления используют сталкивающую гайку (рис. 9.9).

При необходимости установить заготовку по конической или фасонной поверхностям в *трехкулачковом патроне* используют расточенные сырые кулачки, внутренние поверхности которых соответствуют наружным поверхностям закрепляемых заготовок.

Для базирования заготовки по резьбовой поверхности применяют *резьбовые оправки*, причем резьбу на этих оправках нареза-

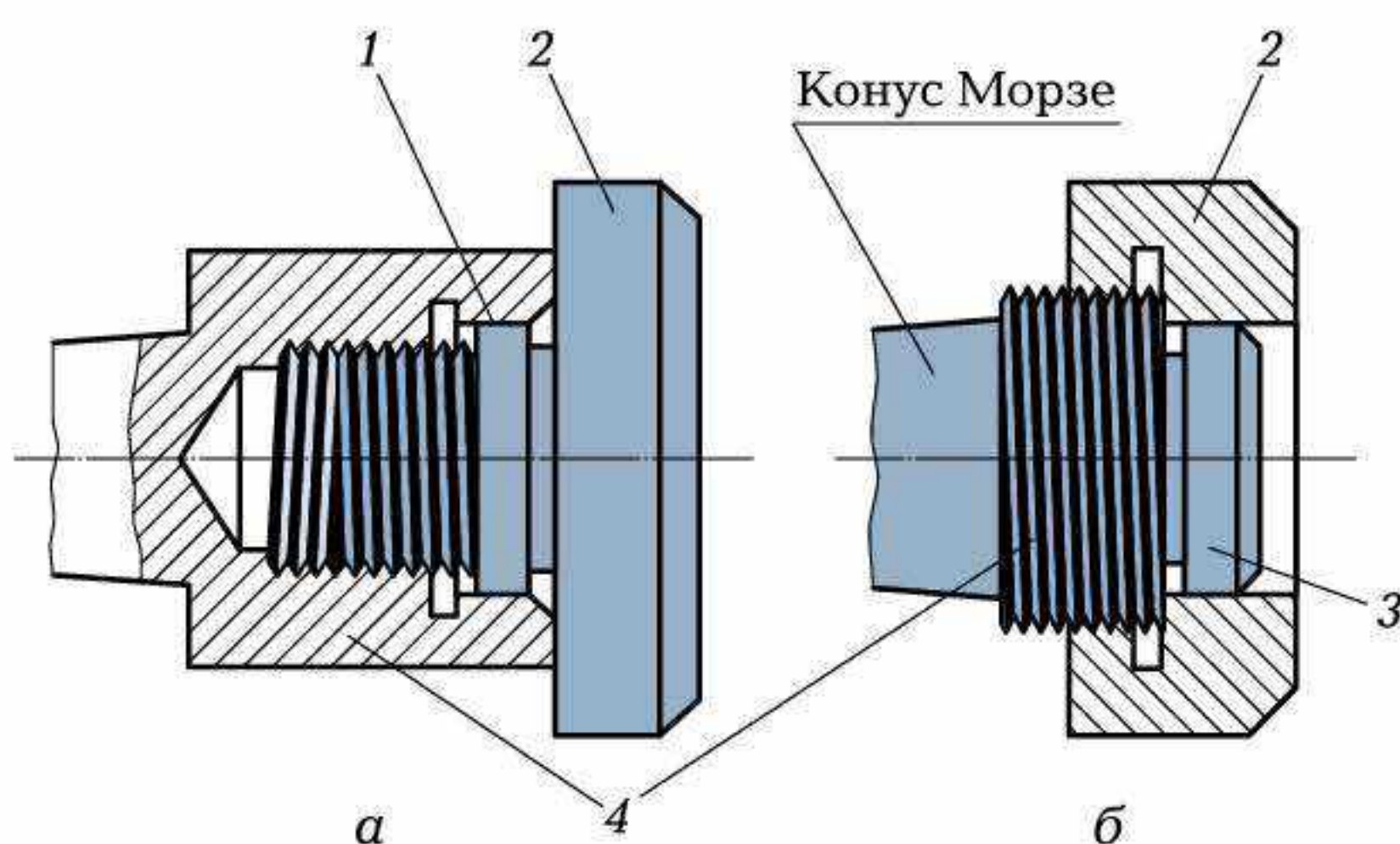


Рис. 9.10. Установка заготовки по резьбовой поверхности:

а — установка заготовки с наружной резьбой; б — установка заготовки с внутренней резьбой; 1 — центрирующая выточка; 2 — заготовка; 3 — центрирующая цапфа; 4 — резьбовая оправка

ют непосредственно на том станке, на котором обрабатывают данную заготовку. Это обеспечивает необходимую соосность резьбовой поверхности заготовки с другими ее поверхностями. Для точного центрирования при базировании по резьбе на заготовке должен быть цилиндрический поясok (цапфа) или выточка, а на оправке аналогичная контрповерхность (рис. 9.10).

При использовании в качестве установочной базы накатанной поверхности заготовку зажимают в кулачках патрона через разрезную втулку, чтобы не повредить рифления.

При использовании сложной установки можно достичь высокой точности обработки и добиться, чтобы обработанные детали выполняли свое служебное назначение.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой формы заготовки устанавливают и закрепляют с помощью четырехкулачкового патрона?
2. Какие дефекты могут возникнуть при обработке нежестких валов?
3. С какой целью используют люнеты?
4. Какие детали называют эксцентриковыми?
5. Почему отверстие, обработанное в тонкостенной втулке, приобретает огранку?

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

10.1. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Повышение производительности труда — одна из основных задач, которую должен решать рабочий в современном производстве. Производительность труда в машиностроении определяется числом деталей, обработанных на станке за единицу времени. Повышение производительности труда происходит, когда увеличивается число изготовленных деталей за единицу времени.

Время, затрачиваемое на изготовление одной детали, — *штучное время* ($t_{шт}$), складывается из нескольких составляющих:

- подготовительно-заключительного времени ($t_{п.з.}$), необходимого для изучения чертежа, определения технологии обработки, выбора приспособлений, режущего и контрольно-измерительного инструментов (затрачивается 1 раз на всю партию деталей, подлежащих обработке);
- основного времени ($t_{осн}$) — времени, используемого непосредственно на процесс резания;
- вспомогательного времени ($t_{всп}$), затрачиваемого на установку приспособлений, заготовки, инструмента, выверку взаимного положения и т. д.;
- времени обслуживания рабочего места ($t_{обсл}$);
- времени перерывов на отдых и личные надобности ($t_{отд}$).

Следовательно штучное время

$$t_{шт} = t_{п.з.} + t_{осн} + t_{всп} + t_{обсл} + t_{отд}.$$

Повышение производительности труда осуществляется за счет сокращения основного и вспомогательного времени, так как они

составляют бóльшую часть штучного времени, затраченного на обработку.

Основными путями повышения производительности труда являются:

- повышение уровня комплексной автоматизации и механизации технологических процессов. Автоматизация операции осуществляется за счет применения автоматических загрузочных, зажимных и других устройств, полуавтоматических и автоматических циклов обработки, обработки заготовок с применением быстросменных или групповых накладок;
- сокращение затрат времени на управление станком, которое достигается применением ускоренных холостых ходов, автоматизацией обработки на различных циклах; применением мнемонического однорукояточного управления и другими методами;
- создание новых, более совершенных и технологичных конструкций машин;
- расширение применения станков автоматов и полуавтоматов, а также станков с программным управлением;
- увеличение числа автоматических линий и заводов-автоматов;
- повышение режимов резания за счет улучшения старых и создания новых конструкций режущих инструментов, применения твердосплавных, минералокерамических и алмазных инструментов;
- совершенствование приспособлений и методов контроля;
- получение заготовок пластической деформацией (штамповкой, высадкой, выдавливанием, накатыванием и т. д.), точным литьем, профильным прокатом и другими прогрессивными методами;
- непрерывное совершенствование действующих и внедрение новых прогрессивных технологических процессов;
- повышение технологичности конструкций.

Конфигурация деталей должна определяться поверхностями простых форм. Базовые поверхности должны иметь достаточную протяженность и давать возможность производить быструю установку заготовки.

Обрабатываемые поверхности детали должны быть открытыми, доступными для прохода режущего инструмента при врезании и для его выхода.

Необходимо соблюдение условия единства конструкторских, технологических и измерительных баз.

Деталь должна обладать достаточной прочностью во избежание деформаций. Должен быть правильно подобран материал заготовки. Для рационального выбора метода обработки желательно:

- увеличить число одновременно обрабатываемых заготовок;
- увеличить число одновременно работающих инструментов;
- уменьшить длину рабочего хода, приходящегося на одну деталь, за счет рационального расположения заготовок;
- уменьшить величины врезания и перебега;
- выбрать оптимальный для заданных условий вариант технологического процесса и др.

Повышение производительности труда зависит не только от специалистов, которые используют все вышеуказанные факторы, но и от самих рабочих, которые часто являются изобретателями и рационализаторами производства.

Рассмотрим пути повышения производительности труда, которые используют токари при обработке деталей.

10.2. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Значительно сократить основное время обработки на токарном станке можно, используя *силовое точение* — обработку при большой подаче резца.

Геометрия резца для силового точения предложена токарем-новатором В. А. Колесовым.

Такой резец имеет дополнительную режущую кромку с углом в плане $\varphi' = 0$. Длина этой кромки должна превышать подачу (рис. 10.1). При обработке с большой подачей дополнительная кромка зачищает шероховатости, оставленные главной режущей

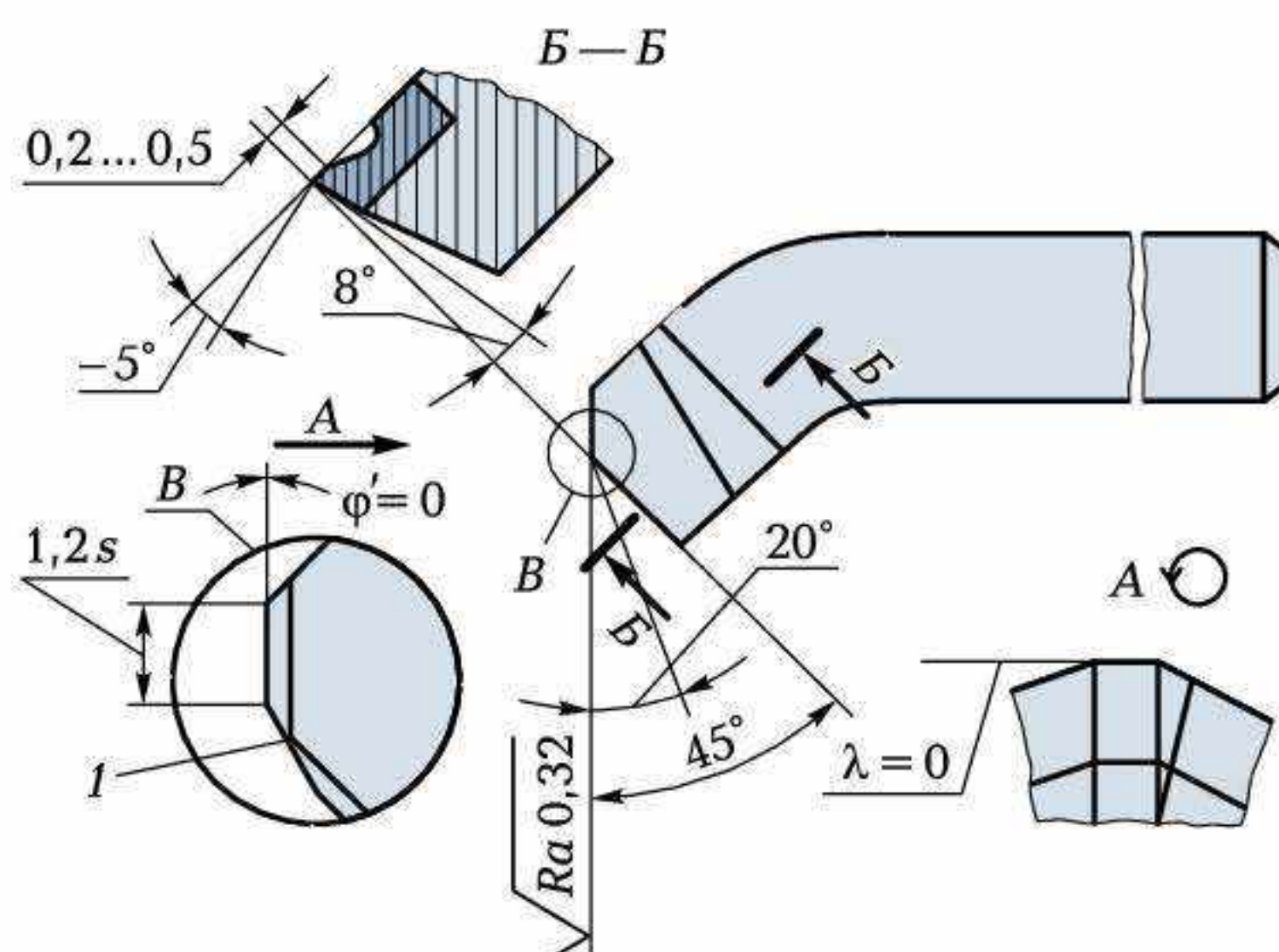


Рис. 10.1. Резец с дополнительной режущей кромкой:

1 — дополнительная кромка; ϕ' — вспомогательный угол в плане; s — величина подачи; λ — угол наклона главной режущей кромки

кромкой. Дополнительную кромку тщательно доводят и устанавливают строго параллельно оси заготовки.

