

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА «ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ»

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

к лабораторно-практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок»
для студентов специальности I-36 01 01
«Технология машиностроения»

Брест 2007

УДК 621.744

Методические указания предназначены для выполнения лабораторно - практических работ по дисциплине «Проектирование и производство заготовок». Дается область применения и достоинства основных способов получения заготовок, методов их проектирования. Содержание работ соответствует учебной программе по дисциплине «Проектирование и производство заготовок». Методические указания предназначены для студентов специальности I-36 01 01 «Технология машиностроения» дневной и заочной форм обучения.

Составители: А.М. Левданский, ст. преподаватель
Я.В. Кудрицкий, ст. преподаватель

Рецензент: С. С. Меркушевич, начальник конструкторско-технологического бюро
ОАО «Брестсельмаш»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Проектирование заготовок, получаемых отливкой в песчано-глинистые формы

Цель работы: практическое освоение проектирования заготовок, получаемых методом литья в песчано-глинистые формы.

Работа рассчитана на два академических часа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Литьё в песчано-глинистые формы широко применяется для получения отливок с широким диапазоном размеров и массы из всех литейных сплавов.

Основными операциями технологического процесса получения отливок в песчано-глинистых формах являются:

- изготовление модели,
- изготовление опоки,
- приготовление формовочных смесей,
- выполнение литейной формы (нижней части, верхней части, стержней),
- плавка металла и заливка его в литейную форму,
- выбивка отливки после ее остывания из литейной формы,
- удаление литников, прибылей и очистка отливки,
- термобработка отливки (при необходимости).

Процесс изготовления литейных форм из формовочных смесей может осуществляться методом ручной или машинной формовки в зависимости от типа производства, размеров и конфигурации детали.

При назначении припусков на механическую обработку и разработке технологического процесса изготовления отливки необходимо рассматривать возможные варианты ее расположения в литейной форме. При этом следует учитывать, что при заполнении литейной формы в верхних частях отливки накапливаются различные загрязнения, образуются усадочные раковины и другие дефекты. Поэтому наиболее ответственные поверхности детали, имеющие высокую точность и наибольшую шероховатость, в отливке необходимо располагать в нижней части литейной формы или в вертикальном положении, где значительно меньше вероятность получения дефектов поверхностного слоя. Это относится также и к базовым поверхностям, которые используются впоследствии при механической обработке отливки.

В соответствии с ГОСТ 2.423-73 чертеж отливки с технологическими требованиями должен содержать все данные, необходимые для ее изготовления, контроля и приемки, и выполняется в соответствии с требованиями ЕСКД.

При вычерчивании чертежа отливки (заготовки) необходимо учитывать:

- 1) все припуски на механическую обработку с указанием их величин по ГОСТ 26645-85,
- 2) все литейные уклоны по ГОСТ 3212-80,
- 3) все радиусы округления наружных и внутренних углов при сопряжении или пересечении стенок.

Чертеж отливки (заготовки) вычерчивается жирной линией на основании чертежа детали, выполненного тонкой линией с учетом припусков, литейных уклонов и радиусов округлений.

Порядок выполнения работы

1. Выполнить эскиз детали.
2. Изучить конструкцию детали и определить поверхности, требующие обеспечения наибольшей точности.
3. Проверить возможность получения в отливке отверстий (табл.1).
4. Проверить возможность получения в отливке минимальной толщины стенки.
5. Определить по ГОСТ 3212-80 литейные уклоны (табл.2).
6. Определить радиусы скругления сопрягаемых стенок.
7. Установить по ГОСТ 26645-85 параметры точности отливки.
 - Класс точности размеров – стр.32
 - Степень коробления – стр.35
 - Степень точности поверхности отливки – стр.36
 - Класс точности массы отливки – стр.40
 - Ряд припусков на механическую обработку – стр.43
8. Назначить по ГОСТ 26645-85 допуски на номинальные размеры детали.
9. Назначить по ГОСТ 26645-85 допуски формы и допуски массы отливки.
10. Назначить общие припуски на механическую обработку (табл.4).
11. Выполнить чертеж отливки с указанием ее размеров с припусками и допусками.
12. Выполнить эскиз положения отливки в литейной форме с указанием элементов литниковой системы.

Таблица 1.1 - Размеры (мм) отверстий и резьб в отливках.

Сплав	Отверстия				Диаметр резьбы, d_{min}	
	Диаметр, d_{min}	Глубина h_{max}		Наружной	Внутренней	
		Глухие	Сквозные			
Цинковый						
Магниевоый	8	2d	3d	-	-	
Алюминиевый					20	
Медный	10	1,5d	2d	6	25	

Таблица 1.2 - Формовочные уклоны наружных поверхностей (по ГОСТ 3212-80)

	Измеряемая высота поверхности модели, мм							
	До 20	20-50	50-100	100-200	200-300	300-800	800-2000	Св.2000
Уклоны (не более)	1°30'	1°	0°45'	0°30'	0°30'	0°20'	-	-

Таблица 1.3 - Допускаемые отклонения для отливок из алюминиевых сплавов, получаемых в кокиль (ГОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер необработанной отливки	Номинальные размеры отливок, мм								
		До 60	Св. 60 до 100	Св. 100 до 200	Св. 200 до 300	Св. 300 до 500	Св. 500 до 800	Св. 800 до 1200	Св. 1200 до 1800	Св. 1800 до 2000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV	До 200	±0,3	±0,4	±0,6	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±0,6	±0,8	±1,0	±1,2	±1,4	-	-	-	-
	Св.500 до 1200	±0,8	±1,0	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	-	-
	Св.1200	±1,0	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,4	±2,6

Продолжение таблицы 1.3

V	До 200	±0,8	±1,0	±1,2	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±1,0	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	-	-	-	-
	Св.500 до 1200	±1,4	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	-	-
VI	Св.1200	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,6	±4,0	±4,5
	До 200	±1,0	±1,2	±1,4	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 500	±1,2	±1,4	±1,6	±1,8	±2,2	-	-	-	-
	Св.500 до 1200	±1,6	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,5	-	-
	Св.1200	±1,8	±2,0	±2,2	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0	±4,5	±5,0

Таблица 1.4-Номинальные припуски на механическую обработку отливок (мм) (ГОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм							
			До 100	Св.100 до 200	Св.200 до 300	Св.300 до 500	Св.500 до 800	Св.800 до 200	Св.1200 до 1800	Св.1800 до 2600
IV	До 200		1.5	1.5	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 300		2.0	2.0	2.5	-	-	-	-	-
	Св.300 до 500		2.0	2.5	2.5	3.0	-	-	-	-
	Св.500 до 800		2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	-	-	-
	Св.800 до 1200		3.0	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	-	-
	Св.1200 до 1800		3.0	3.5	4.0	4.5	4.5	5.0	5.0	-
	Св.1800		3.5	4.0	4.5	5.0	5.0	5.5	6.0	6.0
V	До 200	Низ, бок	2.0	2.5	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 300		2.5	3.0	3.0	-	-	-	-	-
	Св.300 до 500		3.0	3.5	3.5	4.0	-	-	-	-
	Св.500 до 800		3.0	3.5	4.0	4.0	4.5	-	-	-
	Св.800 до 1200		3.0	3.5	4.0	4.5	4.5	5.0	-	-
	Св.1200 до 1800		3.5	4.0	4.5	5.0	5.0	5.5	6.0	-
	Св.1800		4.0	4.5	5.0	5.5	5.5	6.0	6.0	7.0
VI	До 200		2.5	3.0	-	-	-	-	-	-
	Св.200 до 300		3.0	3.5	3.5	-	-	-	-	-
	Св.300 до 500		3.5	4.0	4.5	-	-	-	-	-
	Св.500 до 800		3.5	4.0	4.5	4.5	5.0	-	-	-
	Св.800 до 1200		4.0	4.5	5.0	5.0	5.0	5.5	-	-
	Св.1200 до 1800		4.0	4.5	5.0	5.5	5.5	6.0	7.0	-
	Св.1800		4.5	5.0	5.5	6.0	6.0	7.0	7.0	8.0

Таблица 1.5 - Допускаемые отклонения на толщины стенок и ребер (ГОСТ 23.4.51-73)

Класс точности	Наибольший габаритный размер отливки	Номинальные размеры толщины стенок и ребер			
		До 6	Св.6 до 10	Св.10 до 20	Св.20 до 30
IV	До 200	±0.6	±0.7	±0.8	±0.9
	Св.200 до 500	±0.7	±0.8	±0.9	±1.0
	Св.200 до 500	±0.8	±0.9	±1.0	±1.2
	Св.1200	±1.0	±1.2	±1.5	±1.8
V	До 200	±0.8	±1.0	±1.2	±1.5
	Св.200 до 500	±1.0	±1.2	±1.5	±1.8
	Св.200 до 500	±1.2	±1.5	±1.8	±2.0
	Св.1200	-	±1.8	±2.0	±2.5
VI	До 200	±1.0	±1.2	±1.5	±1.8
	Св.200 до 500	±1.2	±1.5	1.8	2.0
	Св.200 до 500	-	±1.8	±2.0	±2.5
	Св.1200	-	±2.0	±2.5	±3.0

Таблица 1.6 - Допускаемые отклонения по массе отливок, %

Номинальная масса отливок, кг	Класс точности		
	IV	V	VI
До 1	6,0	6,5	7,0
Св. 1 до 5	5,0	5,5	6,0
Св. 5 до 25	4,5	5,0	5,5
Св. 25	4,0	4,5	5,0

Таблица 1.7 - Допускаемые отклонения на размеры радиусов сопряжений, мм

Размер радиуса	Класс точности		
	IV	V	VI
До 4	±0,4	±0,6	±0,8
Св. 4 до 10	±0,6	±0,8	±1,0
Св. 10 до 16	±0,8	±1,0	±1,2
Св. 16 до 25	±1,0	±1,3	±1,6
Св. 25 до 40	±1,4	±1,8	±2,0
Св. 40 до 60	±2,0	±2,4	±2,6
Св.60 до 100	±2,6	±3,0	±3,5
Св. 100 до 160	±3,5	±4,0	±4,6

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Чертеж детали с указанием размеров и материала детали.
4. Анализ конструкций детали и описание возможности получения отверстий, минимальной толщины стенки, а также назначение литейных уклонов и радиусов скругления сопрягаемых стенок.

5. Назначение припусков и допусков.
6. Чертеж заготовки (отливки).
7. Положение отливки в литейной форме (эскиз).
8. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные технологические операции процесса получения отливок в песчано-глинистые формы.
2. Из каких частей состоит литейная форма?
3. Для чего предназначен стержень в литейной форме?
4. От чего зависит величина припусков на обработку отливок?
5. В какой части литейной формы следует располагать наиболее ответственные поверхности отливки?

