

Тема 2 Выбор исходной заготовки для деталей машин

Классификация методов получения заготовок

Заготовка – предмет производства, из которого различными методами путем изменения формы, размеров, физических и механических свойств материала, качества поверхности получают деталь.

Заготовки в машиностроении бывают четырех видов – бунтовые (проволока или лента, свернутые в бунт), прутковые (прутки, полосы, тяги), штучные (отливки, поковки, штучные из прутков) и порошковые (пресс-порошки, гранулы, таблетки) для получения пластмассовых, металлокерамических и керамических деталей.

Из бунтовых заготовок большой длины можно получить очень большое число деталей, меньшее число – из прутковых заготовок и только одну деталь – из штучной заготовки. Небольшие по размерам и массе детали целесообразно изготавливать из бунтовых и прутковых заготовок. Для получения высокого коэффициента использования материала необходимо применять штучные заготовки, по форме и размерам близкие к готовой детали. Из порошков и гранул получают штучные заготовки или готовые детали, дальнейшая обработка которых почти не требуется.

Основные способы изготовления заготовок приведены на рисунке 1.

Правильно выбрать способ получения заготовки – означает определить рациональный технологический процесс её получения с учётом материала детали, требований к точности её изготовления, технических условий, эксплуатационных характеристик и серийности выпуска. Машиностроение располагает большим количеством способов получения деталей. Максимальное приближение геометрических форм и размеров заготовки к размерам и форме готовой детали – главная задача заготовительного производства. Заданные конструктором форма, размеры и марка материала детали во многом определяют технологию изготовления.

Таким образом, выбор вида заготовки происходит в процессе конструирования, так как при расчёте деталей на прочность, износостойкость или при учете других показателей эксплуатационных характеристик конструктор исходит из физико-механических свойств материала детали.

На себестоимость изготовления детали влияют конструктивные, производственные и технологические факторы. То, насколько полно в заготовке учтено влияние факторов первой и второй групп, позволяет судить о технологичности заготовки.

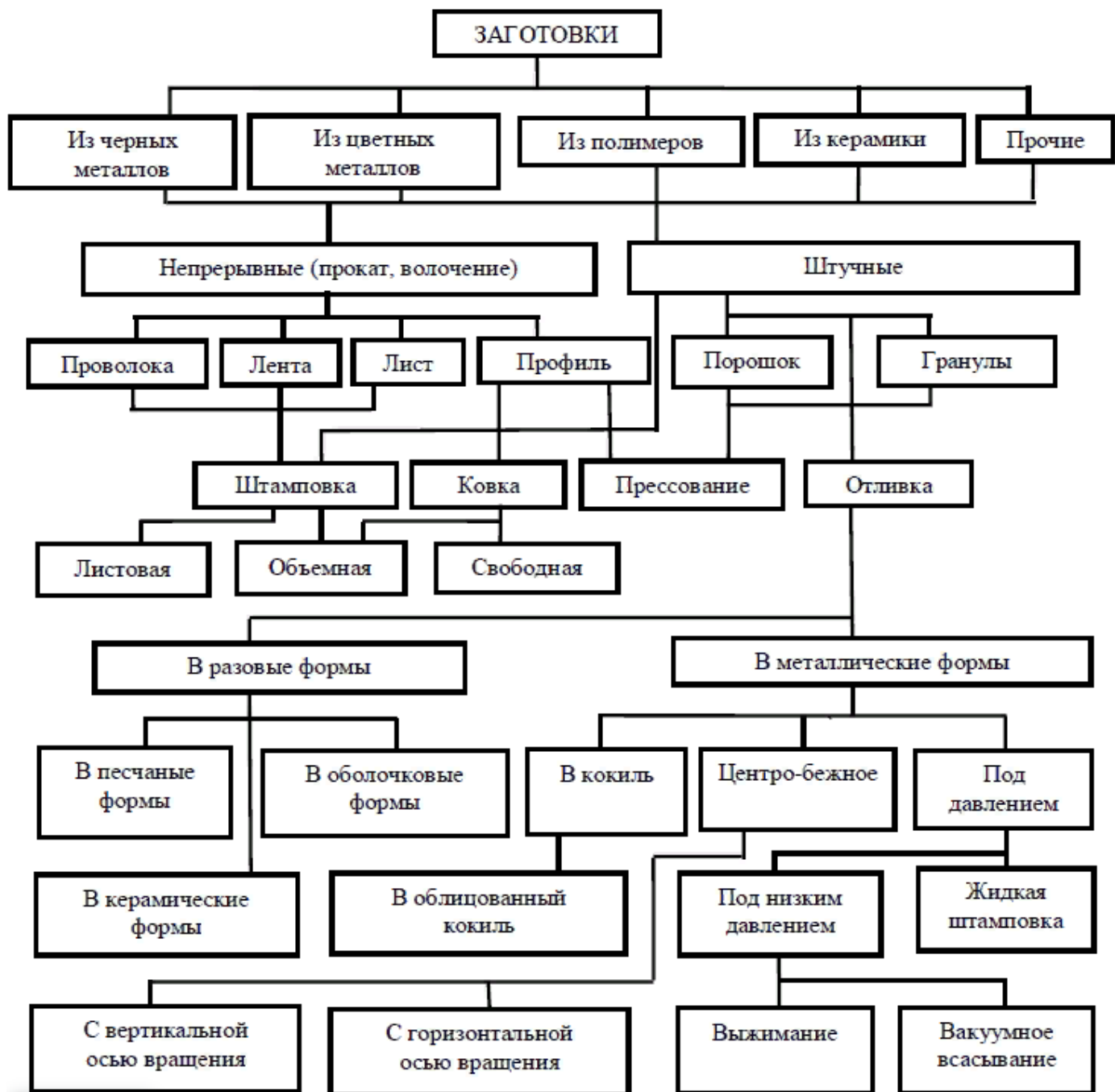


Рис. №1

Под технологичностью заготовки принято понимать, насколько данная заготовка соответствует требованиям производства и обеспечивает долговечность и надежность работы детали при эксплуатации. Выпуск технологичной заготовки в заданных масштабах производства обеспечивает минимальные производственные затраты, себестоимость, трудоемкость и материалоемкость. Оптимальное решение при выборе заготовок может быть найдено только при условии комплексного анализа влияния на себестоимость всех факторов, в том числе и способа получения заготовки. В себестоимости изготовления детали значительную долю составляют затраты на материал. Наиболее широко для получения заготовок в машиностроении применяют следующие методы: литье, обработка пластическим деформированием, резание, сварка, а также комбинация этих методов. Каждый из методов содержит большое число способов получения заготовок.