Силовое точение вызывает большое усилие сопротивления подаче, поэтому использование этого метода возможно только на достаточно мощных токарных станках.

Ротационное точение вращающимися (ротационными) резцами применяется при обработке труднообрабатываемых материалов (жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и т.п.), когда к стойкости режущего инструмента предъявляются повышенные требования. Особенность ротационного резца заключается в том, что его режущая кромка имеет вид окружности. Резец установлен в державке свободно на подшипниках качения (рис. 10.2). Под действием сил трения, возникающих в процессе резания в местах контакта круглой режущей кромки резца с заготовкой, резец увлекается во вращение и автоматически обрабатывает заготовку.

Непрерывная смена рабочего участка режущей кромки создает интенсивный теплоотвод из зоны резания, это обеспечивает значительное повышение стойкости резца.

При *точении многокромочными резцами*, имеющими несколько режущих кромок, предназначенных для обработки различных поверхностей, производительность труда повышается за счет совмещения выполнения различных переходов (рис. 10.3).

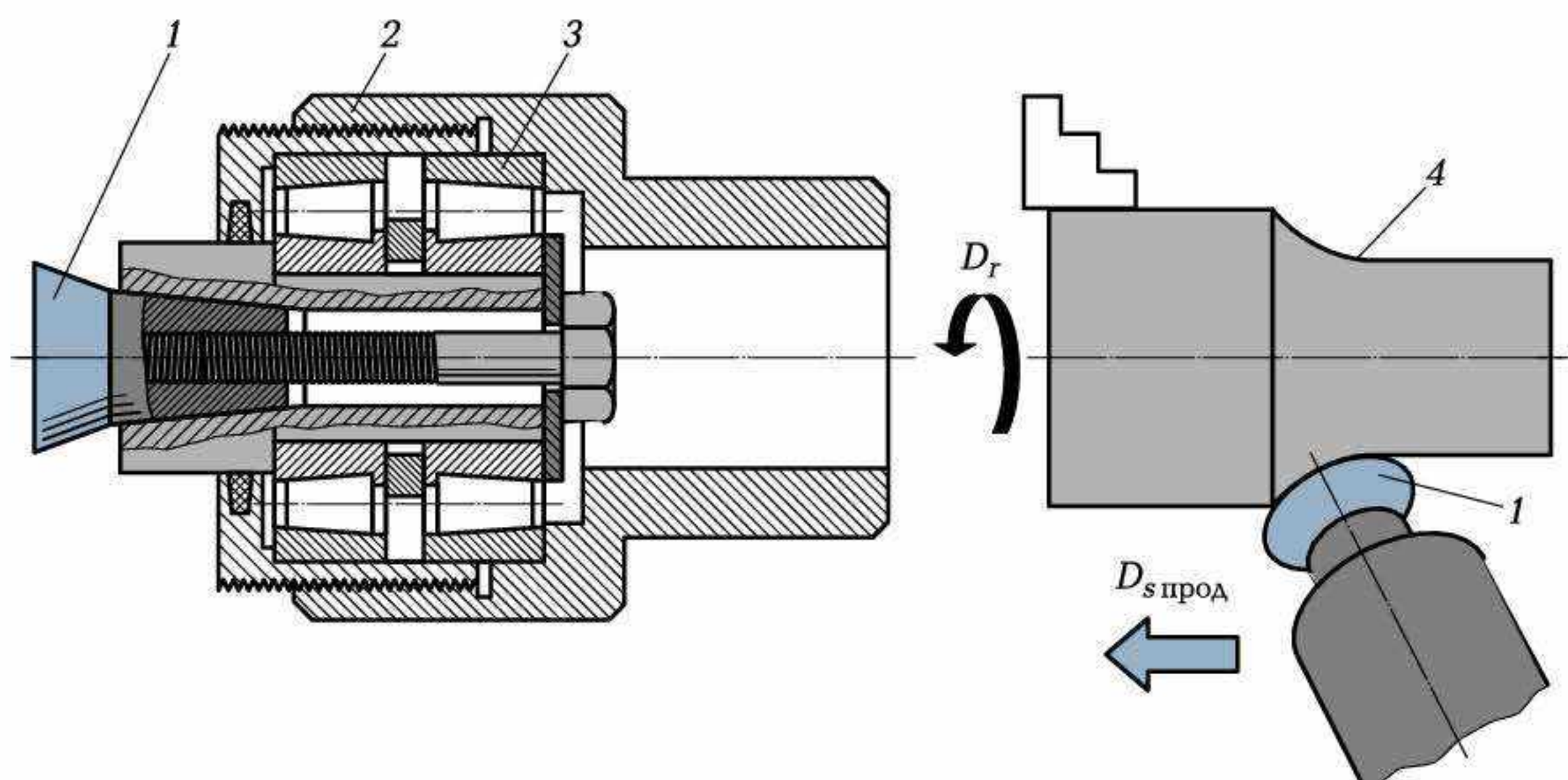


Рис. 10.2. Ротационный резец:

1 — ротационный резец; 2 — державка; 3 — подшипники; 4 — заготовка; D_r — главное движение; $D_{s \text{ прод}}$ — движение продольной подачи

Точение с применением *многорезцовых наладок* позволяет обрабатывать одну поверхность несколькими резцами. Обработка может производиться с расчленением припуска по длине (рис. 10.4, а).

Одну поверхность обрабатывают двумя-тремя резцами, каждый из которых протачивает только часть длины этой поверхности. Предварительно резцы врезаются на заданную глубину при ручной поперечной подаче. Резцы закрепляют в резцедержателе непосредственно или при помощи дополнительных державок. Сокращение основного времени происходит за счет уменьшения длины пути, который должен был бы пройти один резец.

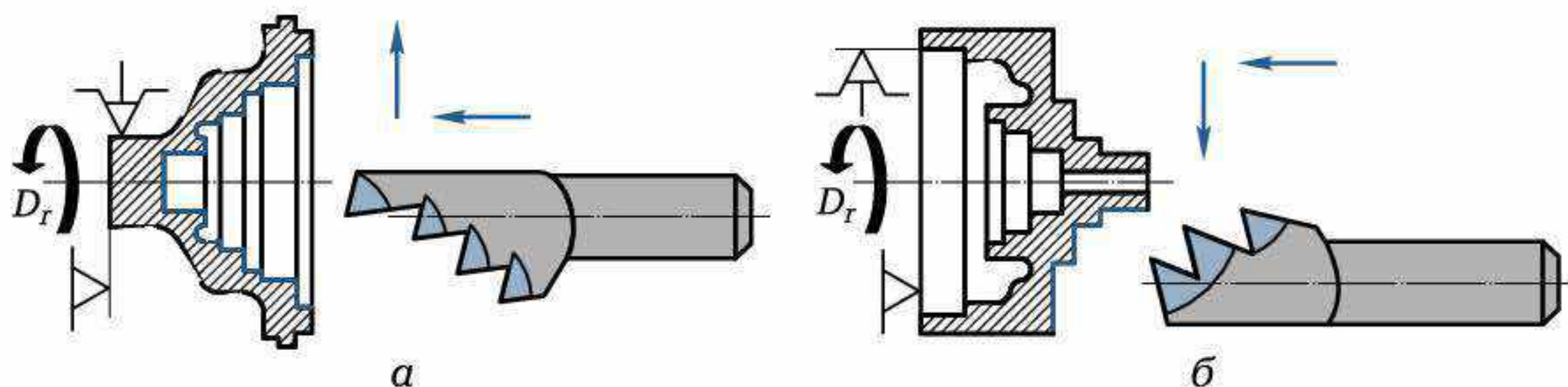


Рис. 10.3. Многокромочные резцы, используемые при обработке поверхностей разного диаметра:

а — растачивание ступенчатого отверстия; б — точение ступенчатой наружной поверхности; D_r — главное движение; стрелками показано направление перемещения резцов

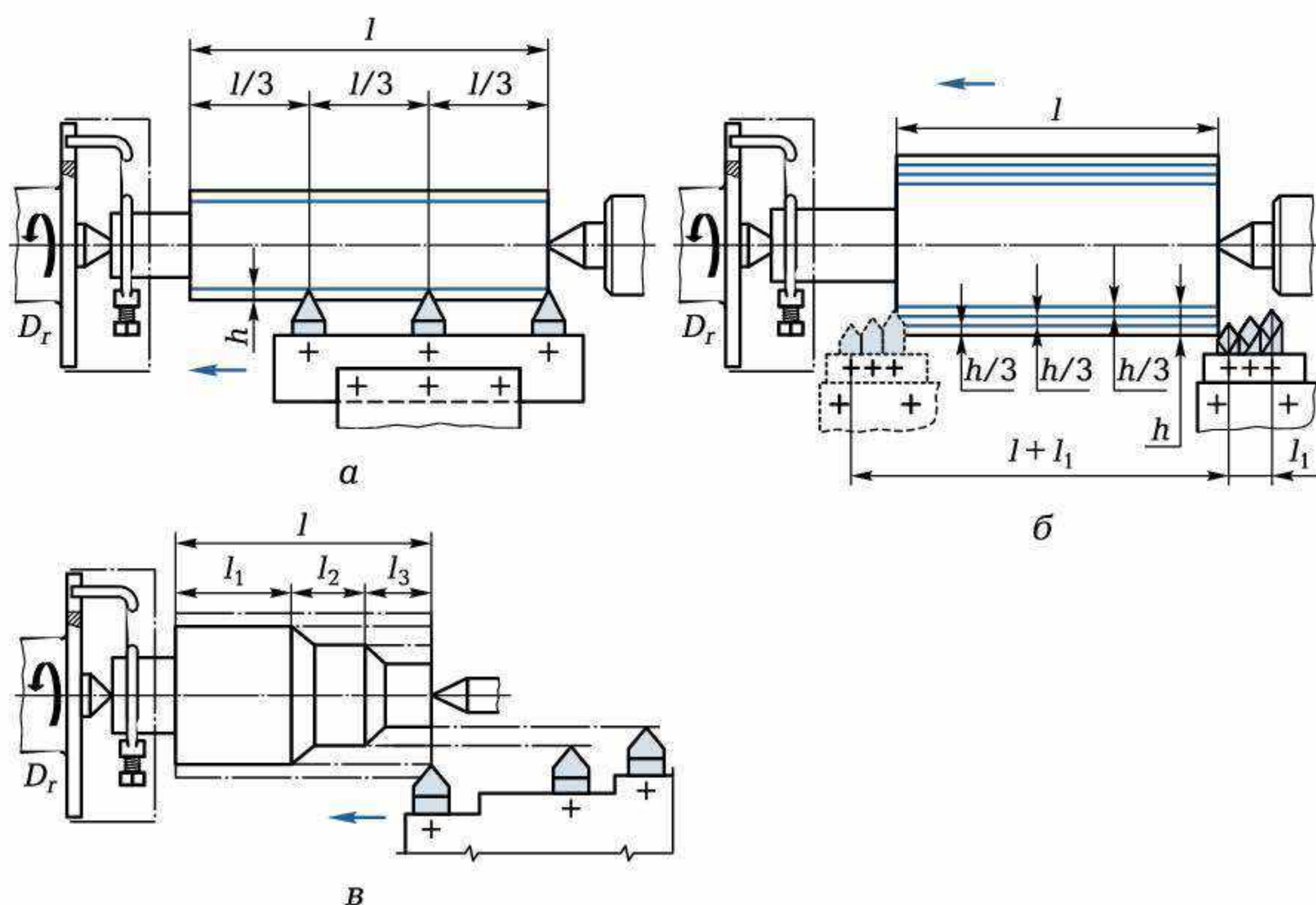


Рис. 10.4. Обработка заготовок с использованием многорезцовых наладок:

а — расчленение припуска по длине; б — расчленение припуска по глубине; в — обработка ступенчатого вала; l — длина детали, которую необходимо обработать; h — припуск на обработку; l_1, l_2, l_3 — длины ступеней вала; D_r — главное движение; стрелками показаны направления перемещений резцов

Часто используется обработка заготовки с расчленением припуска по глубине (рис. 10.4, б).

