

Тема 3. Методы получения заготовок

Разделы

1. Краткая характеристика технологических методов получения заготовок.
2. Понятие о припуске на обработку.

Заготовки для автомобильных деталей изготавливаются различными способами литья, обработки давлением, отрезкой из сортовых материалов, способом порошковой металлургии.

Способами получения заготовок отливкой из чугуна, стали, цветных металлов и сплавов являются отливки в землю, в стержневые формы, в металлические формы (кокили), в оболочковые формы, по выплавляемым моделям.

Изготовление заготовок способами давления производится горячей штамповкой на молотах, на прессах, горизонтально – ковочных машинах и ковочных вальцах, горячей прокаткой, холодной штамповкой из листа, холодной высадкой из прутка.

Для изготовления заготовок отрезкой из сортового материала используется прокат в виде калиброванных цилиндрических, квадратных и других профилей, горячекатаные стали, бесшовные и сварные трубы, проволока.

Изготовление заготовок литьем

В современном литейном производстве отливки изготавливают следующими способами: опочным и безопочным литьём в песчано-глинистые формы, литьём в металлическую форму – кокиль, литьём под давлением, литьём по выплавляемым моделям, литьём по газифицируемым моделям, литьём в оболочковые формы, центробежным и вакуумным литьём.

Технологический процесс литья состоит из следующих основных этапов:

- изготовление моделей отливок и литниковой системы – совокупности каналов, по которым жидкий металл подаётся в полость литейной формы, заполняет её и питает отливки в процессе затвердевания;

- изготовление литейной формы;
- плавка металла;
- заливка металла в форму;
- охлаждение, выбивка, очистка отливок.

Литьё в песчано-глинистые формы

Для литья в песчано-глинистые формы (ПГФ) характерно разовое использование литейной формы. При этом различают опочную и безопочную формовку. Литьём в песчано-глинистые формы получают отливки из чугуна, стали, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов.

Опочная формовка. Формы под заливку жидким металлом создают в парных, верхней и нижней, опоках в специальной формовочной смеси с помощью моделей будущих отливок и элементов

литниковой системы, размещённых на модельной плите. Модели образуют в форме рабочие полости, соответствующие внешней конфигурации будущей отливки. Полости в отливке образуют посредством установки в форму литейных стержней, представляющих собой слепки этих полостей. Стержни изготавливаются из специальной смеси в формах – стержневых ящиках на стержневых машинах с последующей сушкой и отверждением. Последовательность литья.

Смесь засыпается в опоку и уплотняется. После чего модель извлекается из формы (протяжка), устанавливаются литейные стержни, форма собирается и заливается металлом.

После охлаждения металла форму разбирают и извлекают отливку. Элементы литниковой системы

удаляют. Очищают отливки в очистных барабанах, в гидropескоструйных установках, в дробомётных и дробеструйных барабанах и камерах.

Литье под давлением

заключается в том, что металлическая форма заполняется жидким металлом под давлением поршня (машина поршневого типа) и сжатого воздуха (машина компрессорного типа). Точность отливок, получаемых литьем под давлением, достигает 11...15 квалитетов, а шероховатость – 2,5-0,63 мкм. Литьем под давлением изготавливают, например, блоки цилиндров V-образного 8-цилиндрового двигателя ГАЗ – 53А. Отливку заготовок из цветных металлов и сплавов под давлением широко применяют для малогабаритных деталей с толщиной стенок отливки 0,6 мм. например, деталей карбюратора. При этом достигается высокая производительность, равномерное заполнение литейной формы и, следовательно, однородность структуры материала.

Центробежное литье

Для получения заготовок центробежным литьем жидкий металл заливают в быстровращающуюся форму. Под действием центробежных сил жидкий металл заполняет форму и образует фасонную заготовку.

Затвердевание металла при одновременном действии центробежных сил способствует его уплотнению и улучшению физико – механических свойств. При центробежном литье сокращается расход формовочных материалов и стержневых смесей, достигается экономия металла за счет отсутствия прибыли. Точность отливки 11...12 квалитет. Метод рекомендуется для изготовления деталей массой 0,05-0,1 т. В серийном и массовом типах производства. В автомобилестроении этим методом изготавливают отливки гильз, втулок и других деталей.