Литература

1. М. Г. Афонькин, М. З. Магницкая. Производство заготовок в машиностроении. - Л: Машиностроение, 1987, с. 255.
2. А.П. Емельянова. Технология литейной формы. М. Машиностроение, 1986, с.223.
3. Справочник по чугунному литью. /Под ред. Н. Г. Гершовича. Л. Машиностроение, 1978, с. 758.
4. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Издательство стандартов, 1989.
5. ГОСТ 3212-80. Комплекты модельные. Уклоны формовочные. Издательство стандартов, 1988.
6. ГОСТ 2.423.73. Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки.
7. В. К. Могилев, О. И. Лев. Справочник литейщика. - Москва: Машиностроение, 1988, с. 305.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Проектирование заготовок методом литья в кокиль

Цель работы: освоение метода проектирования заготовок литьем в металлические формы.

Работа рассчитана на 2 академических часа. При анализе качества (точности основных размеров и состояния поверхностей) заготовок данная работа рассчитана на 4 академических часа.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Кокиль - это металлическая форма, заполняемая жидким металлом под действием сил гравитации с высокой скоростью формирования отливки.

Процесс изготовления отливок в кокилях состоит из следующих операций:

- Подготовка кокилей (очистка, нагрев, нанесение облицовки и краски).
- Сборка кокилей (установка стержней, закрытие и закрепление частей кокиля).
- Заливка жидким металлом.
- Удаление отливок из кокиля после охлаждения.
- Обрубка, очистка, термообработка (при необходимости).

Кокильный метод литья имеет перед литьем в песчаные формы ряд преимуществ:

- Многократное использование.
- Значительное повышение чистоты и точности отливок.
- Повышение механической прочности поверхностного слоя отливок.
- Увеличение выхода годного литья.
- Повышение производительности труда.
- Экономия производственной площади.
- Снижение стоимости отливок.
- Улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

А также некоторые недостатки:

- Высокая стоимость кокилей.
- Сравнительно небольшая стойкость (при литье черных сплавов).
- Сложность получения тонкостенных отливок из-за большой теплопроводности кокилей и связанной с этим быстрой кристаллизацией металла.

Основные данные по размерам, толщинам стенок, литейным уклонам и др. характеристикам отливок, получаемых литьем в кокиль приведены в ГОСТ 26645 – 85 и таблицах 2.2-2.5.

Все кокильные отливки по конфигурации наружной и внутренней поверхности можно разделить на 7 групп (рисунок 2.1).

1. Простые, изготавливаемые без стержней, легко удаляемые из формы;
2. Простые, имеющие на поверхности ребра и выступы, изготавливаемые без стержней, легко удаляемые из формы;
3. Простые, изготавливаемые с песчаным стержнем, легко удаляемые из формы;
4. Со сложным контуром, изготавливаемые с несколькими стержнями;
5. С фасонным контуром, изготавливаемые с одним или несколькими стержнями;
6. С фигурным контуром, изготавливаемые с песчаными стержнями, имеющие симметрично расположенные фланцы, ребра и бобышки;
7. Со сложным контуром, кокиль имеет несколько плоскостей разъема (горизонтальных и вертикальных).

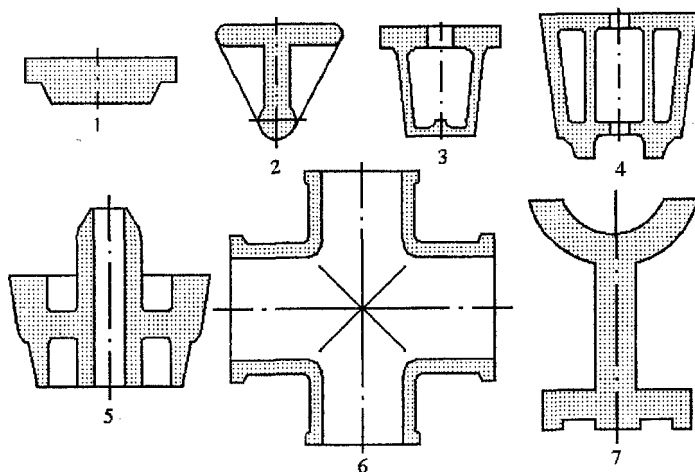


Рисунок 2.1- Примеры кокильных отливок

Отливаемые в кокиль, отливки из алюминиевых сплавов разделяются на следующие группы по назначению и видам контроля:

Первая группа (1Г) - отливки неответственного назначения.

Вторая группа (2Г) - отливки ответственного назначения.

Третья группа (3Г) - отливки особенно ответственного назначения и уникальные отливки.

Конструктором устанавливаются группа отливок и марка сплава. Группа отливок указывается в технических требованиях чертежа.

Для отливок, получаемых в кокиль из алюминиевых сплавов, устанавливается три класса точности. Для всех классов точности устанавливаются симметричные поля допускаемых отклонений по размерам отливок. В зависимости от классов точности отливок устанавливаются припуски.

Номинальные припуски на механическую обработку отливок должны соответствовать указанным в ГОСТ 26645 - 85. Припуски для верхней поверхности могут превышать нижние припуски не более чем на 50%.

Припуски на обработку отверстий устанавливаются по величинам припусков для верхних поверхностей отливок.

В зависимости от классов точности отливок устанавливаются допускаемые отклонения по массе.

Допускаемые верхние отклонения по массе отливок должны соответствовать ГОСТ 26645 - 85. Нижнее отклонение по массе ограничивается минусовыми отклонениями по размеру.

Допускаемые отклонения на размеры радиусов сопряжений должны соответствовать таблице 2.4.

Обычно отливки из чугуна и стали при литье в металлическую форму без механической обработки ее рабочих поверхностей выполняют по 2-ому классу точности ГОСТ 26645-85.

Изготовленные путем механической обработки, металлические формы обладают большей точностью, и получаемые в них отливки из чугуна и стали имеют точность I класса по ГОСТ 1855 - 55 и 2009 - 55 соответственно. По этим классам точности назначаются и припуски на механическую обработку форм.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА

На поверхности отливок не должно быть трещин, не слитий, сквозных раковин, рыхлости и пригара. Поверхности, служащие базой для механической обработки, должны быть чистыми, без наплывов и повреждений. Базовые места должны быть указаны в чертежах, согласованных между заказчиком и поставщиком.

В отдельных случаях шероховатость необрабатываемых поверхностей отливок должна соответствовать эталону, согласованному между заказчиком и поставщиком.

Места обрезки литников и выпоров, заливы и заусенцы на необрабатываемых поверхностях отливок должны быть зачищены. Отклонения на размеры отливок по месту зачистки должны быть в пределах допусков по ГОСТ 23.4.57 - 73.

Следы стыков составных частей формы, вкладышей и толкателей, выступающие и углубляющиеся в тело отливки, на необрабатываемых поверхностях не должны быть более 1 мм.

На необрабатываемых поверхностях отливок допускаются без исправления единичные мелкие раковины, шлаковые включения, засоры и другие дефекты.

Количество, размер и место расположения допускаемых дефектов оговариваются в зависимости от группы отливок и габаритов литья техническими требованиями чертежа и отливки, но они не должны превышать после приведения их к чистой раковине:

а) по диаметру - 5 мм для отливок первой группы и 3мм - для отливок второй и третьей групп;

б) по глубине - 1/3 толщины стенки отливок, но не более 3 мм - для отливок первой группы и 2 мм - для отливок второй и третьей группы;

в) по количеству на одну отливку (таблица 1), при этом на 100 см² поверхности отливки допускаемое количество дефектов не должно быть более 4 с расстоянием между дефектами не менее 10 мм.

На обрабатываемых поверхностях отливок допускаются зоны мелких групповых дефектов в виде газовых раковин, шлаковых включений и т.п.

Количество зон дефектов, а также количество размеров дефектов в зоне необходимо оговаривать в технических требованиях, но они не должны быть диаметром и глубиной более 1 мм, а по количеству дефектов в зоне - не более 5 штук на площади 5 см².

На обрабатываемых поверхностях отливок остаток от литников и выпоров не должен превышать 5 мм, допускаются дефекты в виде плен, вскипов, засора и др., выводимые припуском на механическую обработку.

Количество, размер и место расположения допускаемых дефектов оговариваются в зависимости от группы отливок и габаритов литья техническими требованиями чертежа отливок, но они не должны быть более 2,5 мм по диаметру; 2 мм по глубине, а по количеству на 1 деталь - указанному в таблице 2.1

Таблица 2.1 - Количество допускаемых раковин

Размеры развернутой поверхности литья, см ²	До 1000	1000 - 3000	3000 - 6000	Св. 6000
Допустимое количество раковин на 1 детали, не более	4	6	10	15

Примечание. Чистые единичные раковины диаметром 1,0 мм в расчет не принимаются (чистая раковина - очищенная от всех загрязнений).

Таблица 2.2 - Уклоны стенок отливок

материал	Уклон(%)		
	наружной	внутренней (со стороны мет. стержня) при высоте стенки, мм	
		До 50	Св.50
чугун	1.0-7.0	4.0-7.0	2.0-5.0
сталь	5.0	-	-
алюминиевый сплав	1.0-1.5	5	2-2.5
магниевого сплава	2.5	3	2-3.0
медный сплав	1.5	7	3.0-3.5
цинковый сплав	0.5	2	1

Таблица 2.3 - Размеры отверстий и резьба в отливках (мм)

сплав	отверстия			резьба	
	Минимальный диаметр	Максимальная глубина		наружная	внутренняя
		глухие	сквозные		
цинковый	6	2-3 диаметра	3-6 диаметра	-	-
магниевого	8	2 диаметра	3 диаметра	-	-
алюминиевый	8	2 диаметра	2-3 диаметра	6	20
медный и чугун	10	1,5-2 диаметра	2-3 диаметра	6	25
сталь	12	1,5-2 диаметра	2-3 диаметра	-	-

Таблица 2.4 - Допускаемые отклонения на радиусы сопряжений (мм)

Размер радиуса	Класс точности		
	4	5	6
До 4	+0,4	+0,6	+0,8
Свыше 4 до 10	+0,6	+0,8	+1,0
Свыше 10 до 16	+0,8	+1,0	+1,2
Свыше 16 до 25	+1,0	+1,3	+1,6
Свыше 25 до 40	+1,4	+1,8	+2,0
Свыше 40 до 60	+2,0	+2,4	+2,6
Свыше 60 до 100	+2,6	+3,0	+3,5
Свыше 100 до 160	+3,5	+4,0	+4,6

Таблица 2.5 - Минимальная толщина стенок отливок

Материал отливки	Параметр стенки отливки	
	Площадь поверхности, см ²	Минимальная толщина, мм
чугун	До 25	4-6
	25-125	6-7
сталь	25-125	8-10
	100-250	2.2-4.0
алюминиевые сплавы	250-900	2.5-4.5
	свыше 900	3.5-5.5
магниевого сплава	До 30	4-6
бронза		

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Чертеж детали, для которой необходимо разработать чертеж заготовки, указан в приложении. На основании выданного чертежа, используя соответствующие стандарты, необходимо назначить для заготовки припуски на механическую обработку. Для принятых классов точности отливок назначаются допускаемые отклонения на размеры.