Два или три резца устанавливаются в державке с различным вылетом: каждый резец срезает часть общего припуска на всей длине детали, после обработки всеми резцами припуск будет снят на полную глубину. В этом случае основное время сокращается за счет уменьшения числа рабочих ходов.

Возможна многорезцовая обработка заготовок ступенчатых деталей. Каждый резец выставляется на определенный диаметр и обтачивает одну ступень (рис. 10.4, в).

При указанном способе обработки основное время сокращается за счет уменьшения общей длины пути перемещения резца и сокращения числа рабочих ходов.

Для сокращения основного времени обработки иногда используют *задний резцедержатель*, в который устанавливаются дополнительные резцы, осуществляющие обработку поверхно-

стей заготовки одновременно с резцами, установленными в резцедержателе.

Повышение производительности труда возможно также за счет *рационального выбора режимов резания*.

Наряду со способами сокращения основного времени, рассмотренными в этой главе, возможно использование и других методов, описанных в других главах учебного пособия.

Повышение производительности труда при обработке на токарных станках осуществляется также за счет *сокращения вспомогательного времени обработки*.

Вспомогательное время обработки уменьшается при использовании типовых технологических процессов. Типовой технологи-

Эскизы деталей группы	Переходы									Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	Подрезание торца	Обтачивание поверхности	Обтачивание поверхности	Сверление отверстия	Сверление отверстия	Растачивание конуса	Обтачивание поверхности	Обтачивание фаски	Отрезание	
	◆	◆		◆					◆	
	◆	◆	◆	◆			◆		◆	
	◆	◆	◆	◆					◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆			◆	
	◆	◆	◆	◆		◆			◆	
	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	

Рис. 10.5. Типовой технологический процесс обработки группы деталей типа «втулка»:
1—9 — переходы, необходимые для обработки поверхностей детали

ческий процесс разрабатывается не на отдельную деталь, а на группу деталей с общими конструктивными признаками, которые могут быть изготовлены на однотипном оборудовании при помощи одних и тех же приспособлений и режущих инструментов. При подборе деталей в группу учитывают их форму, размеры, точность изготовления и шероховатость поверхностей.

На основе чертежей группы деталей разрабатывается чертеж комплексной детали, которая содержит все поверхности, присущие деталям группы. Технологический процесс механической обработки разрабатывают на эту комплексную деталь, и станок налаживают для изготовления этой детали. Такая наладка называется *групповой* (рис. 10.5). При изготовлении конкретной детали из группы требуется лишь небольшая подналадка станка.

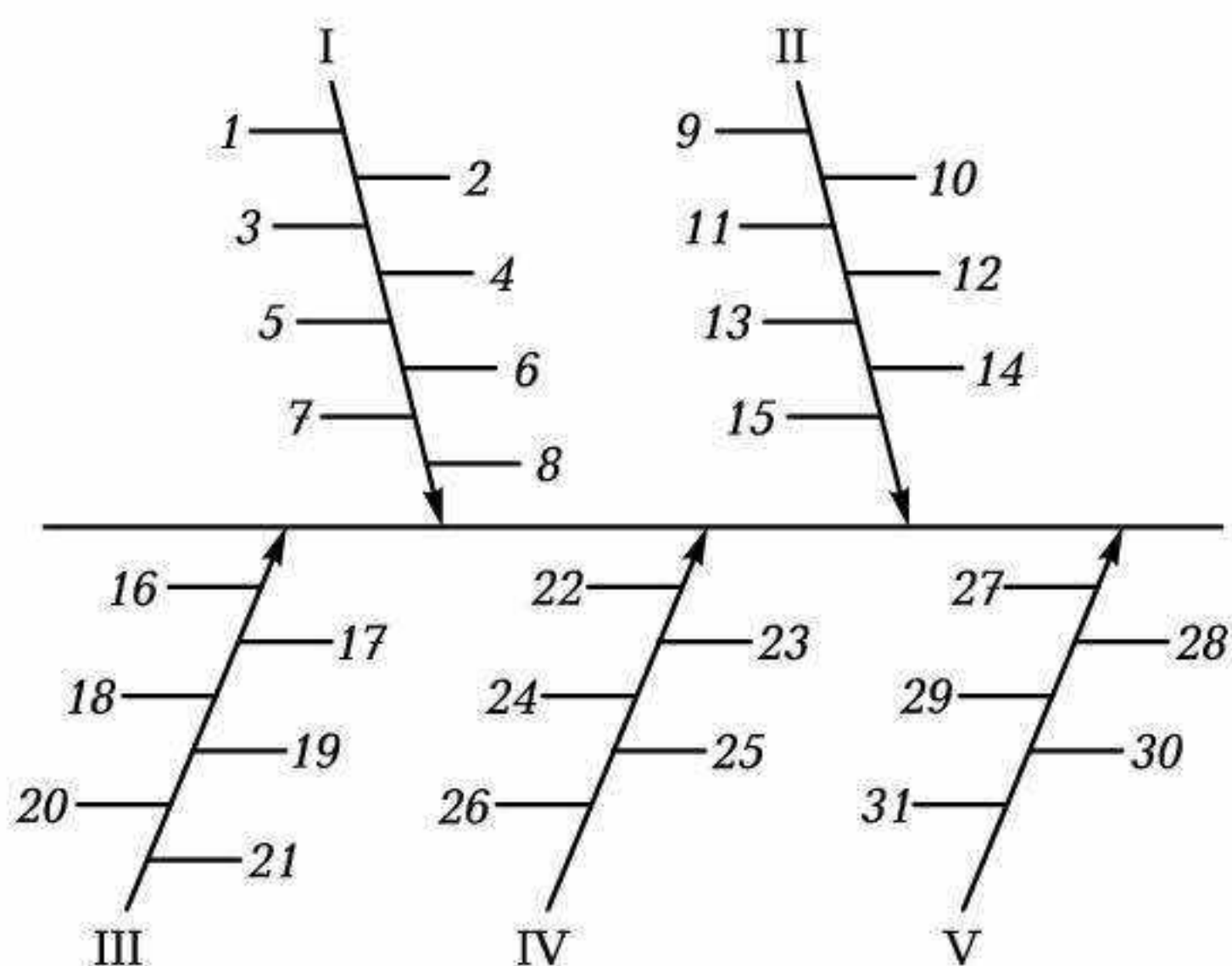


Рис. 10.6. Причинно-следственная диаграмма:

I — оборудование; II — режущий инструмент; III — заготовка; IV — человеческий фактор; V — измерительный инструмент; 1 — степень износа станка; 2 — срок службы; 3 — тип станка; 4 — сложность ремонта; 5 — жесткость системы СПИЗ; 6 — габаритные размеры станка; 7 — точность; 8 — цвет окраски узлов; 9 — вид резца; 10 — износ резца; 11 — твердость режущей части; 12 — сложность конструкции; 13 — углы заточки; 14 — материал, из которого изготовлен резец; 15 — форма передней поверхности; 16 — вид заготовки; 17 — состав материала, из которого изготовлена заготовка; 18 — твердость поверхностного слоя; 19 — качество поверхностного слоя; 20 — дефекты заготовки; 21 — равномерность припуска; 22 — заказчик; 23 — наладчик; 24 — отношение к работе; 25 — оплата труда работников; 26 — точность изготовления инструмента; 27 — точность измерения; 28 — степень износа инструмента; 29 — четкость нанесения штрихов на шкале; 30 — конструкция инструмента

Сократить время на установку инструмента позволяет использование револьверной головки, в гнездах которой устанавливаются различные инструменты в определенной технологической последовательности. Возможна установка от 6 до 12 инструментов, их замена производится поворотом револьверной головки.

Сокращение времени на измерение длин ступеней деталей, имеющих несколько цилиндрических поверхностей разных диаметров, достигается использованием поворотного барабанного упора с регулируемыми винтами (рис. 10.6), которые ограничивают подачу каретки суппорта. Упорные винты выставляются из барабана на различную длину, соответствующую пути перемещения резца для обработки поверхностей ступеней разного диаметра у изготавливаемых деталей. Наладку упора производят по изготовленной детали, после этого контролируют правильность обработки выборочно.

Особенно эффективным путем повышения производительности труда является использование *быстрозажимных пневматических и гидравлических приспособлений*, которые позволяют значительно ускорить процесс закрепления заготовки.

Например время, затрачиваемое для закрепления заготовки в пневматическом патроне, в 1,5 раза меньше, чем в трехкулачковом самоцентрирующем патроне.

10.3. КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ПУТИ ЕГО ПОВЫШЕНИЯ

Эффективным средством ускорения развития экономики является *повышение качества продукции*.

Качество должно стать определяющим фактором XXI в. *Качество продукции* согласно классическому определению, отраженному в международных стандартах, представляет собой совокупность свойств продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности. Это определение опирается на технико-экономическую природу качества продукции. Качество продукции, услуг — это и конкурентоспособность отдельного производителя и страны в целом, это и сбережение ресурсов, и соответственно, повышение эффективности производства, это и безопасность продукции и услуг для человека и окружающей среды, и в конечном счете — качество жизни.

Качество продукции характеризуется основными восьмью показателями. Только в случае, когда все показатели будут соответствовать требованиям, изделие будет иметь высшую категорию.

Показатели качества:

- показатели назначения характеризуют функциональные свойства продукции и определяют условия ее рационального применения;
- показатели надежности включают в себя показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости;
- эргонометрические показатели, к которым относят гигиенические, физиологические, психофизиологические, антропометрические показатели продукции, выражают соответствие ее свойств условиям жизнедеятельности и работоспособности человека;
- эстетические показатели характеризуют информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции и совершенство производственного исполнения. Пример — различные модели автомобилей;
- показатели технологичности выражают обобщенную характеристику рациональности примененных в продукции конструкторских и технологических решений;
- показатели унификации и стандартизации характеризуют насыщенность продукции стандартными и унифицированными составными частями по отношению к оригинальным;
- патентно-правовые показатели выражают степень защиты продукции авторскими свидетельствами и патентами в странах предполагаемого экспорта;
- экономические показатели представляют собой группу показателей, характеризующих народно-хозяйственную экономическую эффективность производства и применения продукции:

$$\frac{П}{З} = Э,$$

где П — польза, полученная от выпуска; З — затраты; Э — эффективность.

$$З < П.$$

Уровень качества продукции является важнейшим показателем всей работы предприятия. Качество продукции зависит от степени использования достижений науки и техники, совершенства конструкции оборудования и технологии, используемых при производстве этой продукции, а также и от культуры производства, добросовестности и умения конструкторов, технологов, организаторов производства, рабочих. Систематическое улучшение качества выпускаемой продукции закладывается на стадии разработки (в чертежах, стандартах, технических условиях и других документах), обеспечивается на стадии изготовления (рациональным технологическим процессом), сохраняется на стадии эксплуатации. Чем больше ошибок конструктора в проекте, тем хуже будет качество изделия, поэтому конструктор должен обладать знаниями в различных областях техники, он должен уметь правильно выбрать материал изделия, правильно указать допуски и установить надлежащие посадки при соединении различных деталей; разработанная деталь должна выполнять свое служебное назначение и быть удобной, красивой, экономичной.

При получении изделий необходимо учитывать различные стадии производства, так как в процессе изготовления задействованы заготовительные, обрабатывающие, контролирующие, сборочные цеха.

При производстве изделий необходимо использовать качественные материалы, современные технологические процессы, оборудование, соответствующее высоким техническим требованиям.

Важным в производстве является этап контроля, так как именно на этом этапе устанавливается качество изделий, проводятся испытания различных параметров и определяется годность изделия к работе.

Для изучения проблем качества создана специальная наука об измерении качества — *квалиметрия* (от латинских слов «качество» и «меряю»).

Житейское знание сводится к установлению фактов и их описанию.

Научное знание не только устанавливает и описывает факты, но и объясняет их. Для этого наука выстраивает факты в систему, за случайными факторами наука видит закономерность, за единичными — общее. А если известна закономерность, можно предвидеть. *Смысл науки: знать, чтобы предвидеть, предвидеть, чтобы действовать.*

Управление качеством состоит в определении и реализации технических, организационных, социальных, экономических, пра-

вовых и идеологических мероприятий, побуждающих, а иногда принуждающих ориентировать производство на выпуск более качественной продукции.