Литье в кокиль

(металлические формы) имеет существенное преимущество перед литьем в земляные формы, наиболее важные из них высокая точность (12...16 квалитет). Размеры и геометрическая форма заготовок, отлитых в кокиль, наиболее приближается к соответствующим параметрам готовой детали. Для предупреждения образования твердой закаленной корки на поверхности детали, соприкасающейся с «холодной» формой, замедляют скорость остывания металла. Для этого выполняют огнеупорную облицовку формы или предварительно нагревают кокиль до 300-400 С с покрытием внутренней полости формы слоем огнеупорной краски 0,1-0,2 мм. В кокиле отливают заготовки из чугуна, стали и других металлов в серийном и массовом производстве.

Литье по выплавляемым моделям

используется в серийном и массовом производстве для получения заготовок массой 0,1-0,2 т. производительность литья повышают составляя блоки из нескольких штук моделей. Сначала из стали или другого материала изготавливают прессформу, заполняют ее воском (или другим легкоплавким материалом) и после затвердевания модель извлекают из формы. Затем образуют форму путем нанесения нескольких слоев огнеупорной краски и кварцевого песка. После затвердевания формы из нее удаляют модель, поместив в горячую воду. Этот метод позволяют получить заготовки сложной формы и высокой точности (шлицевые валики, зубчатые колеса и т. п.).

Литье в оболочковые формы

заключается в том, что форму изготавливают нанесением на нагретую металлическую модель смеси кварцевого песка и терморезистивной пластмассы, которая, размягчаясь при нагревании, оболочивает зерна песка и образует оболочку толщиной 5...6 мм. Оболочковую форму прокалывают при $t_0=300...400$ С в течении 3...4 мин. Оболочковую форму обычно изготавливают разъемной. Металл в таких формах остывает быстрее, чем в земляных, физико-механические свойства отливки значительно улучшаются. Экономически целесообразно применять метод в крупносерийном и массовом производстве из-за высокой стоимости изготовления металлических моделей. Качество поверхности высокое: $Rz=120-40$ мкм, точность 12...13 квалитет. Этот способ применяется для изготовления заготовок сложных деталей: например, чугунных коленчатых валов и распределительных валов двигателей ГАЗ – 24 «Волга».

Изготовление заготовок давлением

Свободная ковка точность заготовок по ГОСТ 7829-70 и 7062-79 низка применяется для крупногабаритных деталей.

Штамповка – ковка в штампах. Заготовки отличаются высокими физико-механическими данными, однородностью структуры материала. При штамповке наиболее рационально используется металл, коэффициент использования достигается 0,90-0,95.

Горячая штамповка применяется для изготовления стальных коленчатых валов, распредвалов, поворотных цапф, крестовин карданов, шестерен коробок передач и задних мостов и т. д.

Штамповкой на горизонтально – ковочных машинах получают заготовки весом до 0,1 т. и максимальным диаметром 300...500 мм., производительность 400...500 шт. в час. Высокое качество поковок обеспечивается расположением волокон в наиболее выгодном направлении.

Холодная штамповка (высадка) применяется для изготовления крепежных и фасонных малогабаритных деталей. Применяется высадка с частичным нагревом ТВЧ части заготовки (заготовки толкателей клапанов).

Холодная штамповка из листового металла – детали кузова, масляные картеры, диски колес и т. д.

Заготовки, полученные литьем, ковкой, штамповкой имеют структурную наследственность этих методов.

Производство заготовок из порошковых материалов

Преимущество: - можно получать качественно новые материалы, отличающиеся высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами:

можно получать детали, не требующие дальнейшей механической обработки.

Технологический процесс:

- получение порошков заданной композиции;
- формообразование заготовки;
- спекание заготовки;
- окончательная обработка (пропитки специальными материалами, термообработка, механическая обработки).

Подготовительные операции с порошками:

- просеивание;
- смешивание с наполнителями (парафин, стеарат цинка, каучук и другие).
- отжиг для улучшения прессуемости.

Формообразование прессованием

Статическое прессование – процесс уплотнения порошковой шихты в прессформе одно- или двухстороннего действия.

5000-10000 кг/см².

Гидростатическое сжатие – шихта помещена в эластичную оболочку в закрытом сосуде и подвергается сжатию до 100...300 МПа.

Мундштучное прессование – пластифицированный порошок продавливается через отверстие заданной конфигурации и приобретает определенную форму. Недостаток: загрязнение пластификаторами, усадки и деформации после спекания.