Радиус закруглений при угловом сопряжении стенок принимают:

$$R = (\delta_1 + \delta_2), (2.1)$$

где δ_1 и δ_2 – толщины сопрягаемых стенок.

Для чугуна $R \geq 3$ мм. В случае разностенного сочленения R не более толщины тонкой стенки.

Далее выполняется рабочий чертеж отливки с указанием припусков на механическую обработку, допускаемых отклонений и технических требований, которые записываются в такой последовательности:

- а) твердость материала заготовки;
- б) неуказанные литейные радиусы и уклоны;
- в) неуказанные толщины стенок;
- г) группа отливки по степени сложности и методом контроля.

Пример выполнения чертежа отливки в кокиль приведен в приложении.

Для выполнения работы с анализом качества изготовления заготовки на группу студентов выдается чертеж детали и несколько заготовок этой детали, изготовленных литьем в кокиль. Для оценки качества имеющихся заготовок следует произвести измерения их основных размеров (наружных и внутренних диаметров, толщины стенок, габаритных размеров, смещение осей и др.).

Вид и количество измеряемых параметров устанавливается индивидуально (по согласованию с преподавателем) в зависимости от служебного назначения конструктивной формы и требований к точности изготовления.

Состояние характерных поверхностей отливок оценивается по наличию трещин, сквозных раковин, рыхлот, шлаковых включений и других дефектов. Кроме того, нужно приблизительно оценить шероховатость этих поверхностей заготовок в сравнении с образцами.

Рассмотрены должны быть при этом поверхности:

- которые предполагается использовать в качестве баз при механической обработке;
- обрабатываемые при изготовлении детали;
- не подвергающиеся обработке, т.е. оставляемые в "черном виде";
- характеризующиеся положением их при отливке (нижние, верхние, боковые).

Следует охарактеризовать возможное влияние точности и состояния поверхностей анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали, а также определить, могут ли выявленные дефекты быть допущены (по техническим требованиям), или заготовки должны быть забракованы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Выполнить рабочий чертеж заданной детали с соответствующими техническими требованиями (ГОСТ 2.423-73).

2. Проверить возможность изготовления в отливке отверстий, возможность получения минимальной толщины стенки. Принять разъем форм.

3. Установить параметры точности отливки (ГОСТ 26645 - 85): класс точности размеров, степень коробления, степень точности поверхности отливки, класс точности массы, ряд припусков на мех.обработку. Назначить по ГОСТ 26645 - 85 припуски на обработку поверхностей детали.

Назначить по ГОСТ 26645 - 85 допускаемые отклонения на литейные размеры, допуски массы отливки; определить допускаемые толщины стенок и радиусы сопряжений, по ГОСТ 3212-80 назначить уклоны и нанести все на чертеж заготовки.

4. Оформить чертеж отливки с соответствующими техническими требованиями.

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ДОПОЛНИТЕЛЬНО ВЫПОЛНЯЮТСЯ ПУНКТЫ

5. Вычертить приближенный эскиз заготовки анализируемого типоразмера с указанием контролируемых в работе размеров и характерных поверхностей.
6. Установить критерии оценки состояния поверхностей данного вида заготовок.
7. Произвести измерения этих размеров на 3-5 однотипных заготовках. Результаты занести в таблицу.
8. Подсчитать средние арифметические значения измеренных размеров и установить класс точности анализируемых заготовок.
9. Произвести усредненную оценку состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям. Оценить шероховатость указанных поверхностей в сравнении с образцами. Результаты занести в таблицу.
10. Дать краткую характеристику возможного влияния точности и состояния поверхностей анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы, цель.
2. Задание, необходимая оснастка и инструменты.
3. Чертеж заданной детали и анализ ее конструкции.
4. Назначение припусков, допусков, радиусов скруглений, выбор положения в форме.
5. Чертеж отливки.

ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА

6. Эскиз заготовки анализируемого типоразмера с указанием контролируемых размеров и характерных поверхностей.
7. Таблица измерений заданных размеров для 3 - 5 однотипных заготовок.
8. Расчет средних арифметических значений заданных размеров и установление класса точности анализируемых заготовок.
9. Таблица усредненной оценки состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям и шероховатости указанных поверхностей в сравнении с образцами.
10. Краткая характеристика возможного влияния точности и состояния поверхностей анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали.
11. Чертеж отливки с назначенными по соответствующим стандартам припусками и допусками на обрабатываемые поверхности детали.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем преимущества и недостатки кокильного литья?
2. На сколько групп разделяются кокильные отливки по конфигурации наружной и внутренней поверхности?
3. На сколько и какие группы разделяются отливки из алюминиевых сплавов по назначениям и видам контроля?
4. Сколько классов точности кокильных отливок из алюминиевых сплавов?
5. Какие наиболее характерные отклонения по качеству необрабатываемых и обрабатываемых поверхностей алюминиевых отливок в кокиль?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Проектирования заготовок, получаемых штамповкой

Цель работы: практическое освоение проектирования заготовок, получаемых штамповкой на молотах, прессах, ГКМ и приобретение навыков оценки их качества.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Проектирование чертежа штампованной заготовки

Чертёж штампованной заготовки (поковки) разрабатывается на основании чертежа готовой детали. При этом выполняется следующее: выбирается форма поковки; устанавливается положение линии разреза штампа; назначаются припуски на обрабатываемые резанием поверхности и допуски на размеры, относящиеся к этим поверхностям; выбираются радиусы закруглений; определяются штамповочные уклоны; определяются форма и размеры наметок отверстий и перемычки под их прошивку; оформляется чертёж заготовки в соответствии с требованиями ГОСТ 7505-89 и с указанием технических требований на изготовление поковки.

Выбор формы поковки

При выборе формы поковки следует учитывать следующие рекомендации:

1. Выполнение сквозных отверстий и углублений в поковках, изготавливаемых на прессах, обязательно в тех случаях, когда оси отверстий или углублений совпадают с направлением движения ползуна пресса, а размеры или диаметры отверстий и углублений больше или равны высоте поковок, но не менее 30 мм.

Углубления делаются общей глубиной не более 0,85 их диаметра.

Для заготовок, штампуемых на ГКМ, длина прошиваемых отверстий не должна превышать их диаметров.

2. Если перепад диаметров готовой детали превышает 5-7 мм, а высота ступеней больше 10 мм, то заготовки, масса которых находится в пределах 5-25 кг, целесообразно выполнять ступенчатыми.

3. Форма поковки зависит также от метода штамповки (в открытых или закрытых штампах, на молотах и прессах или на ГКМ).

Выбор поверхности разреза штампа

При установлении поверхности разреза штампов руководствуются следующими правилами в соответствии с таблицей 1.1.

1. Плоскость разреза должна гарантировать выемку детали из верхней и нижней частей штампа.

2. Глубина выемок должна быть по возможности меньше. Это правило может быть сформулировано ещё таким образом: линия разреза должна, по возможности, совпадать с плоскостью двух наибольших взаимно перпендикулярных разрезов поковки. Однако от этого правила следует отступать, если при ином разрезе достигается значительное уменьшение массы поковки (например, на счёт получения в поковке углублений или отверстий), экономия на отходах (за счёт уменьшения периметра поковки по линии среза заусенца). Ручей в верхней половине штампа обычно заполняется легче, поэтому наиболее трудноформируемые части поковки следует располагать в верхней половине штампа. Контур поковки верхней и нижней половины штампа по плоскости разреза дол-

жен быть одинаков. Если поковка имеет форму тела вращения длиной меньше 3 диаметров, её удобнее и проще штамповать в торец и в нижней половине штампа допустить глубокую выемку. При длине детали больше 3 диаметров плоскость разъёма следует намечать по продольной оси детали.

3. Плоскость разъёма не должна совпадать с верхней плоскостью детали. В противном случае невозможно контролировать взаимное смещение частей штампа.







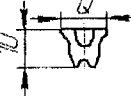



4. Концы детали должны находиться на одной высоте, иначе при штамповке деталь будет сдвигаться. В этом случае желательно сдвигать поковки.

5. Линия разъёма, по возможности, должна быть прямой.

6. Плоскость разъёма не должна пересекать волокна, что весьма существенно для малопластичных сплавов.

Выбор линии разъёма штампа

Таблица 3.1- Выбор линии разъёма штампа

<i>неправильно</i>	<i>правильно</i>	<i>номер припуска</i>	<i>неправильно</i>	<i>правильно</i>	<i>номер припуска</i>
		1			3
		2			4
		2			4/5
		2			4

Назначение допусков и припусков на обрабатываемые поверхности

Величины и правила назначения припусков, допусков и кузнечных напусков при штамповке стальных поволок регламентируются ГОСТ 7505-89.

Стандарт предусматривает разделение стальных поволок по точности изготовления на 2 класса:

1. Класс 1 – поковки повышенной точности.
2. Класс 2 – поковки нормальной точности.

Поковки более высокой точности, достигаемой калибровкой, выделены в специальный класс. Класс точности изготовления поволок следует устанавливать в зависимости от предъявленных требований к точности размеров поволок, а также условий и характера производства (серийное или массовое). При этом допускаются различные классы точности для разных размеров одной и той же поковки. Класс точности должен указываться в технических требованиях на чертёж поковки.

Стандарт предусматривает также классификацию поволок:

1. По группам стали (группа М – углеродистые и легированные стали с содержанием до 0,45% С и до 0,2% легирующих элементов; М2 – легированные стали, кроме указанных выше);

2. По степени сложности поковок (4 степени сложности С1-С4);

3. По конфигурации поверхности разъёма штампа (плоская и изогнутая).

Штамповка на КГШП в закрытых ручьях обеспечивает более высокую точность чем в открытых. При массовом выпуске ответственных деталей при использовании закрытых штампов обеспечивается повышенная точность изготовления поковок (1 класс).

Если по условиям производства нет необходимости в такой точности, то может быть принят 2 класс точности. Однако при этом допуски на вертикальные размеры поковки можно принимать в пределах 0,5-0,7 от соответствующих допусков, предусматриваемых ГОСТ 7505-89.

Допуски на горизонтальные размеры можно оставить без изменения по сравнению со значениями рекомендуемыми ГОСТ 7505-89.

ГОСТ 7505-89 указывает также величину наибольших припусков на последующую механическую обработку поковки в зависимости от перечисленных выше факторов, а также от размера поковки и требуемой шероховатости поверхности.

Практически величина припуска P составляет 0,5-6 мм и ориентировочно может быть рассчитана по эмпирической формуле:

$$P = 0,4 + 0,015h + 0,0015L, \quad (3.1)$$

где h и L – наибольшие размеры поковки по высоте и в плоскости разъёма, мм.