Литье - получение заготовок путем заливки расплавленного металла заданного химического состава в литейную форму, полость которой имеет конфигурацию заготовки.

Обработка пластическим деформированием - технологические процессы, которые основаны на пластическом формоизменении металла.

Сварка - технологический процесс получения неразъемных соединений из металлов и сплавов в результате образования атомно-молекулярных связей между частицами соединяемых заготовок.

Резание - получение заготовки из проката, полученного пластическим деформированием, отрезкой или вырезкой.

Выбор способа получения заготовки сложная задача. Способ получения заготовки должен быть экономичным, обеспечивающим высокое качество детали, производительным, нетрудоемким. Для мелкосерийного и единичного производства характерно использование в качестве заготовок горячекатаного проката, отливок, полученных в песчано-глинистых формах, поковок, полученных ковкой. Это обуславливает большие припуски, значительную трудоемкость последующей механической обработки.

В условиях крупносерийного и массового производств рентабельны способы получения заготовок: горячая объемная штамповка; литье в кокиль, литье под давлением, в оболочковые формы, по выплавляемым моделям. Применение этих способов позволяет значительно сократить припуски, снизить трудоемкость изготовления детали.

Материалы для изготовления заготовок должны обладать необходимым запасом определенных технологических свойств – ковкостью, штампоёмкостью, жидкотекучестью, свариваемостью, обрабатываемостью. Для деформируемых материалов необходимым технологическим свойством является технологическая пластичность. Особо жесткие требования по технологической пластичности предъявляются к сплавам, из которых детали получают холодной обработкой давлением – выдавливанием, вытяжкой, гибкой, формовкой.

Если металл обладает низкой жидкотекучестью, высокой склонностью к усадке, то не рекомендуется применять литье в кокиль, под давлением, так как из-за низкой податливости металлической формы могут возникнуть литейные напряжения, коробление отливки, трещины. Целесообразно применять оболочковое литье и литье в песчано-глинистые формы.

Для ответственных, тяжело нагруженных деталей (валы, шестерни, зубчатые колеса), для которых предъявляются определенные требования к качеству металла и к физико-механическим свойствам – целесообразно использовать поковки, так как в процессе деформирования создается мелкозернистая, направленная волокнистая структура, значительно повышающая физико-механические свойства материала. Использование точных способов обеспечивает достаточную чистоту поверхности и

высокую точность заготовок. Совершенствованиековки и штамповки обеспечивают параметры шероховатости и точность размеров, соответствующих механической обработке и даже финишных операций. Калибровка, холодное выдавливание обеспечивают получение готовых деталей (заклепки, гайки, болты).

Критерии выбора метода получения исходных заготовок чаще всего определяются производственной программой:

При больших объемах выпуска – следует стремиться к максимальному приближению конфигурации и размеров исходной заготовки к размерам готовой детали (коэффициент использования металла);

При малых объемах выпуска – рациональным выбором следует считать минимальные затраты.

Основными факторами, влияющими на выбор исходных заготовок, являются также (кроме производственной программы):

- Вид обрабатываемого материала;
- Конфигурация, размеры и масса;
- Условия эксплуатации;
- Экономичность самого метода получения исходных заготовок.

Основные методы получения исходных заготовок:

В машиностроении основную массу заготовок изготавливают в литейных цехах заливкой металла в формы, в кузнечнопрессовых цехах - обработкой на ковочных и штамповочных молотах и прессах. Главными факторами, влияющими на выбор метода получения исходных заготовок являются себестоимость и годовая производственная программа.

Производство заготовок литьем

Масса отливок - до 300 т, а длина - до 20 м. Наиболее распространенными материалами литейных форм являются: песчано-глинистые и песчано-смоляные смеси, сталь, чугун, сплавы, керамика и др. Серый и высокопрочный чугун имеет высокую жидкотекучесть, что позволяет получить толщину стенки 3-4 мм. Ковкий чугун обладает склонностью к образованию трещин и значительных внутренних напряжений. Легированные стали с увеличенным содержанием марганца имеют хорошую жидкотекучесть, что затрудняет получение отливок с тонкими стенками.

Литье в песчано-глинистые формы подразделяют на три группы:

- Разовые, изготавливаемые из песчано-глинистых смесей (для черных и цветных металлов любого размера и веса);
- Полупостоянные - из огнеупорных материалов (шамот, магнезит и др.) - для получения нескольких десятков отливок

- **Постоянные, изготавливаемые из металлов и сплавов**

Для отливок применяют чугун, сталь, сплавы меди, алюминий и др.

Литье в оболочковые формы - обеспечивает точность размеров 13-14 качества и величину параметра шероховатости $Ra = 6,3$ мкм. Литейной формой является оболочка, состоящая из формовочных смесей с термопластичными и терморезистивными связующими смолами, которые помещают в ящик с песком или дробью перед заливкой ее металлом. Требуется дорогостоящая оснастка, а сама форма используется один раз, поэтому данный метод целесообразен в массовом, крупносерийном и среднесерийном производстве, массой до 100 кг.

Литье в кокиль. Отливки (из чугуна и стали) с толщиной стенки 5 мм, 12-14 качества точности, шероховатость $Ra = 12,5 \dots 3,2$ мкм и массой до 200 кг. Применяют в серийном и массовом производстве, выше производительность в 2-5 раз меньше себестоимость. К недостаткам литья относится невысокая стойкость форм при литье чугуна и стали, образование отбела чугунных отливок, что вызывает необходимость проведения дополнительной операции (отжига); возможно образование трещин в сложных отливках. Кокили изготавливают литыми из чугуна, стали, меди и алюминия; разъемными или вытряхивающими. Распространены многоместные кокили.