Горячее прессование на гидравлических прессах в жаропрочных формах. Прессование происходит механо – металлургическим путем, когда компоненты шихты находятся в граничном состоянии. Не требует спекания. Недостаток – значительный износ прессформ.

Вибропрессование уплотнение за счет вибрации механических или пневмовибраторов – 10...20 колебаний в сек.

Спекание в защитных газах или вакууме при 1000-1200 С, выдержка 2...3 часа. Недостаток заготовок: неодинаковая плотность материала по сечению детали, низкая пластичность.

Перспективные методы

- Высокоскоростная объемная штамповка.
- Штамповка взрывом.
- Электрогидравлическая штамповка. 5-10 кВт.
Тепловой элемент из токопроводящей взрывающейся проволоки (магниевой).



Техникоэкономический анализ: предпочтение отдается тому варианту, себестоимость обработки детали по которому минимальна.

Напуск – удаляемая при последующей обработке часть материала заготовки, которая необходима для упрощения формы заготовки по отношению к готовой детали.

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки для достижения заданных свойств поверхности детали.

Общим припуском называется слой металла, который удаляется с заготовки на всех операциях обработки данной поверхности.

Промежуточным припуском называется слой материала, который удаляется с поверхности заготовки на данной операции (технологическом переходе) обработки.

Общий припуск механической обработки

$$Z_0 = \sum Z_i,$$

где $i=1..m$

Z_i – промежуточные припуски, соответствующие каждому i – му технологическому переходу (операции) обработки заготовки.

m – количество операций (переходов) обработки.

```
graph TD; A[Припуск] --- B[Симметричный]; A --- C[Ассимметричный]
```

Припуск

Симметричный

Ассимметричный

Симметричный припуск

– как правило при обработке цилиндрических деталей.

Общий симметричный припуск при обработке тел вращения:

$2Z_{0.сим} = D_з - D_д$ – наружной поверхности.

$2Z_{0.сим} = D_д - D_з$ – внутренней поверхности.

$D_з$ – диаметр заготовки

$D_д$ – диаметр готовой детали.

Ассиметричный припуск

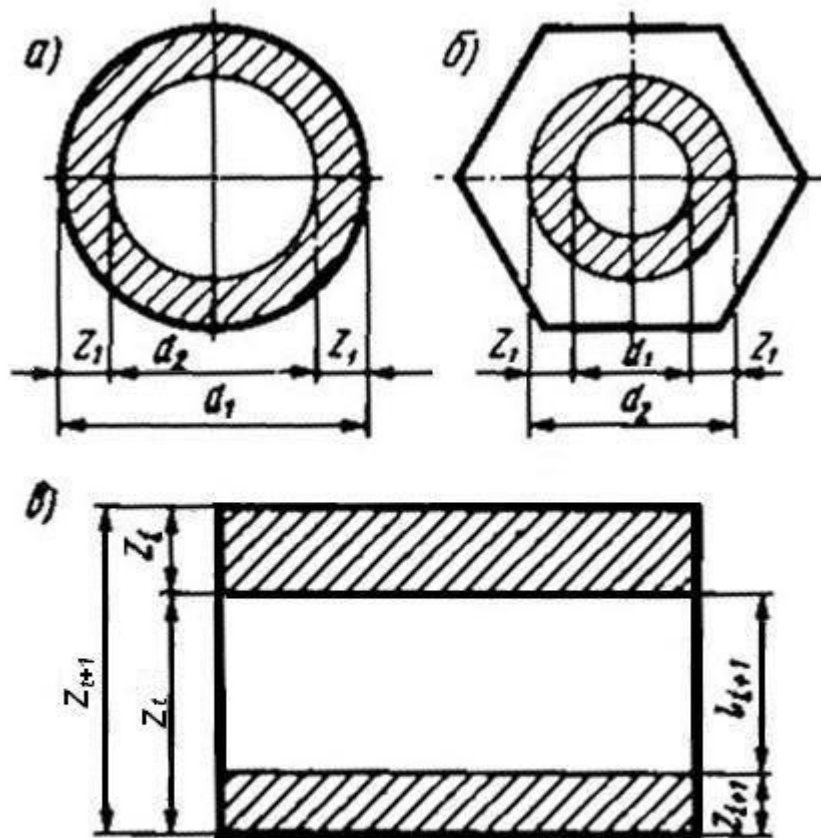
- как правило при обработке плоских деталей.

Для плоских поверхностей
ассиметричный припуск:

$$Z_{0.ac} = R_z - R_d$$

R_z – размер по данной поверхности
заготовки

R_d – соответствующий размер готовой
детали.