Величины припусков, установленные ГОСТ 7505-89, следует назначать на сторону на номинальные размеры детали. Повышенный припуск бывает необходим в соответствующих местах у поковок, претерпевающих значительное коробление при термообработке, а также со стороны мест неизбежного скопления окалины в окончательном ручье и т.д. Уменьшенный против нормального припуск следует назначать на базовые поверхности 1-й операции обработки резанием, поскольку эти поверхности строго координируются относительно обработанных поверхностей. При изготовлении поковок из заготовок, подвергающихся пламенному нагреву, допускается увеличение припуска на обработку на сторону для поковок массой до 2,5 кг – до 0,5 мм; для поковок массой свыше 2,5 кг до 6,0 кг – до 0,8 мм, для поковок свыше 6,0 – до 1,0 мм.

Поскольку при штамповке на КГШП в закрытых штампах смещение штампов практически отсутствует, на величину смещения матриц, необходимо уменьшить припуски на соответствующие поверхности. Величины смещения для различных классов точности и массы поковок приведены в ГОСТ 7505-89.

Штамповочные уклоны

Уклоны штамповочной поковки назначаются для облегчения удаления поковки из штампа. Это достигается за счёт снижения вертикального усилия, необходимого для преодоления силы трения и уменьшения пути, на котором эти силы преодолеваются.

Штамповочные уклоны устанавливаются при штамповке на молотах и прессах на всех вертикальных поверхностях поковок, а при изготовлении последних на ГKM – на всех поверхностях выступов, углублений и сквозных отверстий, выполняемых пуансонами. При штамповке ступенчатых штампов на ГKM уклоны назначаются также на всех замкнутых штампом поверхностях, расположенных перпендикулярно к движению высадочного пуансона.

Величина штамповочных уклонов определяется в 7 градусах для внешних и 10 градусов – для внутренних поверхностей при штамповке на молотах и соответственно 5 гр. и 7 гр. при штамповке на прессах с выталкивателем и ГKM. При изготовлении поковок с впадинами и с сквозными отверстиями на горизонтально-ковочных машинах уклоны на поверхностях впадин или отверстий не должны превышать 3 гр. При штамповке в закрытых штампах на прессах величина штамповочных уклонов поднимается в пределах

1гр.30 – 1гр., а при использовании ГKM – 1гр. – 0гр. 30мин. Внутренние уклоны при пустотелых штамповках принимаются несколько больше 1 – 3 гр.

Если по конструктивным соображениям уклоны желательны, их рекомендуется делать максимально возможными или по ГОСТ 7505-89. Если же они не желательны, то можно назначать их максимальными по таблице 3.2.

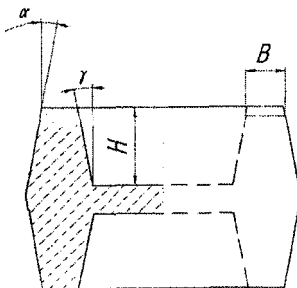


Рисунок 3.1- Схема штамповочных уклонов.

Таблица 3.2 - Штамповочные уклоны в градусах в зависимости от отношения высоты ребра к его ширине. Штампы с выталкивателями.

Допустимо			Рекомендуется		
Н : В	α°	γ°	Н : В	α°	γ°
до 2	1	1,5	до 1	1	1,5
4	2	3	4	2	3
6	3	5	3	3	5

Радиусы и закругления

Радиусы закруглений бывают наружными R, образуются при заполнении металлом углов в углублениях штампов, и внутренние z, образуемые пунсонами и выступами штампов при вдавливании их в металл. Чем больше радиусы закруглений в углах штампов и на соответствующих поверхностях поковок, тем выше стойкость штампов (так как ниже концентрация напряжений в углах штампов при их работе) и меньше необходимое усилие штамповки (так как металл легче вдавить в углы штампов с большими радиусами).

Наименьшие радиусы закруглений внешних углов поковок приведены в таблице 3.3. Практически достаточно, чтобы значения этих радиусов были на 0,5- 1,0 мм больше величины нормального припуска на механическую обработку этой поковки, независимо от того, к каким сопрягаемым поверхностям относятся эти радиусы – к подвергаемым или не подвергаемым механической обработке.

Внутренние радиусы закруглений на поковках должны быть примерно в 3 – 4 раза больше принятых для данной поковки наружных радиусов закруглений. Если при этом радиус получается меньше разности значений внутреннего радиуса закруглений у обработанной детали и назначенного припуска, то необходимо его увеличить до значения, равного указанной разности. Необходимо стремиться к унификации радиусов в каждой поковке.

Наименьшие технологические радиусы скругления при штамповке (z) в открытых штампах приведены в таблице 3.4. При штамповке из малопластичных сплавов указанные значения радиусов увеличиваются в 1,5 раза.

Таблица 3.3 - Наименьшие радиусы закруглений внешних углов поковок по ГОСТ 7505-89

Масса поковки, кг	Наименьшие радиусы закруглений R, мм при глубине полости ручья штампа, мм			
	До 10	Св. 10 до 25	Св. 25 до 50	Св. 50
До 1,0	1	1,5	2	3
Св. 1 до 6	1,5	2	2,5	3,5
Св. 6 до 16	2	2,5	3	4
Св. 16 до 40	2,5	3	4	5
Св. 40 до 100	3	4	5	7
Св. 100	4	5	6	8

Таблица 3.4 - Внутренние радиусы закруглений r

Высота ребра h, мм	Радиус r, мм	Высота ребра h, мм	Радиус r, мм
До 5	3	25 - 30	8
5 - 10	4	35 - 50	10
10 - 16	5	50 - 70	12,5
16 - 25	6	70 - 100	15

Наметки и перемычки под прошивку отверстий

После штамповки на молотах и прессах в заготовках часто прошиваются сквозные отверстия, диаметром 30 и более мм. Для этой цели в деталях типа тел вращения по центру образуется наметка с одной или с двух сторон. Между верхней и нижней наметками образуется перемычка (плёнка). Формы наметок и перемычек зависят от размеров конструктивных элементов заготовок. На рисунке 3.2 показаны наиболее часто применяемые формы наметок и перемычек.

Оформление наметок и перемычек на чертеже заготовки начинается с расчёта диаметра прошивки отверстий d .

$$d = d_o - 2z_{ном} - 2r; \quad (3.2)$$

где d_o - диаметр отверстия готовой детали;

$z_{ном}$ - номинальный припуск на сторону отверстия;

r - внутренний радиус наметки по таблице 4.

Затем определяем диаметр наметки в плоскости разъёма штампа d_0

$$d_0 = d + 2r \quad (3.3)$$

Наибольший диаметр наметки D определяется по формуле:

$$D = d_0 + h 2tg \gamma, \quad (3.4)$$

где h - высота (глубина) наметки;

γ - угол внутреннего штамповочного уклона 7 - 10 гр.

Толщина перемычки S принимается как 0,1D, не менее 4 мм.

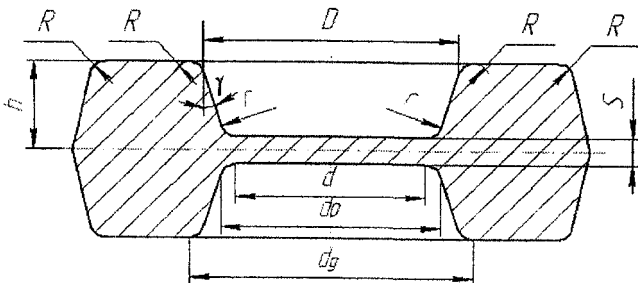


Рисунок 3.2 - Формы наметок и перемычки под прошивку.

Если отношение $2h / D \geq 1.7$ (или углубление наметки требуется более $0,8 S D$), то прошивка отверстия не выполняется. В этом случае ограничиваются односторонней или двухсторонней наметкой (см. рис. 3.3), на котором показана глухая наметка без последующей прошивки отверстия. Если глубина глухой наметки не ограничена глубиной выемки у готовой детали, то рекомендуется дать полное закругление вершины полости (рис. 3.3) одним радиусом.

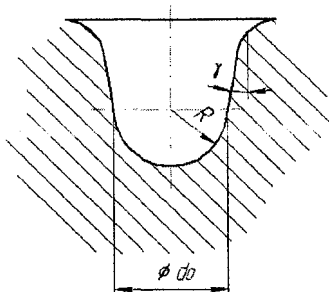


Рисунок 3.3 - Глухая наметка.

$$R = \frac{d_0}{2 \operatorname{tg} (45^\circ - \frac{\gamma}{2})}, \quad (3.5)$$

где d_0 диаметр наметки в плоскости разъёма штампа,

γ - угол внутреннего штамповочного уклона $7 - 10$ гр.

В частности, при $\gamma = 10$ гр. и полном закруглении вершины наметки $R = 0.595 d_0$.

Оформление чертежа поковки

Чертёж поковки разрабатывают на основе чистого чертежа детали. Готовую деталь на чертеже поковки показывают штрихпунктирной линией (сплошной тонкой линией), давая лишь необходимые контуры детали, наглядно показывающие наличие припуска на обработку. Подробное изображение готовой детали следует давать преимущественно в разрезах и сечениях только один раз, не повторяя его в других проекциях поковки.

Поковку желательно вычерчивать в том положении, которое она занимает в штампе, масштабе вычерчивания $1 : 1$. Допустимо уменьшение масштаба ($1 : 2$) при вычерчивании крупногабаритных поковок (свыше 750 мм) и увеличение последнего ($2 : 1$) для поковок сложных форм размером мене 50 мм.

Система простановки размеров поковки должна полностью соответствовать системе размеров детали и учитывать: исходные базы механической обработки; удобства проверки величины припуска путём сравнения размеров на чертеже поковки с размерами готовой детали; удобство проверки размеров на поковке; простоту разметки поковки при контроле. На чертеже поковки не следует указывать размеров напуска и размеров, определяющих положение линии разъёма на поковке, а также не следует проставлять размеры от линии разъёма. Все размеры на чертеже поковки проставляются с допусками, что необходимо для контроля поковок.

На чертеже поковки наносятся технические требования в порядке, оговорённом ГОСТ 2.316 – 68. Они располагаются параллельно основной подписи чертежа. Состав технических требований на поковки регламентирован ГОСТ 8479 – 70.

Технические требования содержат обычно следующую информацию, расположенную в указанной последовательности: термообработку и твёрдость поковок; класс точ-

ности изготовления, степень сложности поковки; допускаемая величина заусенца и смещения штампа; точность неоговариваемых размеров поковки; допуски по необходимости прошиваемых в поковках наметок к внешним контурам поковки; допускаемые отклонения по изогнутости, неплоскостности и прямолинейности (для плоских поверхностей), а также радиальному биению (для цилиндрических поверхностей); не обозначенные на чертеже радиусы закруглений и штамповочные уклоны; допуски на радиусы закруглений; глубина внешних дефектов и другие требования к качеству поверхности, условия и методы испытаний (места отпечатка при испытании, места образцов, вырезаемых для механических испытаний и др.); указания о маркировании и клеймении; ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данные изделия, но не приведённые на чертеже.

Место отпечатка твёрдости следует указать на плоской поверхности, лучше на необрабатываемой, учитывая также удобство укладки поковки на стол прессы для испытания твёрдости. Место клеймения предпочтительнее указать на необработанной поверхности, в противном случае надо учесть последовательность дальнейшей механической обработки с тем, чтобы снятие клеймённой поверхности производилось после перенесения клейма на ранее обработанную поверхность.