Большую роль в управлении качеством играет контроль изделий. На предприятиях существуют отделы технического контроля (ОТК), работники которых наблюдают за соответствием продукции техническим требованиям, чертежам, стандартам, комплектностью; контролируют соблюдение технологических процессов на всех стадиях производства, а также поступающую продукцию, материалы, участвуют в работе по учету, анализу дефектов продукции завода, изучают причины их возникновения. Для выявления закономерностей с использованием случайных факторов они проводят статистическую обработку, т. е. систематизируют и исследуют данные. Например, работники ОТК строят кривые распределения размеров, по которым можно сделать выводы о наладке станка. При управлении качеством они строят графики, диаграммы, используя которые легче решить вопрос о путях повышения качества, например, круговой график, столбчатый график, причинно-следственную диаграмму.

Рассмотрим пример составления причинно-следственной диаграммы, с целью выяснения причин возникновения дефектов при обработке детали (см. рис. 10.6).

В этой диаграмме рассматриваются факторы, влияющие на обработку и определяющие точность изготовления детали. Сначала выделяют факторы первого порядка: виды оборудования, режущего инструмента, заготовок, из которых изготавливают деталь, а также человеческий фактор, типы измерительных инструментов, условия труда и т. д. Затем рассматривают факторы второго порядка.

При изучении оборудования обращают внимание на износ станка и его механизмов, срок службы, тип станка, сложность ремонта, жесткость системы СПИЗ, габаритные размеры, класс точности станка, окраску его узлов.

При рассмотрении режущего инструмента обращают внимание на вид резца, его износ, твердость режущей части, сложность конструкции, углы заточки, материал, из которого изготовлен инструмент.

При изучении заготовки рассматривают вид и состав материала заготовки, равномерность твердости поверхностного слоя, его качество, дефекты заготовки, равномерность припуска и т. д.

Очень важным является человеческий фактор, например, заказчик и его умение формулировать задачи; наладчик и его спо-

способность определять неполадки; оператор-рабочий и его опыт работы, постоянно он работает или временно, мужчина или женщина; начальник производства — организованный ли, требовательный ли и т. д.

Измерительный инструмент влияет на качество контроля изготовленной детали. При изучении инструмента рассматривают точность его изготовления, точность измерения, степень износа, четкость нанесения штрихов на шкалах, конструкцию инструмента и т. д.

После рассмотрения факторов второго порядка стараются найти причину некачественного изготовления детали, если причина не установлена, то рассматривают факторы третьего порядка и т. д.

В настоящее время в России предпринимаются меры, способствующие повышению качества, создается проект концепции государственной политики в области качества совместно с проектом плана работ по ее реализации. Политика будет осуществляться путем принятия комплекса мер, направленных на подъем качества всей продукции и услуг. К таким мерам относятся:

- пропаганда идей качества;
- обучение в этой области;
- развитие консультационной деятельности и др.

Государственная политика в области качества должна предусматривать:

- создание условий, содействующих производителям в обеспечении конкурентоспособности продукции и услуг;
- защиту потребителей от продукции и услуг, опасных для жизни, здоровья и имущества, защиту общества от экологически вредной продукции;
- защиту потребителей от недобросовестных производителей и продавцов, продукция которых не соответствует объявленным показателям качества;
- формирование в общественном сознании понимания того, что повышение качества — это один из главных факторов выхода из кризиса и укрепление экономической мощи России;
- обеспечение всеобщей грамотности в вопросах качества путем массового обучения современным подходам к менеджменту качества, в том числе всеобщего управления качеством.

10.4. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Одним из путей повышения качества продукции является стандартизация.

Стандартизация — обеспечение единообразия продукции путем введения специальных, обязательных для применения нормативных документов — стандартов. Стандартизация предусматривает установление строго определенных требований к качеству и размерным характеристикам сырья, материалов, изделий.

По своему содержанию она строится по системному принципу и поэтому называется Государственной системой стандартизации.

В нашей стране ни одно предприятие не имеет права изготавливать продукцию по своему усмотрению, если на нее имеется стандарт. Любое изделие должно соответствовать требованиям стандарта. Нарушение стандарта карается по закону, а несоблюдение его наносит большой вред производству.

Стандартизация основывается на объединенных достижениях науки, техники, практического опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития. Стандарты систематически пересматриваются, их действие может продлеваться или они могут заменяться.

Стандарты подразделяют на следующие категории:

- государственные стандарты (ГОСТ) обязательны для всех предприятий и организаций во всех отраслях промышленности Российской Федерации;
- отраслевые стандарты (ОСТ) обязательны для всех предприятий определенной отрасли промышленности, например, машиностроительной, авиационной, пищевой;
- стандарты предприятий (СТП) устанавливают на детали, изделия, правила и требования, имеющие применение только на данном предприятии, они действуют только в его пределах.

Значение стандартизации велико. В настоящее время проведена огромная работа по внедрению новой государственной системы стандартизации, разработаны и введены в действие:

- Единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- Единая система технологической документации (ЕСТД);

- Единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- Единая система допусков и посадок (ЕСДП) и др.

На машиностроительных заводах, как и на других промышленных предприятиях, ежедневно пользуются различными стандартами не только специалисты, но и большинство рабочих. Чертежи и технические условия, разработанные в соответствии с ЕСКД, маршрутные и операционные карты, выполненные по ЕСТД, технологические инструкции, таблицы допусков и многие другие документы являются неотъемлемыми элементами современного производства, обеспечивающими высокое качество продукции. Нередко ошибочное понимание какого-либо условного знака на чертеже или указания в технологической карте может привести к производственным дефектам и существенным материальным потерям.

Стандартизация стала основой широкой унификации различных изделий, деталей и их элементов. Под *унификацией* понимают приведение различных видов продукции и средств ее производства к наименьшему числу типоразмеров. Примером может служить ряд однотипных токарно-винторезных станков, которые комплектуются в значительной мере из унифицированных (для данного ряда) деталей и механизмов.

Эти станки отличаются большой технологичностью в изготовлении и более высокими качествами в эксплуатации, так как используемые в них стандартизованные элементы могут быть лучше отработаны и более тщательно проверены в условиях специализированного производства.

Принцип унификации особенно эффективно используется при создании агрегатных станков, которые в основном (на 75...80 %) собираются из унифицированных деталей и агрегатов. Некоторые элементы указанных станков унифицированы не только в отдельных отраслях, но и в масштабе всей промышленности страны.

Агрегатный станок, используемый для обработки определенной детали, может при необходимости быть демонтирован на части, которые затем используются для создания новой компоновки станка, предназначенного для изготовления других деталей.

Благодаря высокому качеству унифицированных элементов и особенно тщательной доводке поверхностей их стыковки агрегатные станки могут успешно применяться при обработке деталей с повышенными техническими требованиями.

Таким образом, опыт работы в различных отраслях промышленности показывает, что широкая стандартизация и унифика-

ция изделий является не только важным средством снижения себестоимости продукции, сокращения ее производственного цикла, но и выступает как значительный резерв повышения качества изделий.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каким образом определяется производительность труда?
2. Из каких составляющих складывается штучное время обработки детали?
3. Какими путями можно повысить производительность труда?
4. За счет чего осуществляется автоматизация производства?
5. Какими путями можно повысить технологичность конструкций деталей?
6. Почему обработка ротационными резцами может производиться с высокой скоростью резания?
7. За счет чего происходит повышение производительности труда при обработке ступенчатых валов с разделением припуска по глубине?
8. Почему при использовании типового технологического процесса происходит повышение производительности труда?
9. Каким образом использование барабанного упора позволяет повысить производительность труда?
10. За счет сокращения какого времени повышается производительность труда при использовании пневматических и гидравлических устройств?
11. Что понимается под качеством продукции?
12. Какие показатели характеризуют качество?
13. Какими путями можно управлять качеством продукции?
14. Какие меры принимаются в России в целях повышения качества продукции?
15. С какой целью производят стандартизацию продукции?
16. Какие виды стандартов используются для улучшения конструкторской и технологической документации?

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

11.1. ПОНЯТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССОВ

Процесс создания продукции называется *производством*.

Производственным процессом является совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых на данном предприятии для изготовления и ремонта продукции. Производственный процесс включает в себя отдельные процессы, осуществляемые для получения из материалов и полуфабрикатов готовых машин (изделий).

В производственный процесс входят все процессы, обеспечивающие возможность изготовления изделий, начиная с момента поступления на предприятия исходных заготовок. Производственный процесс включает в себя транспортирование, складирование, контроль, механическую и термическую обработку, сборку, а также сопутствующие им вспомогательные процессы (изготовление инструмента и технологической оснастки, заточку и контроль инструмента и т.д.).

Состав производственных процессов предприятия зависит от его специализации, объема выпуска, объема кооперирования и характера технологических процессов.

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и определению состояния изделия. Например, в процессе механической обработки изменяются размеры, форма, взаимное расположение поверхностей и величина микронеровностей обрабатываемых поверхностей. При термической обработке изменяется состояние изделия, его структура, твердость и другие свойства материала. При сборке изделия изменяется относительное положение деталей в собираемом узле.

Технологический процесс составляет главную часть производственного процесса. По технологическому процессу механической обработки заготовок можно судить о последовательности, способах, времени обработки и др.

Необходимо стремиться к оптимальному технологическому процессу (наилучшему, наиболее соответствующему определенным условиям и задачам).

Весь технологический процесс механической обработки заготовок расчленяется на составные части. Основной частью технологического процесса является технологическая операция.

Технологической операцией называется законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и охватывающая все действия токаря по обработке детали до перехода к следующей.

В зависимости от рабочего места операции разделяют на токарную, фрезерную, шлифовальную. При изготовлении небольшого количества изделий обработку всей детали на токарном станке производят за одну операцию, если же обрабатывают партию изделий, то обработку производят за несколько операций.

При обработке детали за одну операцию ее обрабатывают сначала с одной стороны, затем переворачивают и обрабатывают другую сторону. В этом случае говорят, что деталь обрабатывается за два установа.

Установ — часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок (рис. 11.1).

Выполняемые виды обработки (подрезание торца, наружное точение, сверление, зенкерование, развертывание и т. д.) называются технологическими переходами.

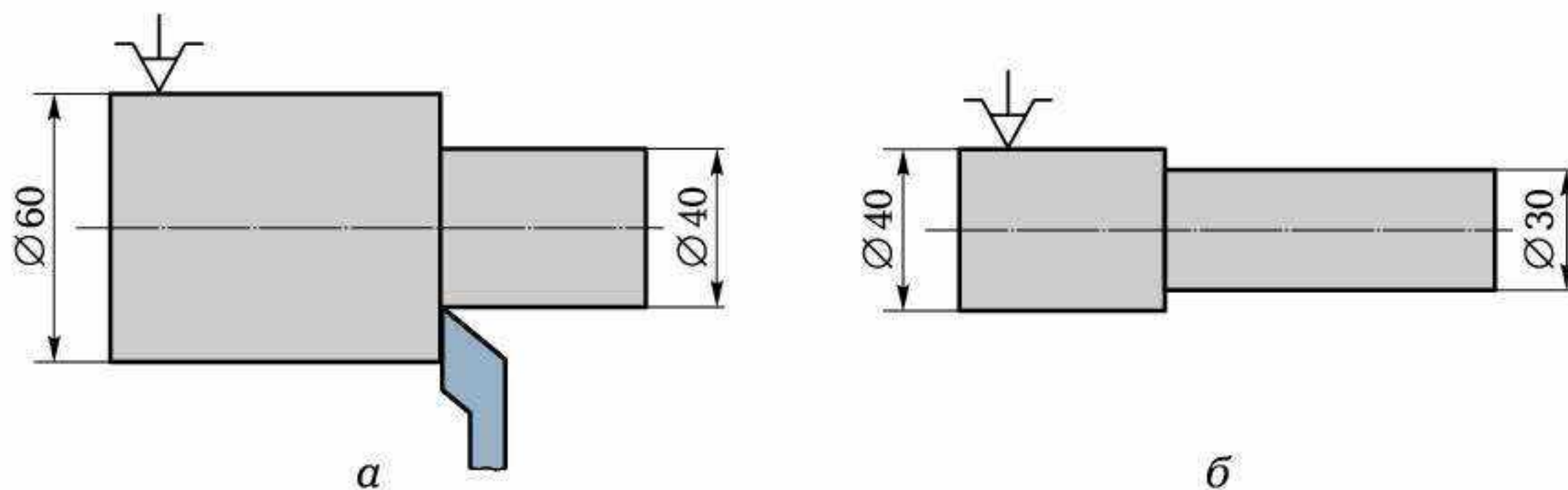


Рис. 11.1. Обработка детали за два установа:

а — обработка цилиндрической поверхности $\varnothing 40$; б — обработка цилиндрической поверхности $\varnothing 30$