Литье по выплавляемым моделям. - отливки из сплавов цветных металлов, стали и чугуна массой от нескольких грамм до 300 кг. Применяют в массовом, крупно- и среднесерийном производстве при изготовлении мелких и сложной формы. Сущность процесса литья по выплавляемым моделям заключается в использовании точной неразъемной разовой модели, по которой изготавливается неразъемная керамическая оболочковая форма, куда и заливается расплавленный металл после удаления модели из формы путем выжигания, испарения или растворения. Этим способом можно изготавливать точные отливки из различных сплавов толщиной от 0,8 мм и более с небольшими припусками на обработку. Точность размеров отливок соответствует 8 - 11 качествам, $Ra = 2,5$ мкм, припуски на обработку резанием для отливок размером до 50 мм составляют 1,4 мм, а размером до 500 мм - около 3,5 мм. Коэффициент точности отливок по массе может достигать 0,85 - 0,95, что резко сокращает объемы обработки резанием и отходы металла в стружку. Использование для изготовления моделей легко удаляемых материалов (на основе парафина, канифоли, полистирола, карбамида или полистирола), не прибегая к разборке формы, дает возможность нагреть расплавленный перед разливкой металл до высоких температур, что значительно улучшает заполнение формы и позволяет получать отливки очень сложной формы практически из любых сплавов. К недостаткам можно отнести высокую трудоемкость и повышенный расход материала на литниковую систему при небольшом выходе продукции.

Литье под давлением. Расплав металла заполняет форму с большой скоростью (до 35 м/с), что обеспечивает высокую плотность материала, точность и качество поверхности. Получают отливки из стали, цветных металлов и чугуна. Масса отливок, может быть, от нескольких граммов до 50 кг, толщина стенки 1,0...0,8 мм; 8-12

кавалитет точности Ra=12,5- 3,2 мкм; применяют в массовом и крупносерийном производстве. Высокая производительность и возможность получения заготовок сложной формы с мелкозернистой структурой, но высока стоимость пресс-форм и низка их стойкость. В основном применяют для цветных металлов и сплавов.

Литьем вакуумным всасыванием получают отливки в основном из цветных металлов и сплавов, в меньшей степени из стали и чугуна. Отливки имеют толщину стенки до 1 мм. Этот метод применяют в массовом и серийном производстве, обычно для получения отливок из дорогостоящих сплавов.

Центробежное и другие виды литья - отливки из чугуна, стали, цветных металлов и сплавов. Применяют - в массовом и серийном производстве для пустотелых и тонкостенных отливок (типа тел вращения) сложной конфигурации, например гильз, втулок, вкладышей и т. д. Процесс осуществляют путем заливки металла во вращающуюся металлическую форму. Под действием центробежных сил частицы расплавленного металла отбрасываются к поверхности формы и, затвердевая, принимают ее очертания. Отливка охлаждается наружной стороной (от изложницы) и изнутри (со стороны свободной поверхности) за счет излучения и конвекции воздуха. Затвердевание металла под давлением приводит к уплотнению металла и повышению механических свойств, в тоже время происходит отделение газов, неметаллических примесей и вытеснение их на внутреннюю поверхность отливки, что следует учитывать в расчете припусков для изделий, имеющих внутреннюю рабочую поверхность.

Применяют и другие методы литья: непрерывное, электрошлаковое, выжиганием, штамповкой из расплава и др.

Непрерывным и полунепрерывным литьем получают отливки из чугуна, стали, алюминиевых и магниевых сплавов; в массовом и серийном производстве для обеспечения поперечного сечения неограниченной длины (станины металлорежущих станков, корпуса гидро- и пневмоаппаратуры, трубы) и т. д.

Электрошлаковым литьем получают отливки из сталей и сплавов с повышенными механическими свойствами массой до 300 т; в серийном производстве для получения заготовок ответственных деталей судовых двигателей, прокатные валки, турбины и т. д.

Литьем выжиманием получают отливки из алюминиевых и магниевых сплавов; в массовом и серийном производстве для тонкостенных (до 2 мм) и значительных по габаритам (1000x3000мм) заготовок.

Штамповкой из расплава получают отливки из цветных металлов и сплавов, стали и чугуна в массовом и серийном производстве. Для изготовления фасонных отливок с толщиной стенки до 8 мм несложной конфигурации с высокими механическими свойствами.

Производство исходных заготовок пластическим деформированием

Машинную ковку производят на молотах и гидропрессах. В единичном и мелкосерийном производстве - наиболее экономичный способ получения высококачественных заготовок; может оказаться единственно возможным способом для заготовки большой массы.

Возможности: заготовки массой до 250 т простой формы; на молотах в подкладных кольцах и штампах до 10 кг, при этом толщина стенок заготовки достигает 3-2,5 мм, точность 14-16 квалитет, а величина параметра шероховатости поверхности составляет $Ra = 25-12,5$ мкм; для стали, иногда цветных металлов и сплавов.

Штамповка - в условиях массового и крупносерийного производства горячая объемная штамповка рентабельнеековки. Ограничения: до 100 кг, хотя возможно получать поковки до 3 т и выше, но чаще массой до 30 кг. Применяют для получения поковок из стали, цветных металлов и сплавов. Обычно исходной заготовкой для штамповки является сортовой прокат. Горячую штамповку проводят на молотах, горизонтально-ковочных машинах (ГКМ), кривошипных горяче-штамповочных прессах (КГШП) и винтовых прессах.

К операциям листовой формовки относят правку (рихтовку), фасонную (рельефную) штамповку, отбортовку, формовку, обжим, раздачу.

Листовая штамповка - размеры заготовок колеблются от нескольких сантиметров до 7 м с толщиной стенки 0,1-100 мм; точность - 11-12 квалитет, а при дополнительной калибровке — 9-10 квалитет.

Фасонную (рельефную) штамповку применяют для получения на плоских заготовках различных углублений и выступов, ребер жесткости и т. п. Штамповка перераспределяет объемы металла в локальной зоне. При отбортовке отверстия толщина материала у края бортов значительно уменьшается.

Высадка - частичное изменение формы детали типа прутка на специальных холодновысадочных автоматах, например, высадка головок болтов, винтов, заклепок и т. п.

Методами штамповки изготавливают металлические сплавы (сталь различных марок, сплавы цветных металлов, а также биметаллические) и неметаллические материалы (текстолит, прессшпан, резина, войлок). Металлические материалы по виду заготовок можно разделить на рулонный (шириной свыше 300 мм), ленты, листы, полосы, проволоку и круглый прокат (в бухтах), прутки и прокат различного сечения. Неметаллические материалы, как правило, поставляются в виде листов или полос.