II. Анализ качества поковок

К техническим погрешностям при штамповке относятся: неточность диаметральных и продольных размеров, сдвиг по разъёму, неосторожность прошиваемых в поковках отверстий к внешним контурам, непараллельность торцов поверхности, изогнутость, остатки заусенец. Эти погрешности определяются путём измерения заготовок.

Кроме того, такие виды погрешностей, как забоины, недоштамповка, незаполнение формы, заштамповка окалины – устанавливаются внешним осмотром (визуально).

Для измерения диаметров продольных размеров, величины сдвига (смещения) следует использовать штангенциркуль с ценой деления 0,65 мм. Остатки заусенцев измеряются штангенциркулем с ценой деления 0,1 мм, используя его как глубиномер.

Изогнутость повок типа «стержень» определяется в призме, с помощью индикатора часового типа, закреплённого в стойке, аналогично проверке биения.

Непараллельность торцов заготовок проверяется с помощью индикатора часового типа, закреплённого в стойке. Деталь при этом располагается на плите.

Несоосность прошитого в поковке отверстия к внешнему контуру можно определить как половину максимальной разности толщины стенок полого цилиндра, измеренных в четырёх равнорасположенных по окружности точках.

Результаты измерений и внешнего осмотра заготовки должны соответствовать требованиям, изложенным в чертеже анализируемой заготовки. После чего сделать соответствующие выводы.

В выводах нужно дать заключение о годности заготовки для получения из неё детали заданного качества.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить чертёж детали, выданной для проектирования заготовки.
2. Выбрать метод штамповки.
3. Выбрать форму заготовки, назначить плоскость разъёма, уклоны, радиусы закругления, припуски и допуски на обрабатываемые поверхности.
4. Выполнить чертёж (эскиз) заготовки (поковки).
5. Изучить чертёж заготовки, выданной для анализа её качества.
6. Выполнить измерения заданных параметров заготовки и анализ её качества.
7. Составить отчёт.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Проектирование сварных заготовок

Цель работы: освоение методики проектирования сварных заготовок.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Электродуговая сварка широко применяется в машиностроении как один из методов соединения деталей в сборочные единицы, в том числе для получения сварных заготовок деталей машин. Сварные заготовки имеют ряд преимуществ перед другими заготовками, например, изготовленными литьем, ковкой и штамповкой или резанием из сортового проката в связи с простотой метода, его высокой производительностью, высоким коэффициентом использования металла, возможностью изготовления деталей весьма сложной конструкции. Сварные заготовки наиболее часто изготавливают в мелко- и среднесерийном производстве, так как в этих условиях производство не представляется рациональным и возможным конструирование и изготовление штампов, литейных форм и другой сложной оснастки, требующей больших трудовых и материальных затрат, а также длительной технологической подготовки производства. По данным к 1980 году в СССР производство сварных конструкций составило около 80млн. т. в год. Свыше 80% стального проката потребляется для сварных конструкций. При конструировании сварных заготовок в первую очередь необходимо оценить возможность расчленения заготовки на отдельные элементы и степень свариваемости применяемого материала.

Под свариваемостью понимают способность однородных металлов образовывать сварное соединение, надежно работающее на заданных режимах эксплуатации изделия. Сведения о свариваемости стали см. в табл.4.1.

Не рекомендуется выполнять заготовки сварными при ограниченной и плохой свариваемости материала заготовки.

Сварной вариант заготовки может быть выполнен лишь в том случае, если деталь может быть расчленена на простейшие элементы в виде пластин, косынок (уголков), цилиндров, полос и др.

Таблица 4.1-Свариваемость стали в зависимости от отношения легирующих примесей к содержанию углерода

Сумма примесей в %	Свариваемость при содержании углерода в %			
	хорошая	удовлетворительная	ограниченная	плохая
До 1	До 0,25	0,25-0,3	0,3-0,45	Свыше 0,45
1-3	До 0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	Свыше 0,4
Свыше 3	До 0,18	0,18-0,28	0,28-0,38	Свыше 0,38

В данной работе рассматривается ручная дуговая (стальных конструкций) электрическая сварка металлическим электродом.

Ручная дуговая сварка металлическим электродом осуществляется за счет теплоты электрической дуги, горящей между электродом и свариваемыми деталями. Электрическая дуга или электрический разряд в газовом промежутке характеризуется:

- а) низким напряжением на электродах (25-40 В);
- б) высокой температурой столба дуги(6000-10000° С);
- в) большой силой тока(100-350 А).

Для ручной дуговой сварки может быть применен как постоянный, так и переменный род тока. При постоянном токе дуга горит устойчиво, что важно для сварки сталей малых толщин (до 3 мм) и специальных марок сталей. Однако в этом случае требуется более сложная и дорогостоящая аппаратура, увеличивается расход электроэнергии, в

результате повышается себестоимость сварки.

При переменном токе условия сварки немного ухудшаются (возможна пористость шва, меньшая устойчивость горения дуги), однако процесс сварки более экономичен, чем в первом случае.

Сравнительные данные некоторых показателей источников питания даны в табл.4.2.

Питание дуги постоянным током осуществляется с помощью выпрямителей или генераторов, а переменным - с помощью аппарата, состоящего из сварочного понижающего трансформатора и дросселя. Дроссель служит для ограничения тока короткого замыкания, улучшения горения дуги за счет сдвига фаз между током и напряжением и регулирования силы сварочного тока.

Таблица 4.2-Экономические показатели источников тока

Показатели	Род тока	
	переменный	постоянный
Средний расход энергии в кВт ч на 1 кг наплавленного металла	3-4	6-8
Мощность при холостом ходе, кВт	0,2	2-3
Стоимость энергии в %	50-60	100
Стоимость оборудования в %	30-40	100
Средний к.п.д.	0,8-0,85	0,3-0,6
Средний $\cos \varphi$	0,3-0,4	0,6-0,7
Занимаемая площадь на 1 установку, м ²	1-1,5	1,5-2

Во избежание прожога тонких стенок деталей при сварке постоянным током ее обычно ведут с обратной полярностью, т.е. деталь подключают к отрицательному полюсу, так как на этом полюсе выделяется меньше тепла. Особо ответственные конструкции также сваривают постоянным током с обратной полярностью с целью обеспечения более высокого качества сварного соединения.

Основными причинами брака являются деформации сварных заготовок и дефекты сварочных швов.

В процессе изготовления в сварных конструкциях возникают внутренние напряжения, вызывающие деформации. Причинами возникновения внутренних напряжений могут быть дефекты подготовки и сборки (неправильный угол скоса кромок, неравномерное притупление по длине кромок или непостоянство зазора между ними, несовпадение стыкуемых плоскостей, расслоения и загрязнения на кромках и т.п.), неравномерность нагрева свариваемого металла, литейная усадка наплавленного металла и структурные изменения в металле шва, происходящие при его затвердевании (главным образом при сварке легированных и высокоуглеродистых сталей, склонных к закалке).

Дефекты сварочных швов - это трещины, непровары, прожоги, подрезы, натеки, поры, шлаковые и окисные включения, а также дефекты формы швов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

1. Анализ качества

Для анализа качества сварных заготовок студентам выдается чертеж сварной заготовки, чертежи составных частей заготовки и комплект сварных конструкций, в который входят элементы конструкции, прихваченные сваркой в отдельных точках, и полностью сваренная заготовка

Для проектирования сварной заготовки выдаются чертежи других деталей.

Для оценки качества составных частей и заготовки следует произвести измерения геометрических параметров разделок и швов и оценить их соответствие требованиям чертежа. Внешним осмотром проверяют наличие трещин, подрезов, прожогов, натеков,

непроваров корня и кромок, пор, шлаковых и окисных включений. По внешнему виду сварные швы должны иметь гладкую или мелкочешуйчатую поверхность (без наплывов, прожогов, сужений и перерывов) и плавный переход к основному металлу; наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва, не иметь трещин, скоплений и цепочек поверхностных пор (отдельно расположенные поры допускаются); подрезы основного металла допускаются глубиной не более 0,5 мм при толщине свариваемого металла до 10 мм и не более 1 мм при толщине свыше 10 мм.

2. Конструирование сварной заготовки

Конструирование сварной заготовки выполняется в три этапа.

1. Производится анализ чертежа детали. При этом изучаются марка стали, ее свариваемость и возможность расчленения детали на простейшие элементы, технические требования на изготовления детали, в том числе точность размеров и требуемая шероховатость поверхностей.

2. Выполняются эскизы отдельных элементов будущей сварной заготовки с простановкой размеров с допусками и знаков шероховатости. Размеры проставляются с учетом припусков на обработку сварной заготовки. Необходимо предусматривать припуски на те поверхности составных элементов заготовки, которые на чертеже ограничены жесткими допусками и низкой шероховатостью. Следует иметь в виду, что заготовка в ходе сварки подвергается существенной деформации, поэтому на те поверхности, к которым предъявляются требования в отношении прямолинейности, плоскостности, перпендикулярности, соосности и параллельности, также необходимо предусматривать припуски для окончательной обработки их после сварки. На эскизах указывается форма кромок под сварку с простановкой необходимых размеров и указания шероховатости.

3. Выполняется эскиз сварной заготовки (в сборе) с обозначениями сварных швов по ГОСТ 2.312-72 (см.п.2.4), простановкой размеров с допусками и шероховатостями поверхностей и техническими требованиями к заготовке. Для заготовок из углеродистых сталей рекомендуется предусматривать термообработку, а также правку (рихтовку). При назначении величины припуска на отдельные поверхности следует считать, что сварка производится в специальном приспособлении и коробление заготовки будет умеренным.

Для компенсации возможного коробления заготовки следует увеличивать табличные значения припусков в 1,2...1,3 раза. Табличные значения припусков на различные виды обработки см. в табл.4.6-4.9.

3. Технология сварки

При разработке технологии сварки в первую очередь назначают вид сварного соединения, форму подготовки кромок в соответствии с ГОСТ 5264-80 «Швы сварных соединений. Ручная дуговая сварка» (см. табл.4.5). Затем назначают режим сварки: выбираются тип, марка и диаметр электрода, определяется сила сварочного тока и полярность (для постоянного рода тока).

Диаметр электрода выбирается по ГОСТ 9467-75 в зависимости от толщины свариваемого металла, типа шва и его положения в пространстве. При вертикальном и поточном швах диаметр электрода не должен превышать 4 мм. Чем больше толщина свариваемого металла, тем больше должен быть диаметр электрода (см. табл.4.3).