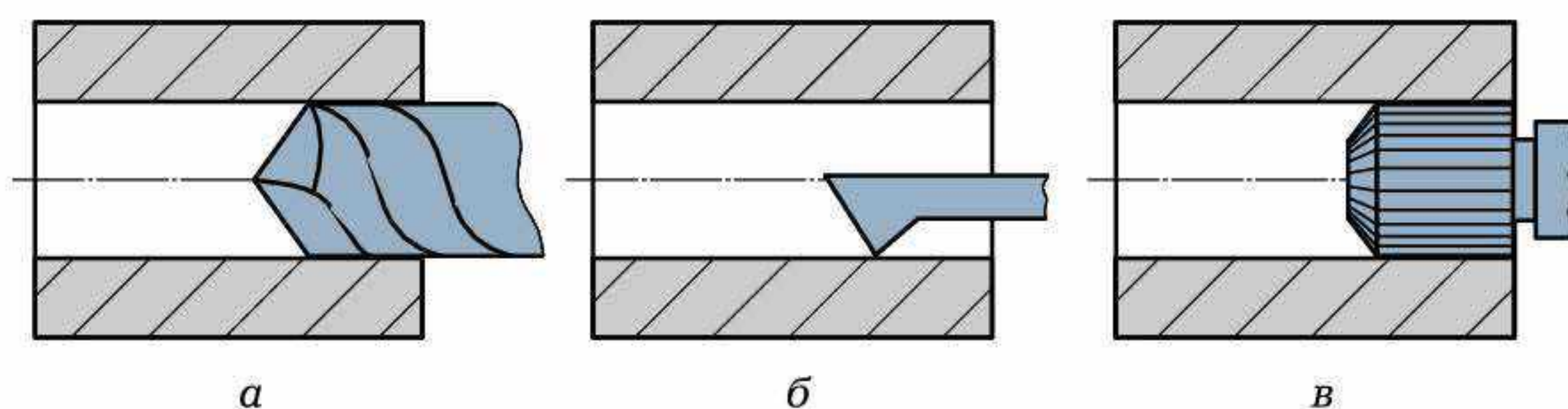


Рис. 11.2. Обработка отверстия за три перехода:

а — сверление; б — растачивание; в — развертывание

Технологическим переходом называется законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Если при обточке вала менялся инструмент, то обработка новым инструментом той же поверхности заготовки будет являться новым технологическим переходом. Обработка отверстия сверлом, зенкером, разверткой осуществляется за три перехода (рис. 11.2). Сама смена инструмента является вспомогательным переходом, как и изменение режимов резания.

Вспомогательным переходом называется законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека или оборудования, которые не сопровождаются изменением свойств предмета труда, но необходимы для выполнения следующего технологического перехода.

Рабочим ходом называется законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки. Рабочий ход обычно сопровождает непрерывную обработку одного слоя заготовки. Например, на токарном станке — обработка вала на проход.

Вспомогательным ходом называется законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, необходимого для подготовки рабочего хода. Например, при обточке вала за несколько рабочих ходов резец возвращается в исходное положение, совершая вспомогательный ход.

При обработке токарь выполняет определенные действия. Например, переключение частоты вращения шпинделя, вклю-

Таблица 11.1. Основные признаки элементов производственного процесса	
Признаки	Производственный процесс
Изменения размеров, формы, шероховатости поверхностей, их взаимного расположения и физико-химических свойств	↓ ← Технологический процесс ↓ ← Операция ↓ ← Установ ↓ ← Позиция ↓ ← Переход ↓ ← Рабочий ход
Непрерывность работы и постоянство рабочего места	
Неизменное закрепление деталей	
Неизменное положение относительно режущих инструментов	
Постоянство обрабатываемой поверхности, режущих инструментов, режимов резания	
Неизменный слой срезаемого металла, постоянный режущий инструмент, постоянные режимы резания	

чение или выключение станка. Такие действия называют приемами.

Прием — это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении технологического перехода или его части, объединенная одним целевым назначением.

На некоторых токарных станках, например карусельных, установленная и закрепленная заготовка, подвергаемая сверлению, рассверливанию и зенкерованию, будет иметь один установ, но с поворотом стола заготовка будет занимать новую позицию.

Позицией называется фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции.

Основные признаки элементов производственного процесса и их характеристика представлены в табл. 11.1.

Обработку заготовок на производстве необходимо всегда производить в соответствии с технологическим процессом.

11.2. ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВА

Одной из характеристик производственного процесса является объем выпуска продукции, т. е. число изделий, подлежащих изготовлению в единицу времени, например, в год.

Тип производства — классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска продукции. В машиностроении различают следующие типы производства: единичное, мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное, массовое.

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление и ремонт которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство — это производство, характеризуемое изготовлением или ремонтом изделий периодически повторяющимися партиями. Такое производство в свою очередь бывает мелко-, средне- и крупносерийным.

Массовое производство — это производство, характеризуемое большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых или ремонтируемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна операция.

Приблизленно тип производства можно оценить, используя данные, приведенные в табл. 11.2, в которой указывается число обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера.

Таблица 11.2. Типы производства			
Тип производства	Число обрабатываемых в год деталей одного наименования и типоразмера, шт.		
	крупных	средних	мелких
Единичное	До 5	До 10	До 100
Серийное	5 — 1 000	10 — 5 000	100 — 50 000
Массовое	1 000 — 5 000	5 000 — 50 000	Более 50 000

11.3. ПОНЯТИЕ О БАЗИРОВАНИИ И БАЗАХ

В процессе изготовления изделия возникают задачи соединения нескольких деталей с требуемой точностью, например, при обработке деталей на различных станках, при установке и закреплении заготовки в приспособлении.

Из теоретической механики известно, что каждое свободное твердое тело имеет шесть степеней свободы относительно трех взаимно-перпендикулярных координатных осей X , Y , Z . Тело может перемещаться параллельно трем координатным осям и вращаться вокруг каждой из них. Таким образом, положение тела относительно выбранной системы координат определяется шестью независимыми величинами, например, шестью координатами. Закрепление тела в одной из этих координат лишает его одной степени свободы.

Положение цилиндрической детали относительно трех выбранных координатных плоскостей также определяется шестью координатами (рис. 11.3). Поскольку цилиндрическая поверхность образована вращением образующей прямой относительно оси, в качестве одной из осей координатной системы удобно взять ее ось, представляющую собой линию пересечения двух координатных

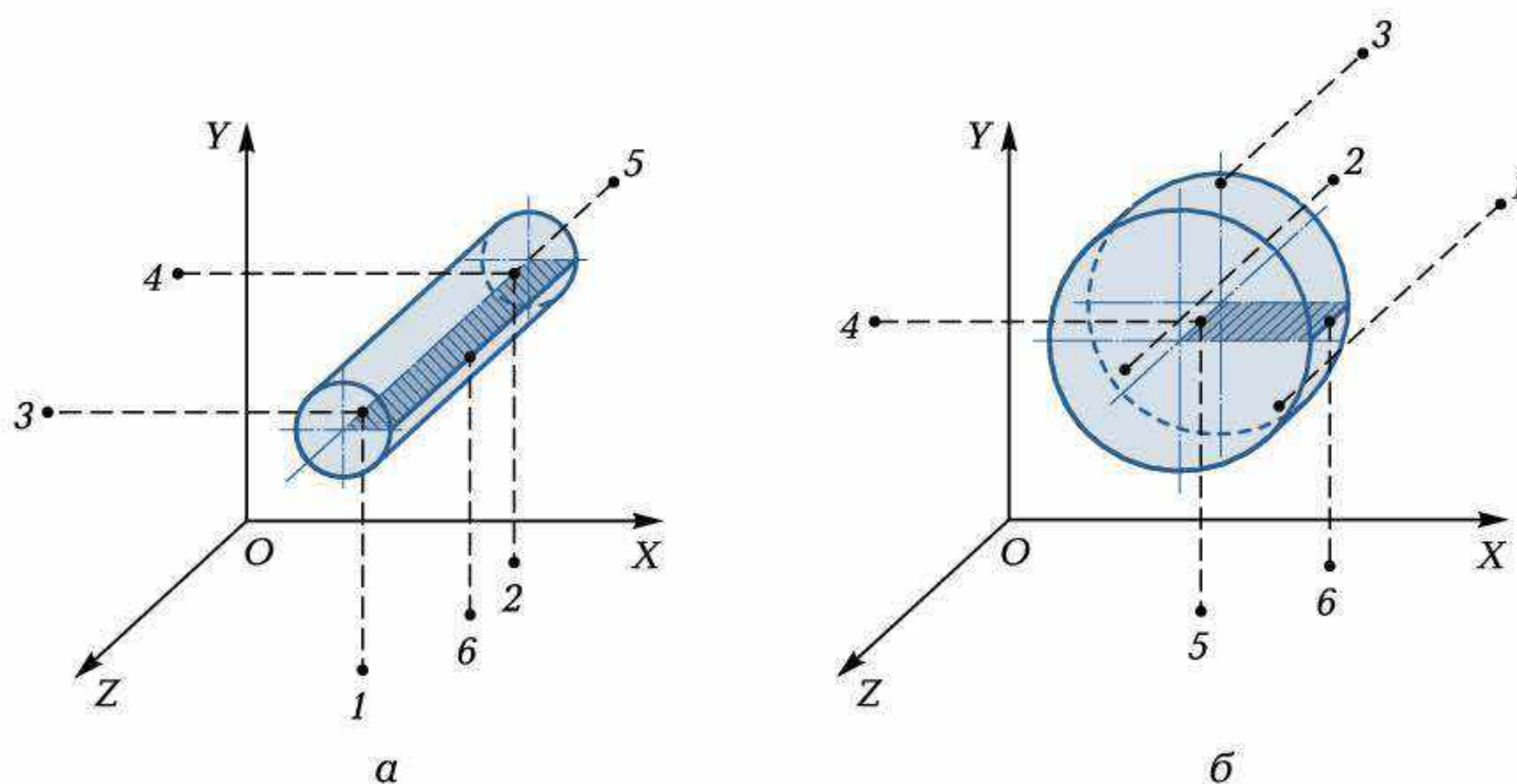


Рис. 11.3. Схема определения положения тел вращения относительно трех координатных плоскостей:

a — вала; $б$ — диска; 1—6 — опорные точки; X , Y , Z — оси координат; O — начало координат

плоскостей детали: YOZ и XOZ . Поэтому закрепление в двух координатах 1 и 2, связывающих точки цилиндрической детали с координатной плоскостью XOZ и расположенных на оси детали, лишает вал двух степеней свободы: возможности перемещаться параллельно оси Y и вращаться вокруг оси, параллельной оси X . Закрепление в двух координатах 3 и 4, связывающих точки, лежащие на плоскости YOZ с координатной плоскостью YOZ , лишает вал двух степеней свободы: возможности перемещения в направлении оси X и вращения вокруг оси Y .

Закрепление в координате 5, соединяющей точку, расположенную на плоскости XOY в точке ее пересечения с осью детали, лишает вал пятой степени свободы: возможности перемещаться в направлении оси Z .

Закрепление в координате 6, которая связывает точку, лежащую на плоскости XOZ , с координатной плоскостью XOZ , лишает вал последней степени свободы — возможности вращения вокруг собственной оси, параллельной координатной оси Z (рис. 11.3, а).

С уменьшением длины вала и превращением его в диск расположение координат, лишаящих его шести степеней свободы, несколько меняется (рис. 11.3, б).

Таким образом, если выбранные координатные оси X , Y и Z считать принадлежащими одной из деталей, к которой присоединяется другая, и привести в соприкосновение с ними соответствующие поверхности присоединяемой детали, то шесть координат, определявших положение детали, превращаются в шесть опорных точек 1—6. *Базой* называется поверхность, ось или точка, принадлежащие заготовке или изделию и используемые для определения их положения относительно других изделий в механизме.

Существует следующая классификация баз.

По назначению:

- конструкторская база — используется для определения положения детали или сборочной единицы в изделии;
- основная база — конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения ее положения в изделии;
- вспомогательная база — конструкторская база, принадлежащая данной детали или сборочной единице и используемая для определения положения присоединяемого к ней изделия;
- технологическая база — используется для определения относительного положения заготовки или изделия в процес-

се изготовления или ремонта. По виду обработки технологические базы подразделяют на чистовые и черновые;

- измерительная база — используется для определения относительного положения заготовки или изделия и средств измерения.

При выборе баз руководствуются *правилом единства баз*: технологическая и измерительная базы должны по возможности являться одними и теми же поверхностями.

При выборе технологических баз учитывают следующее правило: за черновую базу принимают поверхность, используемую для закрепления заготовки при обработке на первой операции, которая в дальнейшем не подлежит обработке или размер ее задан с наибольшим допуском. Соблюдение этого правила исключает возможность появления дефектов (рис. 11.4).