Исходные заготовки, получаемые методом порошковой металлургии

Основными исходными материалами являются порошки железных, никелевых кобальтовых, молибденовых, вольфрамовых и других металлов. Формирование изделий осуществляют холодным прессованием в закрытых пресс-формах с последующим спеканием. Например, спеченный из порошка распределительный вал

двигателя длиной 447 мм и массой 2,5 кг, позволяет не только экономить 75 % по массе по сравнению с чугунным литьем, но и повысить износостойкость вала в 7 раз.

Металлокерамические материалы. Например, бронзографит (85...88 % меди, 8...10 % олова, 3...5 % графита) можно применять при изготовлении подшипников, в которых практически отсутствует дополнительный смазочный материал. Различают антифрикционные металлокерамические материалы на медной и железной основе. Свойства готовых металлокерамических изделий в значительной степени зависят от плотности спрессованных из порошка брикетов и распределения плотности по объему. Брикетты прессуют под давлением 2500...4000 Па для бронзографита и 4000...5000 Па для железосульфидного материала. Спекание бронзографита проводят в течение 2...3 ч при температуре 760...780 °С, а железосульфидированного материала - 1... 1,5 ч при температуре 1130... 1150 °С. От сложности формы деталей зависит возможность их прессования в конечном виде или необходимость проведения после спекания дополнительной механической обработки, что в значительной степени влияет на производительность и себестоимость.

В условиях массового и крупносерийного производства экономически целесообразно получение заготовок, наиболее близко приближающихся по форме и размерам к готовым деталям. В этом случае себестоимость заготовок увеличивается, но объем механической обработки значительно сокращается.

В условиях единичного и мелкосерийного производства заготовки далеки по размерам и форме от готовой детали, т. е. имеют значительные припуски для механической обработки. Из многих возможных способов получения заготовки необходимо выбрать экономически целесообразный.

Окончательный выбор метода устанавливают на основе расчетов:

- А) себестоимости метода получения исходных заготовок;
- Б) себестоимости самого процесса механообработки.

Расчет межоперационных припусков производится статистическим методом. Рассчитываются 3 разнохарактерные поверхности: наружный диаметр, внутренний диаметр, габарит по длине.

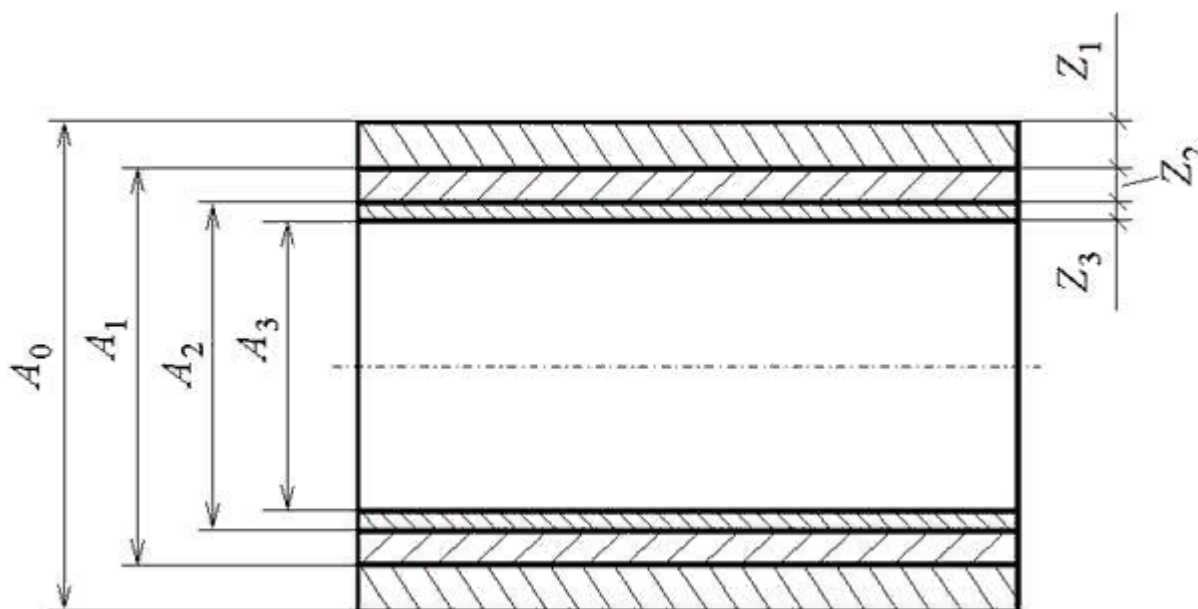
Если конструкция детали предусматривает большой перепад размеров, то рассчитываются все характерные поверхности.

Применение опытно-статистического метода определения припусков.

По рекомендации руководителя проекта студенты могут воспользоваться упрощенным опытно-статистическим методом расчета припусков. Данный метод следует использовать также при определении операционных размеров для обработки шлицевых, зубчатых, фасонных поверхностей, поскольку для таких поверхностей невозможно применить методику размерного анализа.

Опытно-статистический метод заключается в определении операционных размеров и размеров исходной заготовки путем последовательного наложения номинальных припусков на поверхности детали.

Определение операционных размеров и размеров исходной заготовки производится в порядке обратном последовательности обработки каждой поверхности. Сначала на поверхность детали наслаивается припуск на отделочную обработку, затем – на чистовую и черновую. Для удобства следует привести схему расположения припуска на обрабатываемой поверхности. В качестве примера на рисунке 1 приведена схема расположения припусков при трехкратной обработке наружной цилиндрической поверхности.



A_0 – размер исходной заготовки;

A_1 – размер после выполнения первого технологического перехода;

A_2 = размер после второго перехода;

A_3 – размер после третьего перехода (размер детали).