Таблица 4.3 - Данные для выбора диаметра электрода

Толщина свариваемых частей, мм	0,5-1	1-2	2-5	5-10	Св.10
Диаметр электрода, мм	1-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-5	5-8

Тип и марка электрода принимаются в зависимости от требований к прочности и пластичности сварного шва по табл.4.4 с учетом коэффициента наплавки, характери-

зующего производительность сварки. Наиболее часто применяемые в машиностроении типы и марки электродов см. в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - Характеристики электродов и их назначение

Тип электрода	Марка электрода	Механические свойства металла шва			Коэффициент наплавления $\frac{\%}{A.ч.}$ K_n	Род тока	Назначение электрода
		σ_T МПа	σ_s МПа	$\frac{a_n}{\kappa Джс}$ $\frac{м^2}{м^2}$			
Э42	СМ-5	320	460	1200	7,2	П.Пер	1
	АНО-5	350	470	1400	11	П.Пер	1
	АНО-6	330	450	1400	8,5	П.Пер	1
	АНО-1	380	460	1300	15	П.Пер	1,2
Э42А	УОНИ 13/45	360	460	2200	8,5	ПО	1а,2а
	СМ-11	360	480	2200	9,5	ПО.Пер.	1,2
	УП-2/45	380	460	2400	10	ПО.Пер.	1а,2а
	ОЗС-2	380	460	1800	8,5	ПО.Пер.	1а,2а
Э46	АНО-4	370	480	1500	8,3	П.Пер	1
	МР-3	380	480	1500	7,8	ПО.Пер.	1а
Э50	УОНИ-13/55	420	520	2000	9	ПО	1а,2а
	УП-1/55	400	540	2400	10	ПО.Пер.	1а,2а
	УП-2/55	400	540	2400	10	ПО.Пер.	1а,2а
	К-5А	-	520	1500	9	ПО.Пер.	1,2

Обозначения в таблице: П - род тока постоянный, ПО – постоянный обратный полярности, Пер.-переменный ток.

В графе «назначение электрода» 1 – для сварных конструкций из низкоуглеродистых сталей, 1а – для сварных конструкций наиболее ответственных из низкоуглеродистых сталей, 2 – для сварных конструкций из низколегированных сталей и 2а – для наиболее ответственных и напряженных сварных конструкций из низколегированных сталей.

Электродные стержни обычно изготавливаются из проволоки марок Са-08 и Са-08А, Са-08ГА, Са-10ГА, Са-10ГА.

В графе «Тип электрода» цифры после буквы Э означают номинальный предел прочности при растяжении в десятках МПа -/10 МПа/.

В случае применения электродов с защитно-легирующими покрытиями предел прочности сварного шва увеличивается. Индекс «А» означает, что сварной шов, наплавленный этим электродом, имеет повышенные пластические свойства.

Марки электродов отличаются друг от друга по химическому составу их покрытий, в том числе по количеству легирующих добавок в покрытиях. Например, электроды марки УОНИ-13/45 имеют защитно-легирующее покрытие фтористо-кальциевого типа. Электроды этой марки применяются для сварки ответственных деталей, требующих высоких пластических свойств наплавленного металла. Химический состав этого покрытия: жидкое стекло - 15-18%, мрамор-53%, плавиковый шпат-18%, кварц- 9%,сода-1,6%, ферромарганец - 2%, ферросилиций - 3%, ферротитан - 15%, силикат натрия - 4%, бентонит - 1%.

Необходимая сила сварочного тока определяется по формуле:

$$I = (20 + 6d_s) \cdot d_s ; \quad (4.1)$$

где I – сила тока, А;

d_s – диаметр электрода, мм.

В зависимости от требуемой силы сварного тока, толщины стенок свариваемой заготовки и заданного качества сварного шва выбираем источник питания сварочной дуги.

Источниками переменного тока при ручной сварке могут служить трансформаторы ТД-300, ТД-500, ТД -502, ТД-102, ТД-306.

Источниками постоянного тока могут служить сварочные выпрямители ВД-306,ВД-502,ВДУ-305,ВДУ-504.

В индексации моделей трансформаторов и выпрямителей первая цифра после букв и тире номинальный ток источника округленно в сотнях ампер.

Основное время T_0 в мин, при ручной дуговой сварке рассчитывают по формуле:

$$T_0 = \frac{60 \cdot F \cdot l \cdot \gamma}{K_H \cdot I} ; \quad (4.2)$$

где F - площадь поперечного сечения шва, $см^2$;

l - длина шва, $см$;

γ - плотность наплавленного металла, $г/см^3$;

K_H - коэффициент наплавки(по табл. 27), $г/А \cdot ч$;

I - сила сварочного тока, $А$.

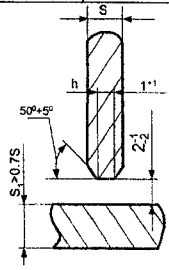
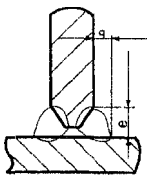
Площадь поперечного сечения F (которое существенно зависит от вида сварки) может быть определена расчетом как сумма площадей треугольников, прямоугольников и других геометрических фигур, на которые разбивается сечение наплавленного металла.

Плотность наплавленного металла шва принимается равной плотности основного металла.

Таблица 4.5 - Конструктивные элементы подготовленных кромок деталей и швов стальных соединений по ГОСТ 5264-80

Обознач. шва	Конструктивные элементы		S	с=в или h	не более или К	q
	подготовленных кромок деталей	шва сварного соединения				
У6			4 6 8 10	1 ± 1	12 16 18 22	$0.5^{+1.0}_{-0.5}$ $0.5^{+1.0}_{-0.5}$
				2^{+1}_{-2}		
У9			12-14 16-18 20-22 24-26	2^{+1}_{-2}	28 32 36 42	$0.5^{+2.0}_{-0.5}$
Т8			5-6 7-9 10-15 16-21	0^{+2}	4^{+2}_{-1} 5^{+2}_{-1} 6^{+2}_{-1} 7 ± 2	
				0^{+3}		

Продолжение таблицы 4.5

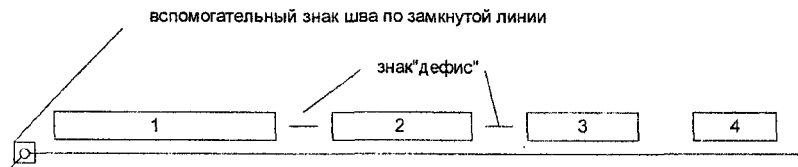
Т9			12-14	5-6	16	3
			16-18	7-8	18	
			20-22	9-10	20	5
			24-26	11-12	24	

Условные изображения и обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72

Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый – сплошной линией; невидимый – штриховой линией.

От изображения шва проводят линию – выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой. Линию-выноску предпочтительно проводить от изображения видимого шва.

Структура условного обозначения стандартного шва:



где, 1 - обозначение стандарта на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

2 - буквенно-цифровое обозначение шва по стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

3 - знак и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

4 - вспомогательные знаки.

Условное обозначение шва наносят:

а) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;


б) под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны.


Примечание. 1. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

2. За лицевую сторону двухстороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.


Знак, вспомогательные знаки выполняются сплошными тонкими линиями. Высота знаков должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов:

а)  - усиление шва снять;

б)  - наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;

в)  - шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм;

г)  - шов по незамкнутой линии. Знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа.

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полку или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносят у одного из изображений, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают один порядковый номер, который наносят:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва;

б) на полке линии-выноски или под ней, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения.

Примечание. Швы считаются одинаковыми, если одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении и к ним предъявляют одни и те же технические требования.

Таблица 4.6 - Припуски на наружное точение

Диаметр детали, мм	Черновое точение		Чистовое точение после черного	
	Припуск на диаметр при длине детали, мм			
	До 200	Св. 200	До 200	Св. 200
Св. 10 до 18	1,5	1,7	1,0	1,3
Св. 18 до 30	2,0	2,2	1,3	1,3
Св. 30 до 50	2,0	2,2	1,4	1,5
Св. 50 до 80	2,3	2,5	1,5	1,8
Св. 80 до 120	2,5	2,8	1,5	1,8
Св. 120 до 180	2,5	2,8	1,8	2,0

Допуски на черновое точение по h 13, на чистовое по h 10.

Таблица 4.7 - Припуски на фрезерование плоскостей шириной до 200 мм

Толщина, мм	Припуск на толщину при длине заготовки			
	Черновое фрезерование		Чистовое фрезерование после черного	
	До 100 мм	Св. 100 мм до 250 мм	До 100 мм	Св. 100 мм до 250 мм
Св. 6 до 30 мм	1,0	1,2	0,7	1,0
Св. 30 до 50 мм	1,0	1,5	1,0	1,0
Св. 50	1,5	1,7	1,0	1,3

Допуск на толщину для черного фрезерования по h14, для чистового по h11.

Таблица 4.8 - Припуски на обработку отверстий после сверления

Диаметр отверстия, мм	Растачивание черновое	Растачивание чистовое
Св. 10 до 18	0,8	0,5
Св. 18 до 30	1,2	0,8
Св. 30 до 50	1,5	1,0
Св. 50 до 80	2,0	1,0

Допуск на черновое растачивание H12, на чистовое по H 10

Таблица 4.9 - Припуски на подрезание торцов

Диаметр детали, мм	Длина детали, мм			
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 260
до 30	0,4	0,5	0,7	0,8
св. 30 до 50	0,5	0,6	0,8	0,8
св. 50 до 120	0,6	0,7	0,8	1,0

Допуск на подрезание торцов по h12.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Провести анализ чертежа детали, полученного в соответствии с заданием, с целью определения степени свариваемости металла заготовки и возможности расчленения ее на простые элементы.
2. Наметить типы сварных соединений и формы подготовки кромок под сварку.
3. Назначить припуски на поверхности, подлежащие обработке после сварки заготовки.
4. Выполнить эскизы составных частей заготовки с простановкой размеров, допусков и шероховатости поверхностей.
5. Составить эскиз сварной заготовки с указанием размеров, допусков на размеры, шероховатости поверхностей и технических требований.
6. Выбрать тип, марку и диаметр электродов, определить необходимую силу сварочного тока, его род и полярность.
7. Выбрать источник питания электрической дуги.
8. Рассчитать основное время, необходимое для сварки заготовки.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Содержание задания.
3. Эскизы отдельных элементов проектируемой сварной заготовки и эскиз спроектированной сварной заготовки.
4. Тип и марка электрода.
5. Расчет силы сварочного тока.
6. Сварочное оборудование.
7. Расчет основного времени.
8. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под степенью свариваемости металла?
2. От чего зависит свариваемость металла?
3. Какими технологическими возможностями располагает электродуговая сварка?
4. Какими параметрами и их значениями характеризуется электрическая дуга?
5. Какой род тока применяется при дуговой сварке?
6. Перечислите преимущества и недостатки применения постоянного и переменного тока при сварке?
7. Какие Вы знаете источники питания электрической дуги?
8. Что означают цифры в индексации модели источника питания?
9. Как расшифровывается индекс типа электрода?
10. Чем определяется марка электрода? От чего зависит его диаметр?
11. С какой целью ведут сварку с обратной полярностью тока?
12. Как рассчитывается необходимая сила сварочного тока?
13. Как назначаются припуски на последующую обработку?
14. Как рассчитывается основное время на сварку?
15. Какие типы сварочных соединений Вы знаете? Какие формы подготовки кромок под сварку Вам известны?