Например, деталь, изображенная на рис. 11.4, *а* и *б*, могла бы на первой операции базироваться по поверхности 1 ($\varnothing 120$) или по поверхности 2 ($\varnothing 65$). Заготовка-штамповка может иметь некоторые смещения осей поверхностей 1 и 2, поэтому, если за базу взять поверхность 2, которая подлежит в дальнейшем обработке на $\varnothing 55h8$ и шероховатость поверхности 2,5 мкм по параметру Ra , то ось обрабатываемого от этой базы отверстия $\varnothing 30$ может оказаться смещенной от оси ступени 1 ($\varnothing 120$) и исправить эту погрешность невозможно, так как поверхность $\varnothing 120$ обработке не подле-

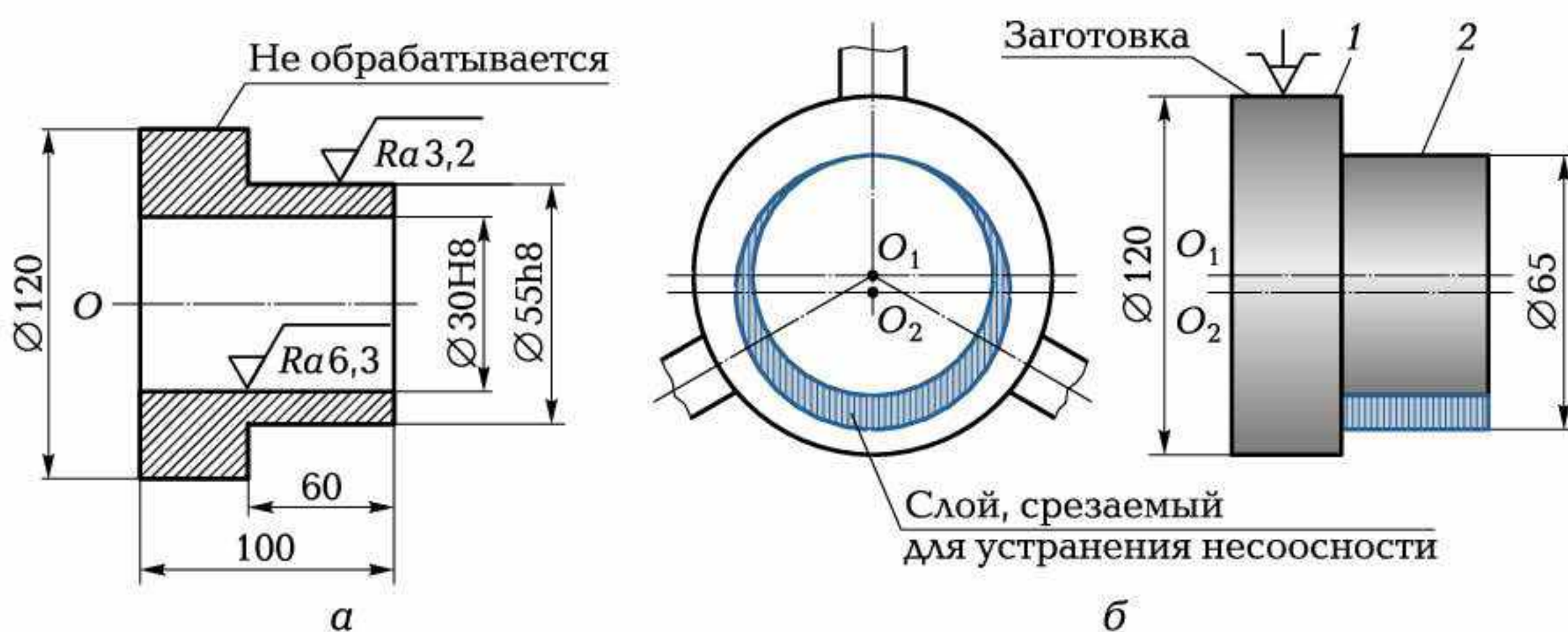


Рис. 11.4. Пример выбора черновой базы:

а — чертеж детали; *б* — схема закрепления заготовки детали ступенчатый диск за базовую поверхность, которая в дальнейшем не обрабатывается; O — ось детали; O_1 — ось цилиндрической поверхности $\varnothing 120$ заготовки; O_2 — ось цилиндрической поверхности $\varnothing 65$ заготовки

жит (припуск на обработку не предусмотрен). Если принять за базу поверхность 1 ($\varnothing 120$) заготовки, то возможная несоосность отверстия $\varnothing 30H10$ и поверхности $\varnothing 55h8$ легко исправима, так как поверхность $\varnothing 55h8$ обрабатывается и имеет припуск на обработку.

Чистовыми базами называются поверхности, обработанные на первой операции, и используемые для закрепления заготовок на последующих. При выборе чистовой базы необходимо соблюдать *правило постоянства баз*: от одной и той же чистовой базы следует обрабатывать по возможности большее число поверхностей.

По лишаемым степеням свободы:

- установочная база — лишает заготовку или изделие трех степеней свободы: перемещения вдоль одной координатной оси и поворотов вокруг двух других осей (поверхность наибольшей площади);
- направляющая база — лишает заготовку или изделия двух степеней свободы: перемещения вдоль одной координатной оси и поворота вокруг другой оси (поверхность наибольшей длины);
- опорная база — лишает заготовку или изделие одной степени свободы: перемещения вдоль одной координатной оси или поворота вокруг оси (поверхность наименьшей площади);
- двойная направляющая база — лишает заготовку или изделие четырех степеней свободы: перемещений вдоль двух координатных осей и поворотов вокруг этих осей;
- двойная опорная база — лишает заготовку или изделие двух степеней свободы: перемещений вдоль двух координатных осей.

По характеру проявления:

- скрытая база — база заготовки или изделия в виде воображаемой плоскости, оси или точки;
- явная база — база заготовки или изделия в виде реальной поверхности, разметочной риски или точки пересечения рисков.

11.4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Для технологической подготовки производства используется ЕСТД, являющаяся составной частью ЕСТПП.

Технологические документы подразделяют на документы общего назначения (для всех видов различных работ) и документы специального назначения (на технологические процессы, специализированные по отдельным видам работ). Технологические документы общего назначения включают в себя маршрутную карту, карту эскизов, технологическую инструкцию, комплектовочную карту, ведомость расцеховки, ведомость оснастки и ведомость материалов.

Маршрутная карта содержит описание технологического процесса изготовления (или ремонта) изделия по всем операциям (в технологической последовательности) и данные по оборудованию, оснастке, материальным, трудовым и другим нормативам. Маршрутная карта является основным технологическим документом, ее разрабатывают на всех стадиях составления рабочей документации.

Карта эскизов содержит графическую иллюстрацию технологического процесса изготовления изделия и его отдельных элементов. Карту составляют по усмотрению разработчика в зависимости от характера или условий производства изделия.

Технологическая инструкция содержит описание специфических приемов работы или методов контроля технологического процесса, правил пользования оборудованием или приборами, мер безопасности и других инструкций, требующих дополнительных разъяснений.

Комплектовочная карта содержит данные о деталях, сборочных единицах и материалах, входящих в комплект собираемого изделия.

Ведомость расцеховки содержит данные о маршруте прохождения изготавливаемого или собираемого, а также ремонтируемого изделия по службам предприятия.

Ведомость оснастки содержит перечень специальных и стандартных приспособлений и инструментов, необходимых для оснащения технологического процесса. Ведомость составляется на основании маршрутных карт (в технологической последовательности) на сборочные единицы и детали.

Ведомость материалов является подетальной сводной ведомостью норм расхода материалов, запись в которой производится по разделам для сборочных единиц и деталей, входящих в состав поставки. Составление ведомости обязательно.

К специализированным документам относятся операционные карты и карты технологических процессов определенных видов работ.

Операционная карта содержит описание операций технологического процесса изготовления изделия с расчленением операций по переходам с указанием режимов резания обработки, расчетных норм и трудовых нормативов.

Карта технологического процесса содержит описание процесса изготовления или ремонта изделия по всем операциям одного вида работ, выполняемых в одном цехе в технологической последовательности с указанием данных о технологической оснастке, материальных и трудовых нормативах.

В комплект основных технологических документов входят маршрутная карта и карта технологического процесса. Выбор соответствующего комплекта документов зависит от типа производства и технологического процесса на данном предприятии.

11.5. ПРАВИЛА ЗАПИСИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ

Операционным описанием технологического процесса называется описание всех технологических операций в последовательности их выполнения с указанием технологических переходов и режимов обработки.

При записи содержания операций и переходов обязательно должны указываться:

- номер операции (цифра I, II, III, ...) и название этой операции (токарная, фрезерная, шлифовальная и т. д.);
- установ (буква А, Б, В и т. д.);
- номер перехода (цифра 1, 2, 3, ...), определяемого ключевым словом, характеризующим метод обработки, в виде глагола в неопределенной форме (точить, сверлить, шлифовать, фрезеровать и т. д.);
- наименование обрабатываемой поверхности (цилиндрическая поверхность, торцовая поверхность, отверстие, канавка, фаска и т. д.);
- информация по размерам и их условным обозначениям ($\varnothing 30^{+0,021}$, $1 \times 45^\circ$ и т. д.);
- информация, характеризующая число одновременно обрабатываемых поверхностей.

11.6. ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Технологический процесс является основой организации производства, так как в зависимости от содержания процесса определяют число необходимого оборудования и рабочей силы для выполнения программы по выпуску деталей.

Технологический процесс связывает между собой все звенья производства, поэтому точное соблюдение технологии является необходимым условием правильной организации производства. Технологический процесс является законом производства, который нарушать нельзя. Технологический процесс должен обеспечивать наиболее экономичное изготовление деталей в соответствии с указанными в чертеже техническими требованиями.

Исходные данные для построения технологического процесса:

- чертеж детали и технические требования к ее изготовлению. В чертеже детали указываются все сведения, необходимые для ее изготовления: форма и размеры поверхностей, материал заготовки, технические требования к изготовлению, точность формы, точность размеров, точность взаимного расположения поверхностей (допускаемая несоосность, неперпендикулярность и др.), требования к шероховатости поверхностей;
- вид и размеры заготовки, из которой должна быть изготовлена деталь;
- число деталей, которое нужно изготовить;
- данные о технологических возможностях станка, на котором намечено обрабатывать заготовки. Под технологическими понимают такие возможности станка, которые позволяют строить процесс наиболее производительно. Например, если шпиндель станка имеет сквозное отверстие большего диаметра, чем диаметр прутка, то это позволяет изготавливать детали из прутка, что во многих случаях выгоднее, чем изготовление из отдельных заготовок.

Построение технологического процесса должно подчиняться определенным правилам.

Правила для единичного производства:

- обработку заготовок по возможности следует выполнять за два установа: сначала с одной стороны (обработка чистой базы), затем с другой стороны;

- необходимо укрупнять операции, т. е. объединять в одном установе несколько переходов.

Правила для серийного производства:

- технологический процесс обработки следует расчленять на несколько простых операций;
- для каждой операции необходимо предусматривать выполнение продольных размеров по продольному упору или лимбу продольной подачи, а выполнение поперечных размеров — по поперечному упору или лимбу винта поперечных салазок суппорта;
- на первой операции нужно подготавливать чистовую базу;
- на последней операции вначале следует выполнять переходы, при которых можно пользоваться упорами и лимбами, а затем остальные переходы.

11.7. РАССУЖДЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Рассмотрим общую последовательность рассуждений токарей при построении любого технологического процесса.

Последовательность действий, которые должен выполнить токарь при составлении технологического процесса, можно представить в виде следующей схемы (рис. 11.5).

Рассмотрим, как должен рассуждать токарь при построении технологического процесса обработки детали «палец» в условиях единичного производства.

1. Изучение чертежа детали (рис. 11.6, а) и технических требований:

- форма детали — цилиндрическая;
- требования к форме — особые требования к форме на чертеже отсутствуют;
- точность размеров — все размеры свободные за исключением размера $\varnothing 25_{-0,14}$, который выполняется с допуском 0,14 мм;
- точность взаимного расположения поверхностей — особые требования к расположению поверхностей отсутствуют;



Рис. 11.5. Последовательность действий при построении технологических процессов

- шероховатость поверхности — все поверхности должны иметь шероховатость 6,3 мкм по параметру Ra .

2. Изучение заготовки (рис. 11.6, б):

- заготовка — пруток цилиндрической формы $\varnothing 34$ мм;
- род заготовки — прокат;
- шероховатость поверхности — поверхность необработанная.

3. Сравнение заготовки с чертежом:

- припуск на обработку имеется;
- все поверхности обрабатываются.