Рисунок 1 – Схема расположения припусков на наружной цилиндрической поверхности

Номинальные промежуточные размеры для данной схемы расположения припусков:

$$A_2 = A_3 + 2Z_3 \quad ,$$

$$A_1 = A_2 + 2Z_2 \quad ,$$

$$A_0 = A_1 + 2Z_1 \quad .$$

Схема расположения промежуточных припусков при обработке отверстия приведена на рисунке 2

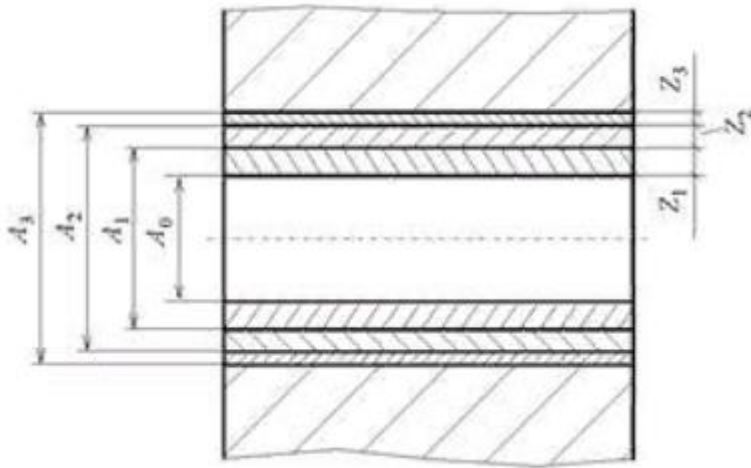


Рисунок 2 - Схема расположения припусков при обработке отверстия

Номинальные промежуточные размеры при обработке отверстия:

$$A_2 = A_3 - 2Z_3$$

$$A_1 = A_2 - 2Z_2$$

$$A_0 = A_1 - 2Z_1$$

Результаты определения промежуточных размеров удобно представить в виде таблицы 3. В таблице приведены размеры, соответствующие маршруту обработки поверхности. Для обработки применено черновое и чистовое фрезерование. Заготовка – отливка 9 класса точности по ГОСТ 26645–85*. Номинальные припуски; допуск исходной заготовки; допуски, соответствующие методам обработки, приняты по нормативной документации.

Таблица 10.3 - Припуски и промежуточные размеры

| Технологический переход | Припуск, мм | Номинальный размер, мм | Допуск, мм | Размер с предельными отклонениями |
|-----------------------------------|-------------|------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Исходная заготовка | - | 66,2 | 2,0 | $66,2 \pm 1,0$ |
| Черновое фрезерование плоскости 1 | 2,30 | 63,9 | h12 (0,300) | $63,9_{-0,3}$ |
| Черновое фрезерование плоскости 2 | 2,30 | 61,6 | h12 (0,300) | $61,6_{-0,3}$ |
| Чистовое фрезерование плоскости 1 | 0,80 | 60,8 | h9 (0,074) | $60,8_{-0,074}$ |
| Чистовое фрезерование плоскости 2 | 0,80 | | h9 (0,074) | $60,0_{-0,074}$ |

Выбор и обоснование принятого варианта заготовки, определение массы заготовки и коэффициента использования материала.

Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления необходимо проводить в следующей последовательности:

- 1) определение вида исходной заготовки;
- 2) выбор метода изготовления исходной заготовки;
- 3) технико-экономическое обоснование метода получения заготовки;
- 4) определение конфигурации и допусков исходной заготовки.

Основными факторами, влияющими на выбор вида исходной заготовки, являются:

- технологические свойства материала детали (литейные свойства, пластичность, свариваемость и т.п.);
- конструктивные формы и размеры детали;
- тип производства;
- производственные возможности заготовительных цехов (наличие оборудования, оснастки);
- требования безопасности жизнедеятельности и экологии.

Материал заготовки должен соответствовать требованиям, предъявляемым к детали. Следует так же учитывать точность и качество заготовок, периодичность их использования. Выбрать заготовку – это значит установить способ ее получения, рассчитать размеры, назначить припуски на обработку каждой поверхности и указать допуски на неточность изготовления.

Заготовки деталей машин получают литьем, обработкой давлением, из проката, а также комбинированными способами.

1. Получение заготовок литьем.

Отливки из черных и цветных металлов можно получить в земляные, оболочковые, металлические формы, центробежным литьем, литьем по выплавляемым моделям и литьем под давлением.

Литье в земляные формы применяется в единичном и мелкосерийном производстве. Точность отливок грубее 17 качества, шероховатость $Rz=320$ мкм. и грубее. Литье в металлические формы применяется в серийном и массовом производстве. Позволяет получить отливки 12 – 17 качества, шероховатость $Rz=80 – 20$ мкм. Литье в оболочковые формы имеет ограничения по форме и весу и требует специального оборудования. Применяется в крупносерийном и массовом производстве. Точность 11 – 14 качества, шероховатость $Rz=40$ мкм. Центробежное литье применяется для заготовок имеющих форму тел вращения, требует спец. машин. Точность 14 – 15 качества, шероховатость $Rz=20$ мкм. у наружных поверхностей, $Rz=320$ мкм. у внутренних поверхностей. Литье по выплавляемым моделям является самым точным, но имеет ограничение по весу и самое дорогое. Точность 10 – 11 качества, шероховатость $Rz=10$ мкм. Литье под давлением применяется для цветных металлов. Требуется применения специальных машин, применяется в массовом производстве. Точность 8 – 11 качества, шероховатость $Rz=5 - 10$ мкм.

2. Обработка давлением.

Получение заготовок из проката. Обычно применяется для деталей мелких и средних размеров. Простые сортовые профили круглый и квадратный ГОСТ 2590 – 71 и шестигранный ГОСТ 2879 – 69 используются для гладких и ступенчатых валов с небольшим перепадом ступеней, стаканов диаметром до 50мм., втулок диаметром до 25мм., рычагов, клиньев фланцев. Точность горячекатаного проката 12 – 14 квалитет, холоднокатаного 9 – 11 квалитет. Волочение применяют в заготовительных цехах. При массовом производстве применяется периодический прокат.

Штамповка в открытых и закрытых штампах. Горячая штамповка широко применяется в массовом и крупносерийном производстве. Точность 15 – 16 квалитет, для повышения точности проводят калибровку, получая 8 – 12 квалитет, шероховатость $Ra=2,5 - 0,32$ мкм.

Выбрав способ получения заготовки, необходимо приступить к ее конструированию, т. е. определить конфигурацию, наметить плоскости разъема формы, назначить уклоны, радиусы и т. д.

Массу заготовки можно определить по формуле

$$Q_{заг} = V_{заг} \cdot q, \text{ кг}$$

где $V_{заг}$ – объем заготовки, см³

q – плотность материала г/см³

для стали $q = 7,82$ г/см³

для чугуна $q = 7,1$ г/см³

Для заготовок сложной формы массу заготовки определяют взвешиванием.