а,б – симметричные, в – ассиметричный.

Z_i – припуски на обработку,

d, l – размеры обрабатываемых поверхностей.

Припуск измеряют по нормам к обрабатываемой поверхности. Припуск должен обеспечивать выполнение всех операций технического процесса обработки, получение заданного качества поверхностей детали и размеров готовой детали.

На величину припуска влияют: материал и способ получения заготовки; структура технологического маршрута; качество обрабатываемых поверхностей; точность готовой детали.

Материал и способ получения заготовки: отливки – поверхностный дефектный слой до 3 мм.

Заготовки сложной конфигурации – дешевле увеличить припуск и упростить поверхности заготовки.

Крупногабаритные отливки – значительная усадка – увеличение припуска

Структура технологического маршрута

Для каждой промежуточной операции – припуск, позволяющий получить требуемое качество поверхности.

Величина припуска такова, чтобы все переходы выполнялись за один рабочий ход: глубина резания равна промежуточному припуску. С повышением качества обрабатываемых поверхностей припуск на обработку увеличивается (черновая и чистовая обработка).

Оптимальным следует считать такой припуск, который обеспечивает получение детали с заданным качественными характеристиками и минимальной себестоимостью обработки

Для достижения **точности изготовления детали** необходимо компенсировать погрешности форм базирования, предшествующей (особенно термической) обработки

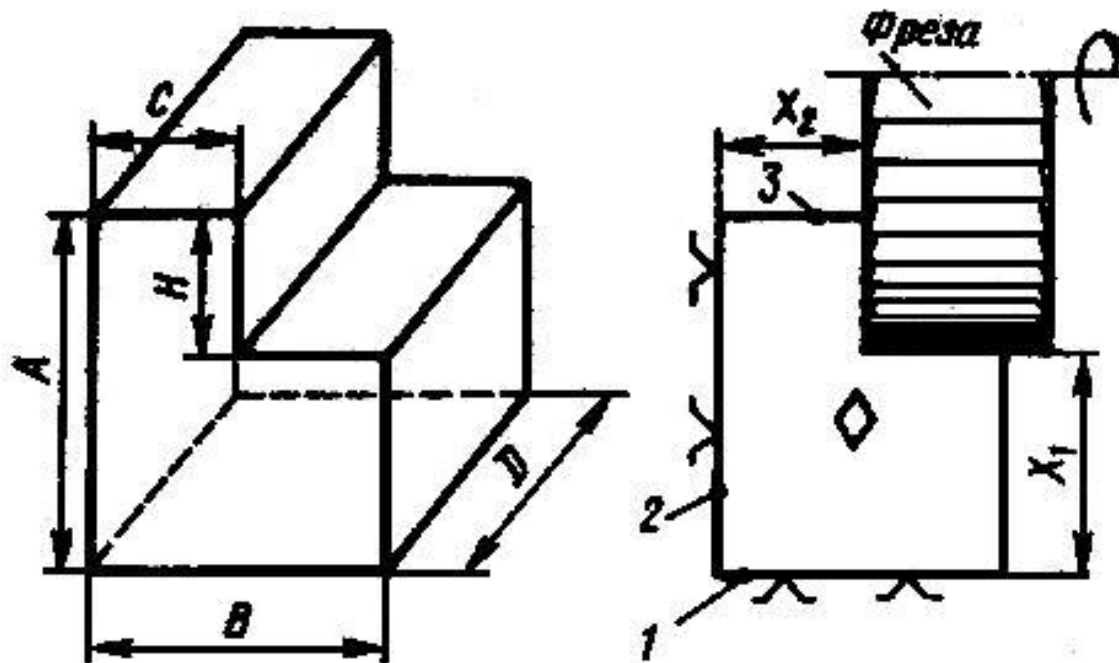


Рис. 4.8. К определению погрешности базирования

Методы определения припусков

Опытно – статический метод определения припуска. Припуск устанавливается суммарно на весь Т. П. без расчета по составляющим элементам. Значения завышены.