4. Изучение остальных исходных данных:

- число обрабатываемых деталей — 1 шт.;
- в резцедержатель устанавливается 4 резца;

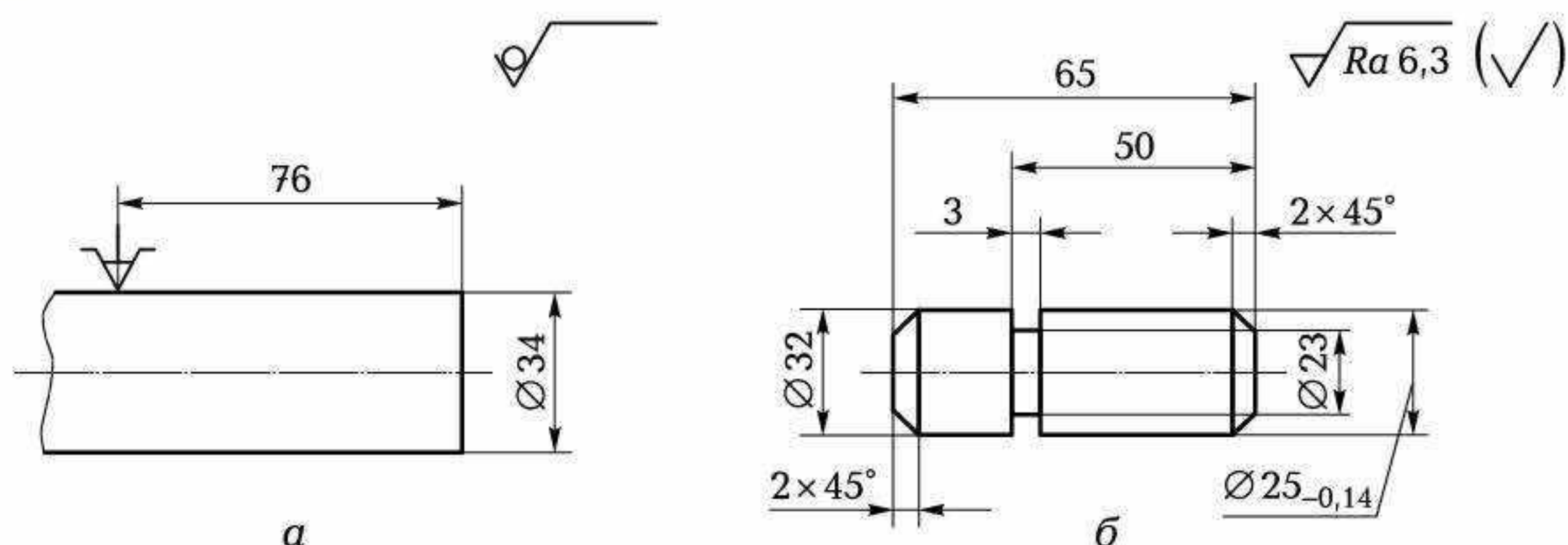


Рис. 11.6. Чертеж детали «палец» и эскиз заготовки, используемой при обработке в условиях единичного производства:

а — заготовка; б — чертеж детали

- имеется трехкулачковый самоцентрирующий патрон, упор; на станке можно обрабатывать детали диаметром до 400 мм.

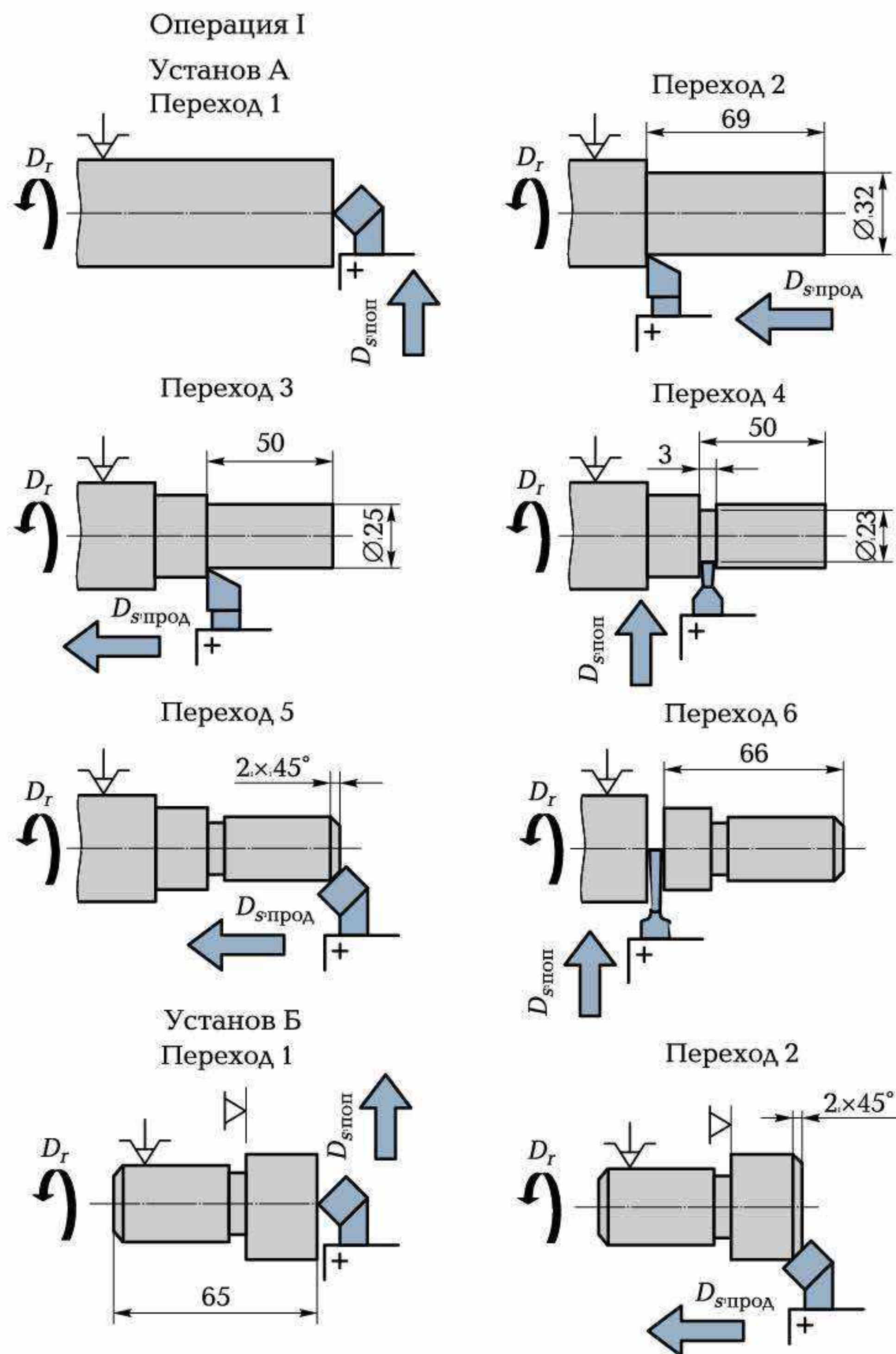


Рис. 11.7. Технологический процесс обработки детали «палец» в условиях единичного производства:

D_r — главное движение; $D_{с\text{поп}}$ — движение поперечной подачи; $D_{с\text{прод}}$ — движение продольной подачи

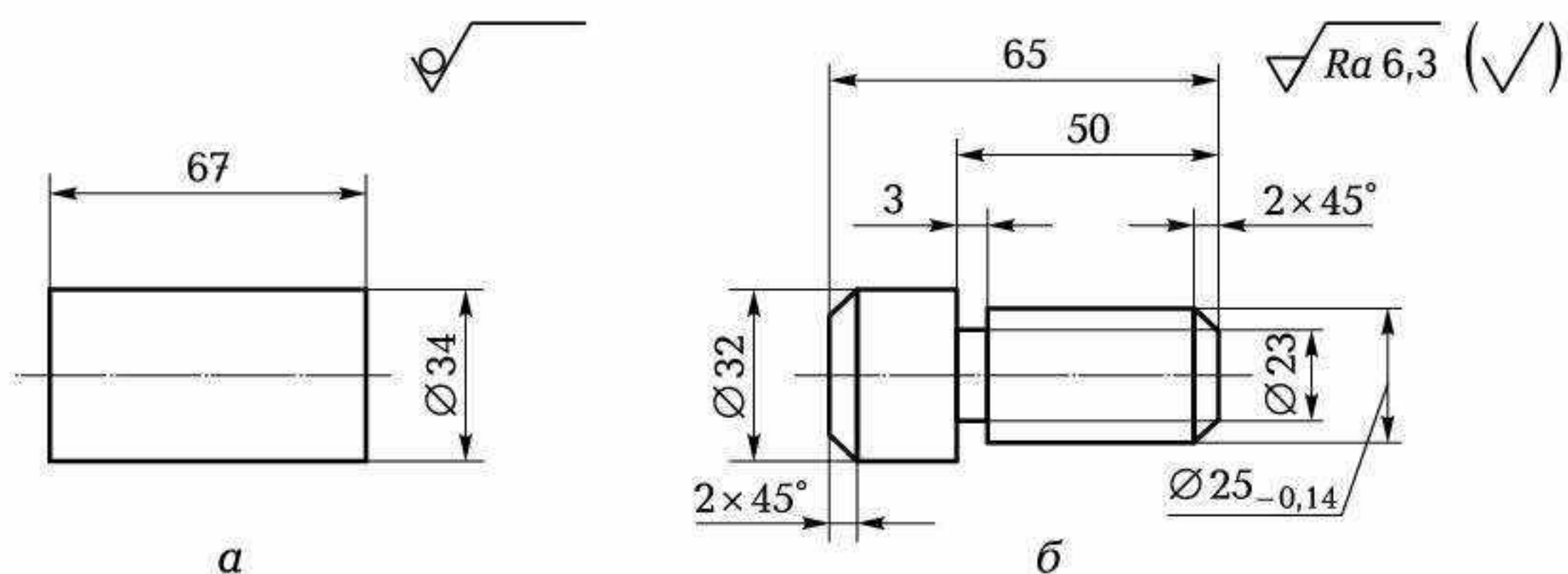


Рис. 11.8. Чертеж детали «палец» и эскиз заготовки, используемой при обработке в условиях серийного производства:

a — заготовка; *б* — чертеж детали

5. Выбор способов обработки поверхностей:

- торцевые поверхности и фаски обрабатываются проходными отогнутыми резцами;
- цилиндрические поверхности — проходными упорными резцами;
- канавки — канавочными резцами;
- отрезание — отрезным.

6. Выбор установочных баз: за черновую базу принимаем цилиндрическую поверхность $\text{Ø}34$, за чистовую — цилиндрическую поверхность $\text{Ø}25$ (полученную после обработки на первой операции).

7. Заготовка будет закрепляться в трехкулачковом самоцентрирующем патроне (так как длина детали в 2—3 раза меньше диаметра, то центр для поджима заготовки не требуется).

8. Построение операций: обработка будет производиться за одну операцию, но за два установка (рис. 11.7).

В серийном производстве обрабатывается не одна деталь, а, например, 100, следовательно, технологический процесс будет составляться иначе, так как удобнее сначала обрабатывать все детали с одной стороны, а затем — с другой стороны.

Рассмотрим, как должен рассуждать токарь при построении технологического процесса обработки детали палец в условиях серийного производства.