Коэффициент использования материала определяется по формуле:

для штампованных заготовок:

$$K_{ИМ} = \frac{Q_{дет}}{1,02Q_{заг}}$$

для отливок:

$$K_{ИМ} = \frac{Q_{дет}}{1,05Q_{заг}}$$

Далее выбираем метод изготовления исходной заготовки.

Если масса детали не указана на чертеже, то она рассчитывается аналогично.

Характеристики некоторых методов получения отливок приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики методов получения отливок

| Метод получения | Масса заготовок, т | Точность выполнения, квалитет | Шероховатость R_z , мкм | Материал | Производство |
|---|--------------------|---|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Разовые формы | | | | | |
| Литье в песчано-глинистые формы: | | | | | |
| Ручная формовка по деревянным моделям | До 100 | | 80...20 | чугун, сталь, специальные сплавы | единичное и мелкосерийное |
| Машинная формовка | До 10 | 16...17 | 20...5 | серийное | |
| Машинная формовка по металлическим моделям | 3...5 | 14...16 | 20...5 | крупносерийное и массовое | |
| Литье по выплавляемым моделям | До 0,15 | 11...12 | 10...2,5 | трудно-обрабатываемые сплавы | серийное |
| Литье в оболочковые формы: (песчано-смоляные, химически твердеющие) | До 0,15 | 13... 14 | 10...2,5 | чугун, сталь, цветные сплавы | серийное и массовое |
| Многоразовые формы | | | | | |
| Центробежное литье | 0.01...1 | 12... 14 | 40...10 | чугун, сталь, цветные сплавы | крупносерийное и массовое |
| Литье под давлением | | | | | |
| Литье в кокиль | | До 0,1 | 8...12 | 5,0...0,63 | цветные сплавы |
| | | 7(чугун) 4 (сталь) 0,5 (цветные сплавы) | 12...15 | 20...2,5 | чугун, сталь, цветные сплавы |
| Примечание – В таблице приведена ориентировочная точность отливок, точные значения допусков определяются по ГОСТ 26645-85 | | | | | |

Характеристики некоторых методов получения поковок приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристики методов получения поковок

| Метод получения | Масса заготовок, т | Точность выполнения, качество | Шероховатость R_z , мкм | Тип производства |
|--|---|--|---------------------------|-------------------------|
| Ковка на молотах и прессах | | 17...18 | 160...320 | Единичное |
| Ковка на молотах и прессах в подкладных штампах | 0,1 | 16...18 | 160...320 | Единичное |
| Ковка на радиально-обжимных машинах (горячая и холодная) | Максимальный диаметр прутка (трубы) около 100мм | 0,01-0,4 мм (холодная), 0,1-0,6 мм (горячая ковка) | 0,32...0,63 (R_a) | Серийное |
| Штамповка на молотах и прессах | 0,2 | 16...18 | 160...320 | Мелкосерийное, серийное |
| Штамповка с последующей чеканкой | 0,1 | 0,05-0,1 мм | 10...40 | Мелкосерийное, серийное |
| Штамповка (высадка) на горизонтально-ковочных машинах | 0,1 | 17...18 | 160...320 | Мелкосерийное, серийное |
| Штамповка выдавливанием | Диаметр до 200 мм | 0,2-0,5 мм | 80...320 | Мелкосерийное, серийное |

| | | | | |
|--|---------------------------|---|---------------------|-------------------------|
| Штамповка на калибровочных кривошипных прессах | 0,1 | На 25-30 % выше, чем при штамповке на молотах | 80...320 | Мелкосерийное, серийное |
| Холодная высадка на автоматах | Максимальный диаметр 30мм | 14...17 | 1,2...2,5 (R_a) | Мелкосерийное, серийное |
| Примечания 1 В таблице приведена ориентировочная точность поковок, точные значения допусков определяются: для поковок на молотах по ГОСТ 7829-70; для поковок на прессах по ГОСТ 7062-90; для стальных штампованных поковок по ГОСТ 7505-89. | | | | |
| 2 Данные относятся к поковкам из углеродистых и легированных сталей | | | | |

Таблица 3 – Виды проката и область их применения

| Вид проката | Стандарт | Область применения |
|--|-----------------|--|
| Сортовой | | |
| Круглый горячекатаный повышенной и нормальной точности | 2590-88 | Гладкие и ступенчатые валы с небольшим перепадом диаметров ступеней, стаканы диаметром до 50 мм, втулки с наружным диаметром до 25 мм. |
| Круглый калиброванный | 7415-86 | Крепеж |
| Горячекатаный Квадратный и полосовой | 2591-88 103-76 | Крепеж, небольшие детали типа рычагов, тяг, планок и клиньев |
| Квадратный и шестигранный | 8559-75 8560-78 | |

| | | |
|---|-----------------|---|
| Листовой | | |
| Толстолистовой горячекатаный | 19903-74 | Фланцы, кольца плоские детали различной формы; цилиндрические полые заготовки типа втулок и валов |
| Тонколистовой горячекатаный и холоднокатаный | 19904-90 | |
| Трубы | | |
| Стальные бесшовные горячекатаные и холоднокатаные | 8732-78 8734-75 | Цилиндры, втулки, гильзы, шпиндели, стаканы, барабаны, ролики, валы |

Получение штучных заготовок производят резкой проката. Методы резки проката, их точность и область применения приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Методы резки проката и их точность

| Метод резки проката | Точность резки, мм | Область применения |
|-----------------------|---|--|
| Газовая резка | | |
| Ацетилено-кислородная | При ручной резке от ± 4 до ± 10 ; при машинной - от ± 1 до ± 2 | Резка заготовок различной конфигурации из листового проката толщиной до 200 мм |
| Кислородная | Резка заготовок различной конфигурации из листового проката толщиной 100 мм, профильного проката, труб (с наружным диаметром от 150 до 300 мм и толщиной стенок до 16 мм), листового проката с одновременной подготовкой X- или U-образных кромок | |
| Кислородно-флюсовая | Резка заготовок из проката, выполненного из хромоникелевых и коррозионно-стойких сталей (толщиной до 450 мм), чугуна, цветных металлов и сплавов | |