Литература

1. Барановский М.А., Дмитриевич А.М. и др. Справочник технолога./Пособие для технологов литейных, кузнечных и сварочных цехов./ -Мн.: Беларусь, 1966, с. 552.
2. Технология металлов и других конструкционных материалов/Учебное пособие для механических специальностей втузов машиностроительного профиля./ Под общей ред. А.М. Дмитриевича. - Мн.: Вышэйшая школа, 1973, с. 528.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

Проектирование отливки методом горизонтального непрерывного литья.

Цель работы: практическое освоение проектирования заготовок, получаемых горизонтальным непрерывным и полунепрерывным литьем.

Данная практическая работа рассчитана на 4 академических часа.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Технологический процесс получения заготовок методом горизонтального непрерывного литья, в дальнейшем ГНЛ, представляет собой комплекс различных операций (рис. 2), обеспечивающих получение заготовок высокого качества. Такой метод, как горизонтальное литье является действительно непрерывным процессом. Для своего осуществления оно требует такой организации загрузки печи, плавнения, легирования, обработки расплава рафинирующими реагентами, которая могла обеспечить непрерывную подачу металла, начиная от заливки металла в металлоприемник и кончая непрерывным получением заготовок с их резкой, складированием и упаковкой.

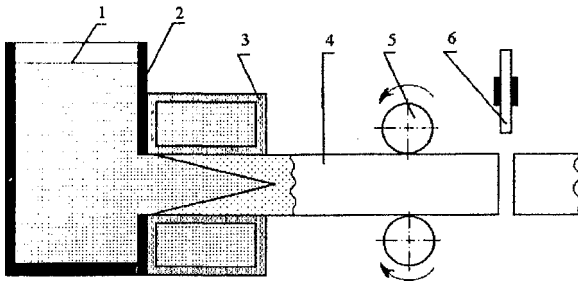


Рисунок 1.1- Схема процесса горизонтального непрерывного литья

Метод горизонтального непрерывного литья (рис. 1.1) заключается в том, что жидкий металл 1, предварительно залитый из плавильной печи в металлоприемник 2, непрерывно поступает из него в водоохлаждаемую горизонтальную изложницу - кристаллизатор 3, который является центральным и самым главным формообразующим и теплообменным элементом машины горизонтального непрерывного литья, в дальнейшем МГНЛ. До того как начать литье в кристаллизатор вводится специальная конструкция - затравка, которая закрывает его открытое выходное отверстие и служит для охлаждения первой порции жидкого металла. По мере затвердевания и сцепления металла с затравкой она удаляется из кристаллизатора 3, увлекая за собой сформировавшийся слиток 4. Этот слиток периодически (вытягивание - остановка) извлекается из кристаллизатора тянущейся клетью 5, то есть одновременно идет заливка, затвердевание и вытягивание слитка из формы.

Этот процесс может идти непрерывно, а образующаяся в результате такого процесса отливка, пройдя тянущую клетку, разрезается пилой 6 на нужные размеры по ходу процесса. Заготовки, уже отрезанные, скатываются в специально для этого приготовленные поддоны, а затем перевозятся на склад готовой продукции предприятия. Все технологические операции контролируются системой управления. Схематически МГНЛ показана на рис.1.2.

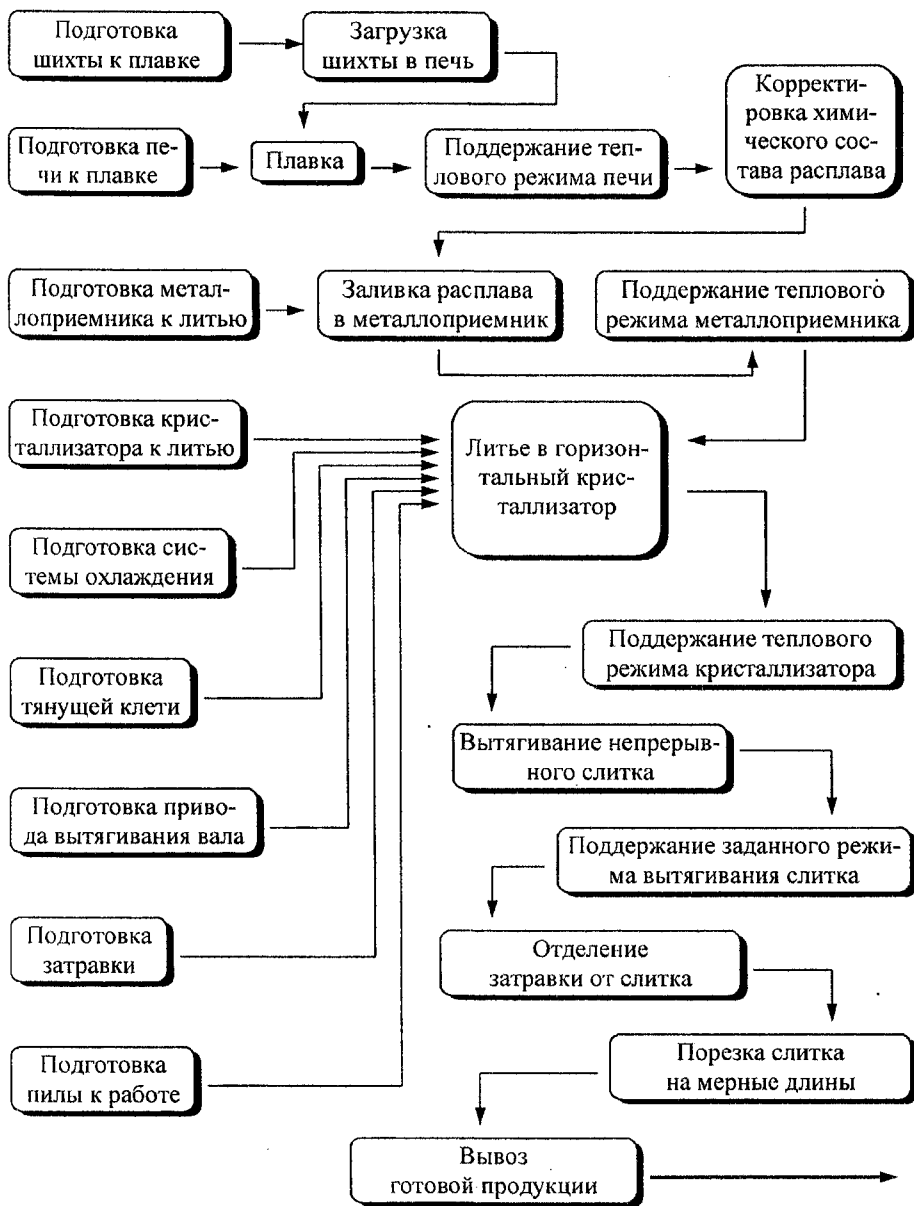


Рисунок 1.2 - Структура технологического процесса горизонтального непрерывного литья

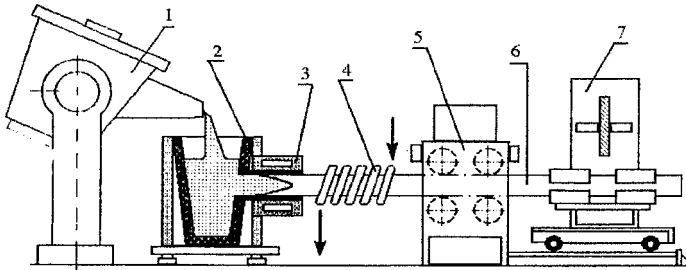


Рисунок 1.3 - Машина горизонтального непрерывного литья.

1 - плавильная печь; 2 - металлоприемник; 3 - кристаллизатор; 4 - устройство вторичного принудительного охлаждения; 5 - механизм вытягивания; 6 - отливаемая заготовка; 7 - механизм разрезки.

Существует деление кристаллизаторов. Их подразделяют:

- по способу установки - подвижные и неподвижные;
- по материалу рабочей вставки - графитовые и металлические;
- по количеству ручьев - одно- и многоручьевые;
- по расположению ручьев - одно- и двухрядные;
- по конструкции охлаждающих корпусов - цельные и составные;
- по способу изготовления охлаждающих корпусов - сварные; литые, получаемые заливкой графитовой вставки; литые с последующей установкой графитовой вставки;
- по конфигурации наружной охлаждаемой поверхности вставки - круглые, прямоугольные, фасонные.

Длинные металлические подвижные кристаллизаторы совершают при литье возвратно поступательные перемещения вдоль отливаемого слитка. Такие кристаллизаторы предотвращают приваривание металла к стенкам кристаллизатора; улучшают качество поверхности отливки за счет меньшего трения и особых условий отвода тепла; способствует образованию мелкозернистой кристаллической структуры слитков. Но эти кристаллизаторы имеют более сложную конструкцию, недостаточную ее надежность, трудности с управлением. Именно из-за этих особенностей подвижные кристаллизаторы не получили широкого распространения.

Неподвижные короткие кристаллизаторы нашли наиболее широкое применение. Такая конструкция кристаллизатора позволяет периодически вытягивать слитки с высокой скоростью и малым шагом. Уменьшение шага и увеличение частоты вытягивания частоты вытягивания способствует образованию мелкозернистой кристаллической структуры слитка, повышению его механических свойств, улучшению качества поверхности, стабилизации процесса литья.

Наибольшее распространение получили кристаллизаторы с графитовыми вставками. При повышенных температурах графит обладает высокими плотностью и прочностью, термостойкости и теплопроводностью, низким коэффициентом трения и не смачивается расплавленными металлами. Графит легко обрабатывается.

Металлические вставки в кристаллизаторах выполняют из стали, молибдена, меди или бронзы. Для повышения качества поверхности слитков часто применяют смазку внутренней рабочей поверхности кристаллизаторов.

Одноручьевые кристаллизаторы используют при производстве заготовок большого сечения и сложного профиля. Многоручьевые одно- и двухрядные - при производстве простых и мелких заготовок.

Охлаждающий корпус предназначен для установки графитовой или металлической вставки, ее охлаждения и крепления всего кристаллизатора к металлоприемнику. Охла-

ждающие корпуса изготавливаются из стали, чугуна, меди. При литье сложных профилей заготовок и заготовок прямоугольного сечения с отношением сторон 2,5 и более применяются составные охлаждающие корпуса.

Материал заготовок, получаемых непрерывным литьем: алюминиевые, магниевые, медные сплавы, конструкционные углеродистые и низкоуглеродистые стали, чугуны.

Возможны следующие профили заготовок: круг, прямоугольник, многогранник, трубы, фасонный профиль.

Положительные свойства, которыми обладают отливки, полученные непрерывным литьем:

- высокая химическая однородность;
- стабильная, плотная, мелкозернистая структура без пор и раковин;
- повышенные механические свойства;
- незначительная анизотропия механических свойств;
- более высокий коэффициент использования металла.