1. Изучение чертежа детали и технических требований (рис. 11.8, *a*):

- форма детали — цилиндрическая;
- требования к форме — особые требования к форме на чертеже отсутствуют;

- точность размеров — все размеры свободные за исключением размера $\varnothing 25_{-0,14}$, который выполняется с допуском 0,14 мм;
- точность взаимного расположения поверхностей — особые требования к расположению поверхностей отсутствуют;

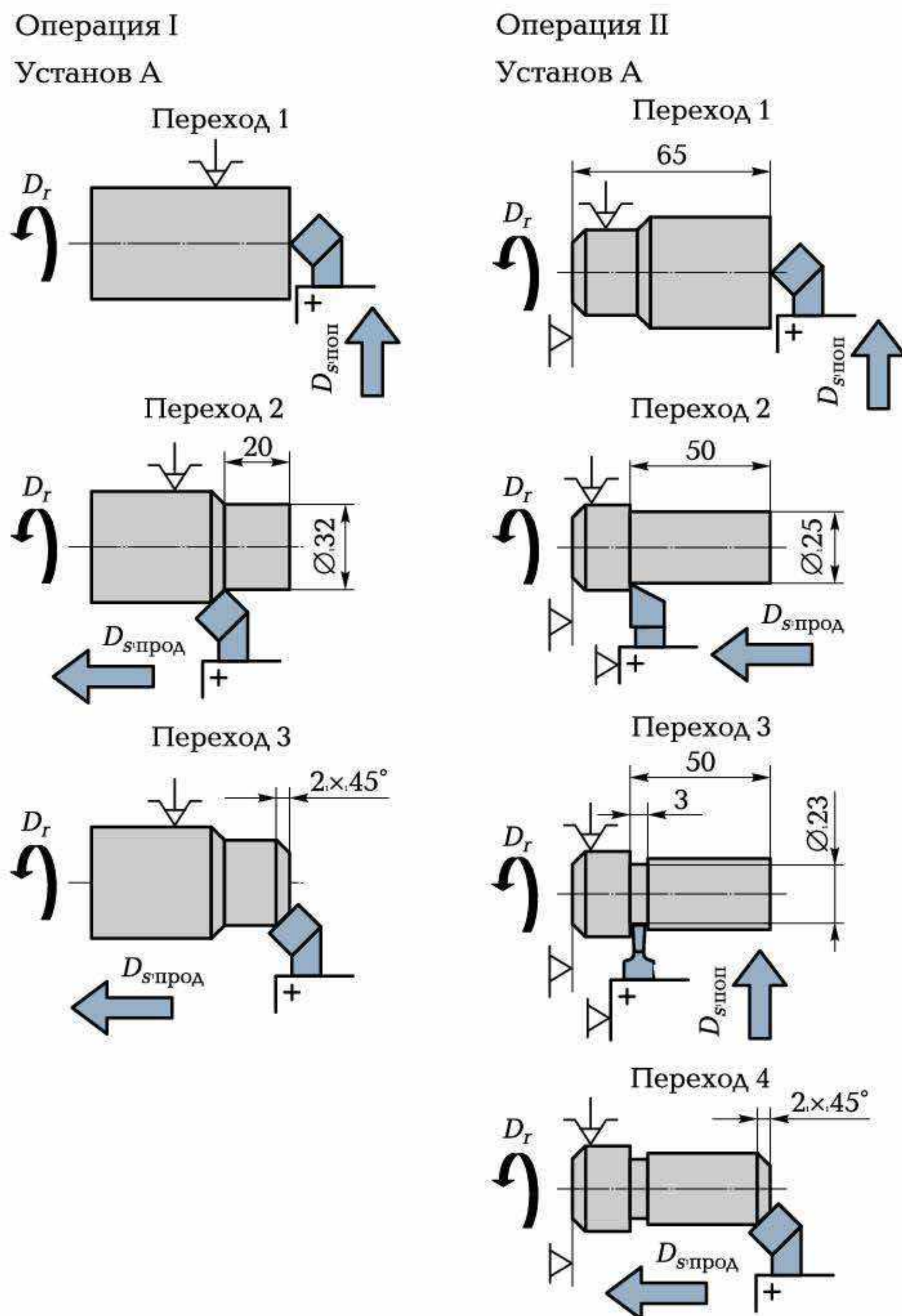


Рис. 11.9. Технологический процесс обработки детали «палец» в условиях серийного производства:

D_r — главное движение; $D_{с поп}$ — движение поперечной подачи; $D_{с прод}$ — движение продольной подачи

- шероховатость поверхности — все поверхности должны иметь шероховатость 6,3 мкм по параметру Ra .
2. Изучение заготовки (рис. 11.8, б):
- заготовка — часть прутка цилиндрической формы $\varnothing 34$ мм;
 - вид заготовки — штамповка;
 - шероховатость поверхности — поверхность необработанная.
3. Сравнение заготовки с чертежом:
- припуск на обработку имеется;
 - все поверхности обрабатываются.
4. Изучение остальных исходных данных:
- число обрабатываемых деталей — 100 шт.;
 - в резцедержатель устанавливается 4 резца;
 - имеется трехкулачковый самоцентрирующий патрон, упор; на станке можно обрабатывать детали диаметром до 400 мм.
5. Выбор способов обработки поверхностей:
- торцевые поверхности и фаски обрабатываются проходными отогнутыми резцами;
 - цилиндрические поверхности — проходными упорными и проходными отогнутыми резцами;
 - канавки — канавочными резцами.
6. Выбор установочных баз: за черновую базу принимаем цилиндрическую поверхность $\varnothing 34$, за чистовую — цилиндрическую поверхность $\varnothing 22$ (полученную после обработки).
7. Заготовка будет закрепляться в трехкулачковом самоцентрирующем патроне (так как длина детали в 2—3 раза меньше диаметра, то центр для поджима заготовки не требуется).
8. Построение операций: обработка будет производиться за две операции, в каждой операции содержится по одному установу (рис. 11.9).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой процесс называется технологическим?
2. Какие основные элементы составляют технологический процесс?
3. В зависимости от чего операции подразделяют на токарную, фрезерную, шлифовальную?

4. Что является основным признаком установа?
5. Что называется переходом?
6. От чего зависит число операций при обработке деталей?
7. Какие исходные данные необходимо знать, чтобы построить технологический процесс?
8. На что следует обратить внимание при изучении чертежа?
9. От чего зависит выбор способа обработки поверхности?
10. В каком случае деталь считается неподвижной?
11. Какие поверхности называются установочными базами?
12. В чем суть принципа единства баз?
13. Почему желательно совмещать технологическую и измерительные базы?
14. Какие документы используются в ЕСТД?

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

При выполнении работ на токарных станках токарь должен выполнять все общие правила безопасной работы на металлорежущих станках и специфические правила, используемые только при токарной обработке.

1. При использовании прутка в качестве заготовки необходимо следить, чтобы его конец, выступающий с противоположной стороны шпинделя, был огражден на всю длину. Ограждение должно быть прочным. Длина прутка должна соответствовать паспортным данным станка.

2. Необходимо, чтобы длина выступающей из кулачков патрона части заготовки не превышала двух-трех диаметров заготовки. При бóльшем вылете заготовки следует поджимать ее при обработке центром, установленным в заднюю бабку.

3. При обработке нежестких заготовок, длина которых превышает диаметр более чем в 10 раз, а при скоростном или силовом точении — в 8 раз, необходимо использовать люнеты.

4. Вылет резца из резцедержателя не должен превышать высоту державки более чем в 1,5 раза.

5. При установке резцов относительно оси центров под основание резца нужно устанавливать хорошо обработанные подкладки, чтобы добиться требуемого расположения резца. Подкладки должны соответствовать размерам основания резца и не должны быть смещены друг относительно друга.

6. При обработке вязких материалов следует применять конструкции резцов, позволяющие дробить образующуюся сливную стружку, например резцы с накладными стружколомателями или канавками на передней поверхности резца.

7. При обработке твердых хрупких материалов с образованием стружки надлома необходимо использовать в процессе обработки специальные стружкоотражатели, прозрачные экраны или индивидуальные средства защиты, например очки.

8. Стружку следует удалять только специальным крючком, щеткой или скребком. Удалять стружку руками или струей воздуха строго запрещается.

9. Подводить режущий инструмент следует к вращающейся заготовке.

10. После отвода инструмента необходимо выключать вращение заготовки.

11. Запрещается тормозить вращающийся шпиндель рукой.

12. Запрещается поддерживать отделяемую часть заготовки рукой при отрезании.

13. При выполнении ручных операций нужно отводить суппорт, заднюю бабку на безопасное расстояние.

14. При выполнении работ с использованием пиноли ее вылет должен быть минимальным.

15. Измерение обрабатываемой детали должно проводиться только после выключения фрикциона, отвода суппорта и задней бабки.

16. Запрещается облакачиваться на станок и размещать заготовки и другие предметы на направляющих станка.

17. Запрещается оставлять в задней бабке или револьверной головке инструменты, которые не используются при обработке данной заготовки.

18. Устанавливать и снимать патроны, планшайбы необходимо с помощью специальных приспособлений или грузоподъемного устройства, оснащенного специальным захватом.

19. Запрещается допускать воздействие движущихся частей станка на электропроводку, трубопроводы подачи жидкости или воздуха.

20. Запрещается переносить через работающий станок какие-либо предметы.

21. Запрещается работать на станке в рукавицах или перчатках и с забинтованными пальцами, не защищенными напальчниками.

22. Нельзя допускать сильных вибраций инструмента при обработке.

23. Перед началом работы следует привести в порядок рабочую одежду: аккуратно заправить ее так, чтобы не было свисающих концов, не болтались хлястики, рукава (они должны быть застегнуты или закатаны выше локтя), убрать волосы под головной убор (берет, облегающую косынку).

24. Обувь токаря должна быть на толстой подошве, чтобы не поранить ноги. Запрещается работать в легкой обуви (босоножках, тапочках).

25. Перед началом смены необходимо принять станок от сменщика или мастера, проверить наличие заземления, ограждающих устройств и чистоту станка. Затем следует ознакомиться с неполадками в работе станка в предыдущей смене и мерами, принятыми для их устранения, проверить наличие и исправность подножной деревянной решетки, которая защищает токаря от воздействия электрического тока и предохраняет ноги от ранений.

26. Токарь обязан пройти вводный инструктаж по правилам безопасности, проводимый администрацией цеха, затем перед началом работы на станке, к которому он допущен, — первичный инструктаж, проводимый мастером. При переводе токаря для работы на станок другой модели или при получении заказа на изготовление нового изделия он не может приступать к работе без проведения нового инструктажа по правилам безопасности на рабочем месте.

27. Местное освещение должно быть отрегулировано таким образом, чтобы свет не слепил глаза, но рабочая зона была бы достаточно освещена. Конструкция кронштейна местного освещения должна обеспечивать фиксацию светильника во всех требуемых положениях без дополнительных операций по его закреплению. Подводка электрических проводов к светильнику должна быть внутри кронштейна. Открытая подводка не допускается.

28. Обязательно нужно останавливать станок и выключать электродвигатель при уходе от станка даже на короткое время, перерыве в подаче электроэнергии, уборке, смазывании, чистке станка, удалении стружки, уборке пола вокруг станка, обнаружении неисправности.

29. Долг каждого рабочего — предупреждать нарушителей правил безопасности о необходимости их соблюдения.

30. При несчастном случае с любым рабочим необходимо оказать первую доврачебную помощь, сообщить о случившемся в медицинский пункт или вызвать скорую помощь, оповестить администрацию цеха.

31. Запрещается принимать пищу около станка.

32. Запрещается останавливать или включать металлорежущие станки, работа на которых администрацией цеха поручена другим токарям.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему при обработке прутка необходимо следить за тем, чтобы его конец, выступающий с противоположной стороны шпинделя, был огражден на всю длину и ограждение было прочным?
2. Как необходимо закреплять заготовку, если длина выступающей из патрона части заготовки превышает два-три ее диаметра?
3. Какое приспособление необходимо использовать, если производится обработка нежесткого вала?
4. Почему нельзя убирать стружку руками?
5. Что нужно использовать при установке резцов относительно оси центров?
6. Можно ли работать на станке с забинтованными руками?
7. Можно ли измерять заготовку, не отключая шпиндель?
8. С какой целью около станка укладывают деревянную решетку?
9. Какова должна быть величина вылета пиноли из корпуса задней бабки?
10. С какой целью волосы рабочего необходимо прятать под головной убор?

Список литературы

1. *Багдасарова Т.А.* Токарь-универсал : учеб. пособие / Т.А. Багдасарова. — М. : Изд. центр «Академия», 2004. — 288 с.
2. *Багдасарова Т.А.* Токарное дело: Рабочая тетрадь : учеб. пособие / Т.А. Багдасарова. — М. : Изд. центр «Академия», 2003. — 112 с.
3. *Багдасарова Т.А.* Допуски, посадки и технические измерения: Рабочая тетрадь : учеб. пособие / Т.А. Багдасарова. — М. : Изд. центр «Академия», 2004. — 96 с.
4. *Ганевский Г.М.* Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении : учеб. пособие / Г.М. Ганевский, И.И. Гольдин. — М. : Высш. шк., 1987. — 268 с.
5. *Денежный П.М.* Токарное дело : учеб. пособие / П.М. Денежный, Г.М. Стискин, И.Е. Тхор. — М. : Высш. шк., 1979. — 197 с.
6. *Зайцев Б.Г.* Справочник молодого токаря / Б.Г. Зайцев, С.Б. Рыцев. — М. : Высш. шк., 1988. — 336 с.
7. *Фещенко В.Н.* Токарная обработка : учеб. пособие / В.Н. Фещенко, Р.Х. Махмутов. — М. : Высш. шк., 1990. — 302 с.
8. *Черпаков Б.И.* Металлорежущие станки : учебник / Б.И. Черпаков, Т.А. Альперович. — М. : Изд. центр «Академия», 2003. — 368 с.