| | | |
|---|----------------------------|--|
| Плазменно-дуговая | От ± 1 до ± 6 | Резка заготовок из проката толщиной до 100 мм, выполненного из низкоуглеродистых, легированных сталей и цветных металлов |
| Резка на ножницах | | |
| На пресс-ножницах с прямыми и фасонными ножами | От ± 1 до ± 6 | Резка листового и полосового проката толщиной до 25 мм, квадратного и круглого проката диаметром до 200 мм, углового проката |
| На гильотинных | От $\pm 0,25$ до ± 3 | Резка листового и полосового проката толщиной до 20 мм и шириной до 1500 мм |
| На дисковых с параллельными осями | От $\pm 0,25$ до $\pm 0,6$ | Резка листового проката толщиной до 20 мм шириной до 300 мм |
| На дисковых с наклонными осями | От $\pm 0,4$ до ± 1 | Резка листового проката толщиной 6 ~ 8 мм для заготовок с контурами, очерченными кривыми и прямыми линиями. Наименьший радиус составляет от 0,4 до 0,7 диаметра дискового ножа |
| На многодисковых с параллельными осями | до $\pm 0,25$ | Одновременная резка широкой ленты (до 1500 мм) на узкие и листов на полосы. Толщина проката от 0,5 до 4 мм |
| Вибрационных | От $\pm 0,25$ | Резка листового проката для заготовок малым радиусом кривизны |
| Разрезка на механических и гидравлических прессах | От ± 2 до ± 4 | Разрезка в штампах проката диаметром до 30 мм |

| | | |
|--|----------------------------|---|
| Резка на пилах и ножовках | | |
| На дисковых | От $\pm 0,4$ до ± 3 | Резка круглого проката больших сечений |
| На ленточных | От $\pm 1,5$ до ± 5 | Резка проката любого профиля из стали* цветных металлов диаметром до 250. Ширина реза от 0,8 до 1,3 мм |
| На приводных ножовках | От ± 2 до $\pm 4,5$ | Резка круглого и профильного проката диаметром до 300 мм. Ширина реза от 1 до 3,5 мм |
| На фрикционных и электрофрикционных ножовках | От $\pm 1,6$ до ± 5 | |
| Отрезка на отрезных станках и установках | | |
| На фрезерно-отрезных | От $\pm 2,5$ до $\pm 4,5$ | Отрезка круглого и профильного проката диаметром до 500 мм на универсальных станках и диаметром до 800 мм на специальных |
| На токарно-отрезных | От $\pm 0,3$ до $\pm 0,8$ | Отрезка прутков и труб диаметром до 80 мм |
| На горизонтально-фрезерных | От $\pm 0,4$ до $\pm 0,7$ | Отрезка проката размером до 60 мм |
| На абразивно-отрезных | От $\pm 0,3$ до $\pm 0,7$ | Отрезка проката с высокой твердостью Применяют абразивные круги диаметром от 30 до 500 мм и толщиной от 0,5 до 4 мм и алмазные круги диаметром от 50 до 320 мм и толщиной от 0,15 до 2 мм |
| На анодно-механических | От $\pm 0,15$ до $\pm 0,3$ | Отрезка проката с высокой твердостью диаметром от 200 до 250 мм. При применении вместо дисков стальной ленты толщиной от 1 до 2 мм и шириной от 15 до 20 мм или стальной проволоки от 2 до 2,5 мм можно осуществлять фигурную вырезку заготовок |

| | | |
|-----------------------|--|--|
| На электроэрозийных | Черновая: от $\pm 0,5$ до ± 2 ; чистовая: от $\pm 0,03$ до $\pm 0,2$ | Отрезка круглого проката и труб, выполненных из стальных и титановых материалов. При применении латунной проволоки диаметром от 0,05 до 0,3 мм можно осуществлять фигурную вырезку |
| На электронно-лучевых | От $\pm 0,01$ до $\pm 0,05$ | Фигурная отрезка небольших заготовок из металлов, полупроводниковых и изоляционных материалов. |
| На лазерных | От $\pm 0,001$ до $\pm 0,05$ | Фигурная отрезка заготовок из любых материалов. |

Определение конфигурации и допусков исходной заготовки

Одним из этапов проектирования исходной заготовки является определение ее конфигурации. По различным причинам ряд конструктивных элементов заготовки не может быть получен при ее изготовлении. К таким элементам относятся: отверстия небольшого диаметра, ступени тел вращения при небольшом перепаде диаметров соседних ступеней, фаски, канавки, пазы, шлицы, зубья и т.п. Определение конфигурации исходной заготовки сводится к решению вопроса о целесообразности получения тех или иных ее конструктивных элементов.

При определении конфигурации исходной заготовки следует руководствоваться следующими положениями:

- наименьшие размеры отверстий, проливаемых в чугунных заготовках) зависят от длины отверстий (толщины стенки отливки) и составляют 10 мм при длине от 8 до 10 мм, 15 мм при длине от 20 до 30 мм, 18 мм при длине от 40 до 50 мм, для стальных отливок эти значения увеличивают в два раза;

- отверстия в штампованных поковках выполняют, если ось отверстия параллельна ходу ползуна прессы при их диаметре не менее 30 мм при условии, что длина отверстия не более трех его диаметров.

Все поверхности детали с шероховатостью, определяемой методом получения заготовки, должны присутствовать на заготовке.

После определения конфигурации необходимо назначить допуски размеров исходной заготовки. Значения допусков требуются для правильного выбора методов обработки поверхностей детали. Предварительно следует на эскизе заготовки проставить все размерные линии, однозначно определяющие ее форму. Все необходимые данные для определения допусков исходных заготовок приведены в приложении А, а также в соответствующих стандартах.

Требования к графическому изображению исходной заготовки:

Изображение исходной заготовки с техническими требованиями должно содержать все данные, необходимые для изготовления.

В графе основной надписи чертежа под наименованием детали записывается вид заготовки - "отливка" или "поковка".

Для поковок внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин, выточек, не выполняемых в заготовке, вычерчивается тонкой штрихпунктирной линией с двумя точками (ГОСТ 3.1126-88), рисунок 5.1.