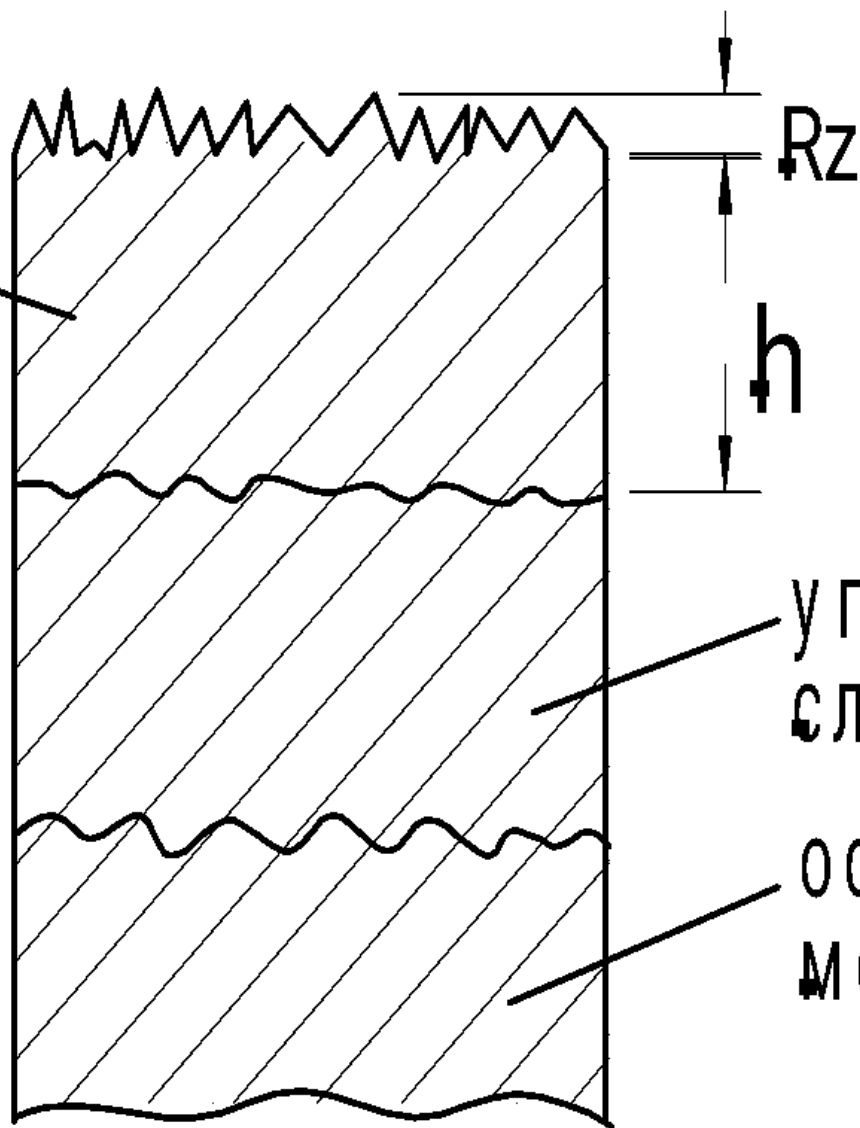
Расчетно – аналитический способ определения припуска. Припуск – на выполняемо технологическом переходе устраняются погрешности обработки имеющиеся после выполнения после предшествующего перехода.

Отклонения формы не должны превышать допуска на обработку и в минимальном припуске не учитываются (учитываются при определении максимального припуска).

Отклонения расположения допуском не учитываются и входят в расчет минимального припуска.

Кроме того на минимальный припуск будут оказывать влияние погрешности установки

дефектный
слой



Rz

h

упрочнённый
слой

основной
металл

$$\Delta y = \sqrt{(K_{np}^2 \cdot \Delta_{np}^2 + K_3^2 \cdot \Delta_3^2 + K_6^2 \cdot \Delta_6^2)}$$

K – коэффициент относительного рассеивания

Минимальный припуск:

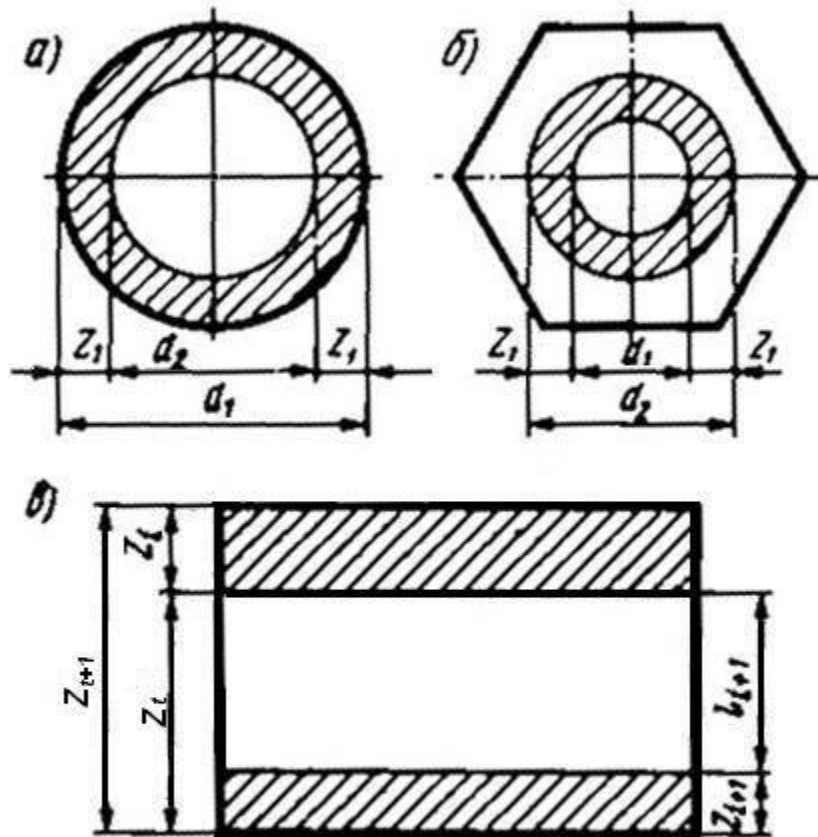
$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \Delta y$$

где,
$$\rho_{i-1} = \sqrt{\sum_i^n \rho_{(i-1) \cdot j}^2}$$

$\rho_{(i-1) \cdot j}$ - пространственная j – я погрешность, полученная на предыдущем переходе.

Для тел вращения

$$2 \cdot Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \Delta_{y_i}^2})$$



Точность обработки

Погрешности:

- случайная – составляющая погрешности случайным образом принимающая при неизменных условиях различный модуль или знак.

Систематическая погрешность – составляющая, сохраняющая или принимающая закономерно изменяющийся модуль или знак.

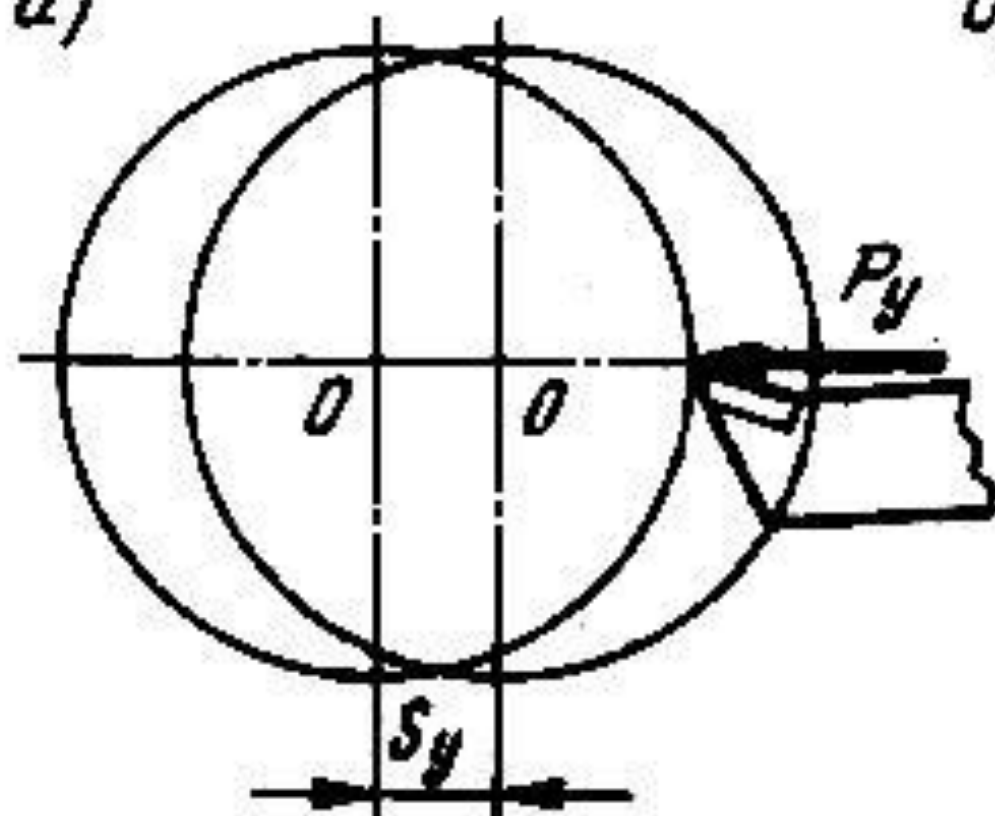
Методы получения размеров

- метод автоматического получения размеров
- метод пробных проходов и промеров.