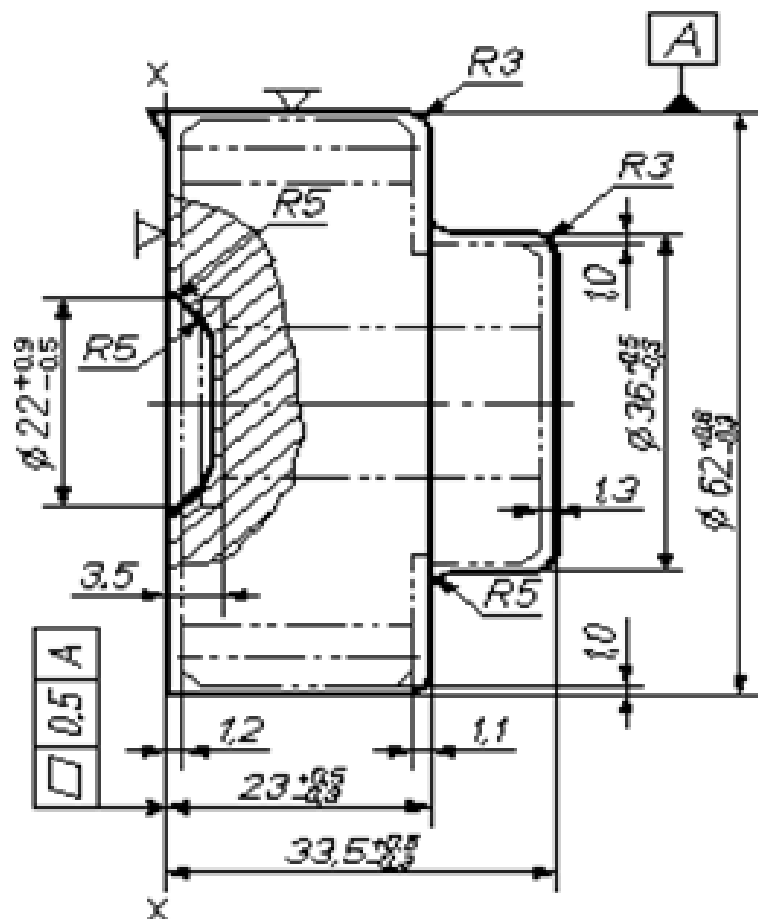


Рисунок 5.1 - Исходная заготовка (поковка)

Для отливок внутренний контур обрабатываемых поверхностей вычерчивается сплошной тонкой линией. (ГОСТ 3.1125-88), рисунок 5.2.

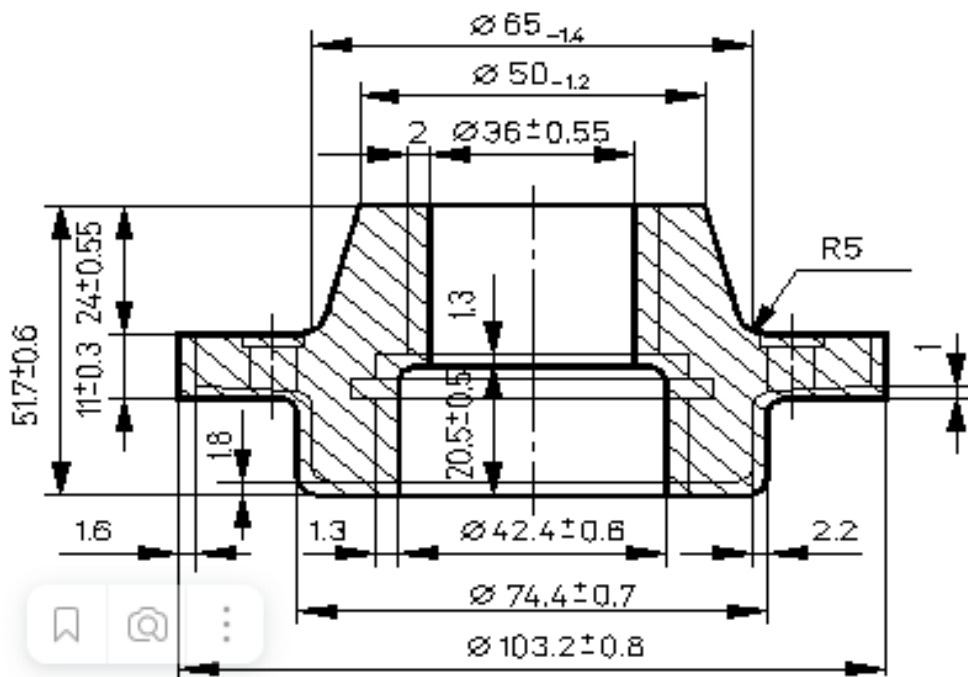


Рисунок 5.2 - Исходная заготовка (отливка)

Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т.д. она выполняется сплошной линией, при огневой резке или обламывании - сплошной волнистой линией.

На свободном поле чертежа над основной надписью приводятся технические требования, содержание которых должно отражать:

- 1) материал заготовки - марка и стандарт;
- 2) твердость материала (предельные значения);
- 3) нормы точности заготовки, с указанием стандарта;
- 4) требования к предварительной обработке поверхностей, являющихся черновыми базами;
- 5) величины допускаемых поверхностных дефектов (для обрабатываемых поверхностей не более 2/3 припуска на обработку, для необрабатываемых – не более 2/3 допуска исходной заготовки).

Для отливок необходимо указать нормы точности отливки. Их приводят в следующем порядке: класс размерной точности, степень коробления, степень точности поверхностей, класс точности массы и допуск смещения отливки.

Пример условного обозначения точности отливки 8-го класса размерной точности, 5-й степени коробления, 4-й степени точности поверхностей, 7-го класса точности массы с допуском смещения 0,8 мм: точность отливки 8-5-4-7 См 0,8 ГОСТ 26645-85*. В технических требованиях на отливки допускается указывать сокращенную номенклатуру норм точности отливки, при этом указание класса размерной точности и класса точности массы отливки является обязательным, например:

Точность отливки 8-0-0-7 ГОСТ 26645-85*.

Для поковки должны быть указаны: класс точности, группа стали, степень сложности, например: класс точности поковки - Т2, группа стали - М2, степень сложности - С3 ГОСТ 7505-89.

Графическое изображение исходной заготовки выполняется после определения припусков на обработку и размеров заготовки.

Если деталь изготавливается резкой проката, то графическое изображение исходной заготовки не вычерчивается, а приводится в пояснительной записке в виде эскиза.