Факторы:

- неточность станка в не нагруженном состоянии
- силовые деформации СПИД
- погрешности установки
- неточность наладки
- неточность изготовления режущего инструмента и его износ
- температурные деформации СПИД.
- неточность детали.

а)



б)

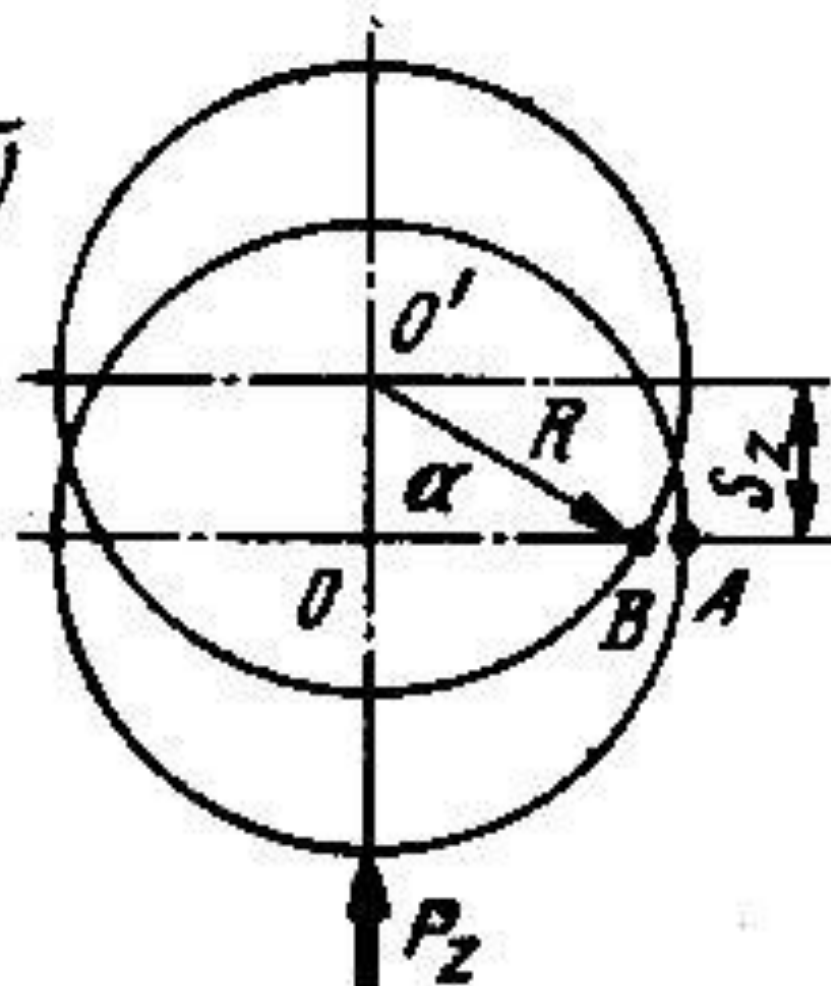


Рис. 4.2. Увеличение диаметра обрабатываемой детали против расчетного при деформации системы СПИД от сил P_y (а) и P_z (б)

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_i^n \Delta_{\text{сист}i} + \sqrt{\sum_i^m K_j^2 \cdot \Delta_{\text{сл}j}^2} \leq T$$

где $\Delta_{\text{сист}i}$ – систематическая i погрешность;
 $\Delta_{\text{сл.}j}$ – случайная j – я погрешность;
 K_j – коэффициент относительного
рассеивания j –й случайной погрешности.
 T – допуск на анализируемый параметр.

$$K = \sigma_j / \sigma_H$$

где σ_j - среднеквадратичное отклонение
при j-м законе распределения
 σ_H - то же при нормальном.

Факторы, определяющие точность обработки

Неточность станка в ненагруженном состоянии

Геометрические неточности станка (биение шпинделя, непрямолинейность перемещения суппорта, неперпендикулярность оси шпинделя плоскости стола и т. д.)

С износом станка неточности прогрессируют.

В паспорте станка указывают допустимые неточности и фактические, которые не должны превышать допустимые, зависящие от группы точности станка.

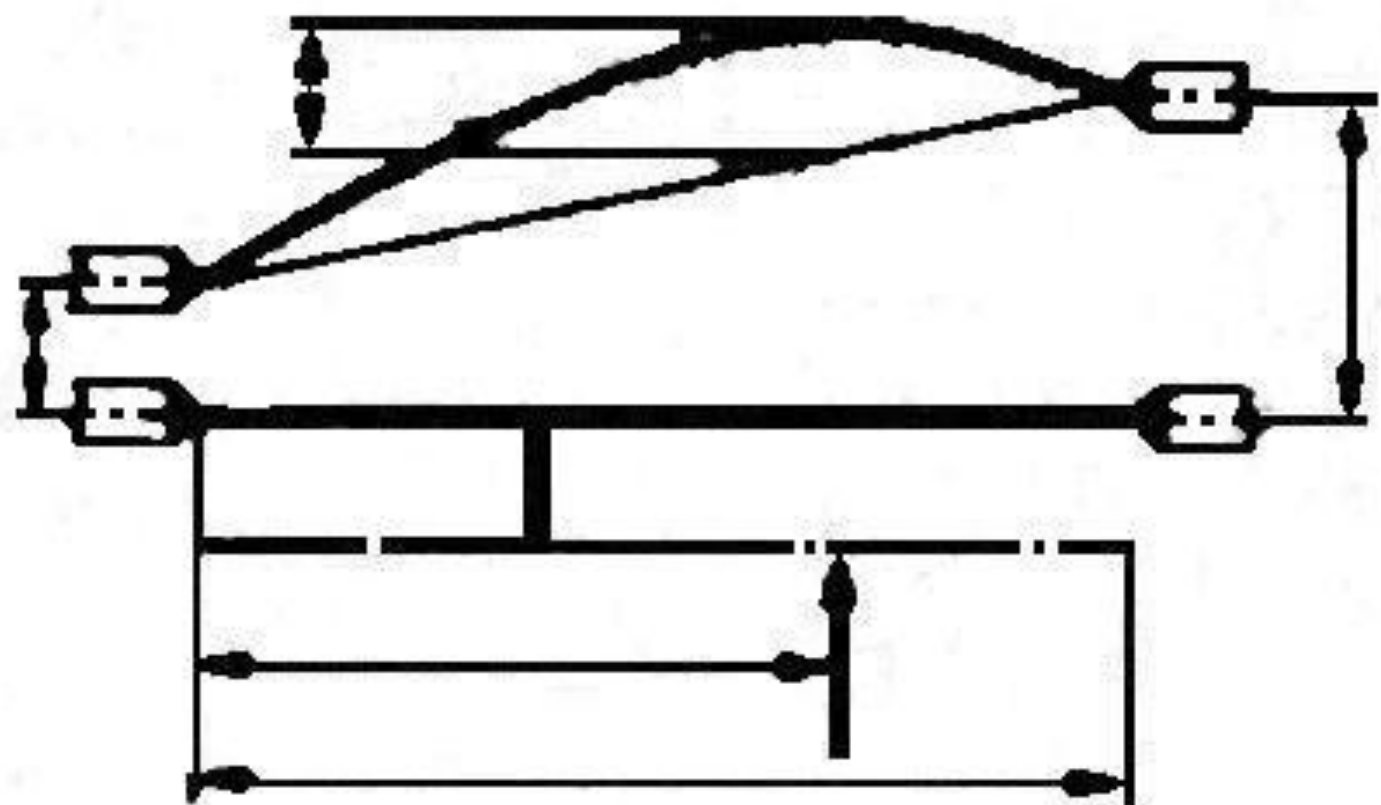


Рис. 4.3. Схема деформации системы СПИД при обработке вала в центрах на токарном станке

Пример

Непараллельность оси цилиндра к направляющим суппорта в горизонтальной плоскости приведет к конусообразности детали.

$$\Delta d = 2 \cdot \Delta H \cdot l / L$$

где ΔH – Непараллельность оси шпинделя перемещения суппорта по базовой длине
 L - длина обработки.

Предупреждение:

- выбор оборудования необходимой точности.
- регулярное проведение ТО и ТР станка.