В отливках не наблюдаются неметаллические включения, усадочная пористость, усадочные раковины.

Также существуют и недостатки метода ГНЛ:

- дополнительные плавильные печи, которые должны работать круглые сутки;
- ограниченность размеров слитков;
- ограниченность толщины стенки труб;
- трудность обеспечения надежной непрерывной смазки поверхности металлических кристаллизаторов.

Разработка технологии ГНЛ заключается в определении оптимальных параметров:

- температуры жидкого металла в металлоприемнике;
- скорости вытягивания заготовки;
- времени остановки;
- величины шага вытягивания;
- расходы воды на охлаждение кристаллизатора.

Сложные связи между физическими свойствами металла, характеристиками систем «слиток – кристаллизатор» и переменными технологическими величинами, а также значительное разнообразие номенклатуры заготовок затрудняют выдачу общих рекомендаций по выбору оптимальных технологических режимов литья.

Тепловые параметры процесса ГНЛ определяются в основном конструкцией и материалом кристаллизатора и металлоприемника, а также условиями охлаждения отливки вне кристаллизатора. ГНЛ применяют для получения накладных направляющих станков, гильз, втулок, подшипников скольжения, валов и осей и пр. Целесообразно использовать этот метод в том случае, когда общая масса всех отливок превышает несколько тонн.

РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ЗАГОТОВКИ

Разработка заготовки осуществляется в следующей последовательности:

- анализ технологичности конструкции детали, заготовки;
- выбор формы отливки;
- определение допусков, припусков, погрешностей формы отливки по ГОСТ 26645-85;
- формулирование технических требований на изготовление и приемку заготовки;
- оформление чертежа заготовки.

Анализ технологичности конструкции детали, заготовки

По чертежу детали проверяют возможность получения заготовки, сравнивая размеры (с учетом припусков) и форму заданной детали с рекомендуемыми профилем и размерами заготовок, получаемых горизонтальным непрерывным литьем (табл. 1.1, рис. 1.4).

Если заготовку возможно получить непрерывным литьем, то следует определить степень сложности отливки (табл. 1.2, рис. 1.5).

Выбор формы отливки осуществляется на основании анализа технологичности. Например, если размеры пазов не удовлетворяют размерам пазов, указанных в примечаниях к табл. 1.1, то в отливке выполнять такие пазы нежелательно.

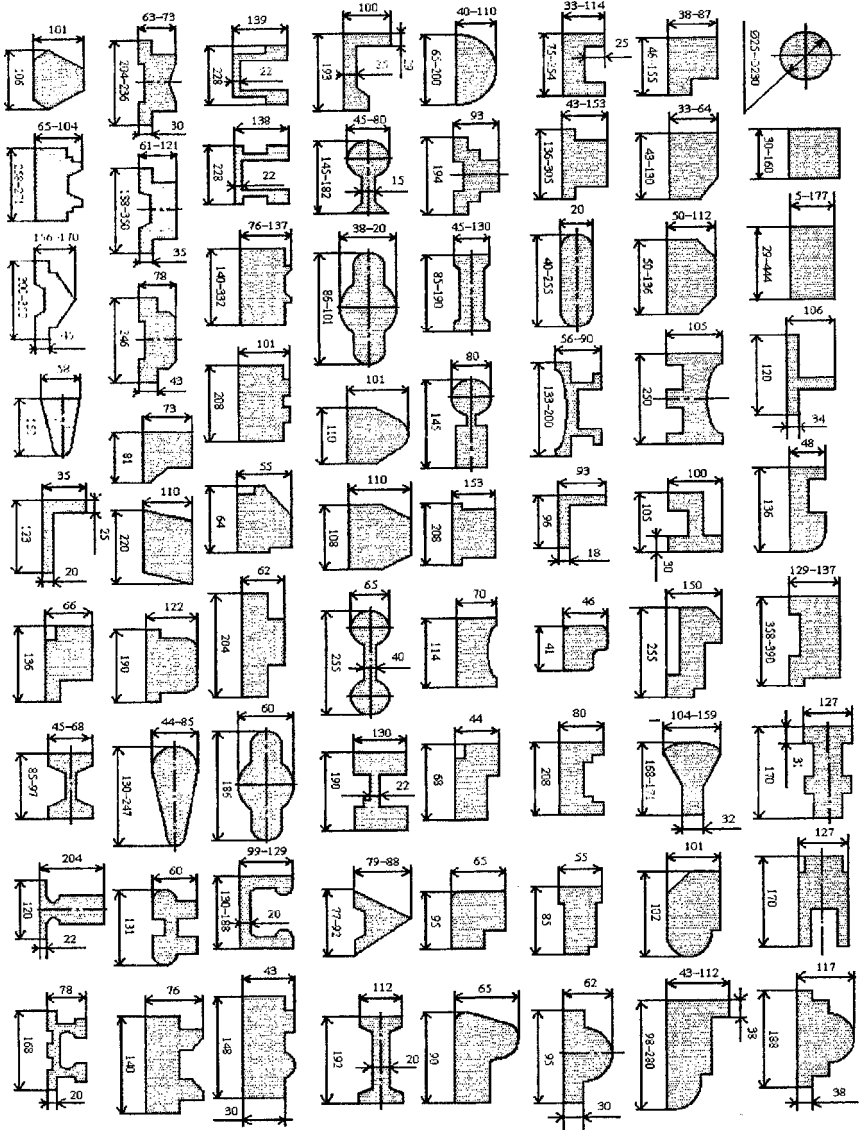


Рисунок 1.4 - Профили заготовок, получаемых методом ГНД

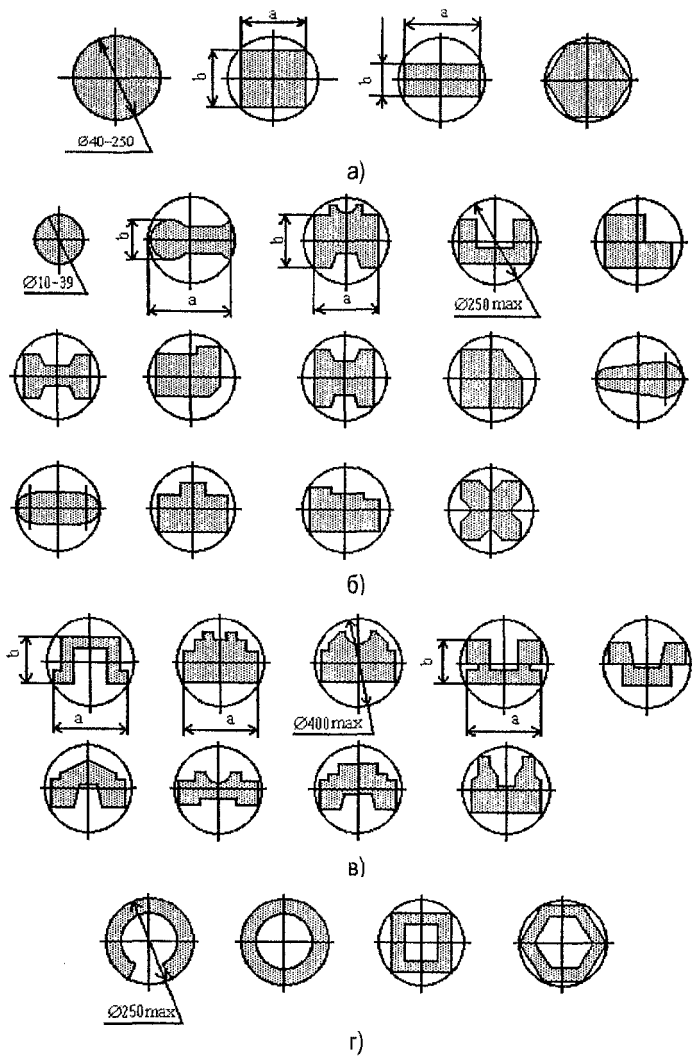


Рисунок 1.5 - Заготовки различной степени сложности

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Проектирование заготовки, получаемой непрерывным литьем, рассмотрено на примере направляющей (рис.1.6).

Анализ технологичности конструкции детали, заготовки. Конфигурация детали простая. Деталь имеет пазы, шириной более 30 мм. Максимальная толщина стенки в детали - 47,5 мм, минимальная толщина стенки - 22 мм. Разница в толщине стенок не пре-

вышает допустимую. Форма и размеры детали соответствуют форме и размерам заготовки, приведенной на рис.1.4. Деталь имеет технологичную конструкцию.

Отношение габаритных размеров

$$120 / 180 = 0,66 > 0,5 .$$

Следовательно, степень сложности отливки - 3 (табл.1.2).

Таблица 1.1- Выбор формы отливки

Материал отливки	Профиль поперечного сечения отливки				
	Круг	Труба	Прямоугольник	Многоугольник	Фасонный
Чугун	Ø25 ... Ø230 мм	Наружный Ø10 ... 300 мм толщина стенки 4 ... 30 мм	15 ... 200 мм	Ø описанной окружности 30 ... 230 мм	Рис.4
Сталь	Ø80 ... Ø200 мм	толщина стенки 15 - 20 % наружного Ø	80 ... 160 мм	Ø описанной окружности 80 ... 200 мм	
Медные сплавы	Ø30 ... Ø250 мм	толщина стенки 10 ... 40 мм	20 ... 250 мм	Ø описанной окружности 30 ... 250 мм	
Алюминиевые сплавы	Ø15 ... Ø300 мм	наружный Ø40 ... 300 мм минимальный Ø отверстия 30 мм, минимальная толщина стенки 10% от наружного Ø	20 ... 300 мм	Ø описанной окружности 20 ... 300 мм	

Примечания: 1. В заготовке можно получить пазы при условии $c > 30$ мм или, если $c \leq 30$ мм, то $d \leq c$, $S \leq c$ (где c - ширина паза, d - глубина паза, S - толщина паза).
2. Разница в толщине стенок в деталях с пазами и выступами не должна превышать 60 ... 80 мм.

Таблица 1.2- Распределение отливок по степени сложности

Степень сложности	Профиль					Соотношение сторон $b : a$	Примечание
	Круг	Прямоугольник	Многогранник	Фасонный	Пустотелый		
1	+	+	+			0,5	рис. 5 а;
2	+	+		+		0,5	рис. 5 б; фасонные отливки с выступами и пазами глубиной до 20 мм, шириной 20 ... 30 мм
3				+			рис.5 в; выступы и пазы глубиной до 30 мм и больше и шириной до 20 мм и больше
4					+		рис. 5 г

Определение конфигурации отливки. Конфигурация отливки такая же, как и у детали. Необрабатываемые плоскости 2; 3; 4; 7; 8.

V - образные пазы и отверстия в заготовке получаться не будут.

Определение допусков, припусков, погрешностей формы отливки. Допуски, припуски, погрешности формы определены по ГОСТ 26645-85 и сведены в табл. 3. Тип производства мелкосерийный.

Номера поверхностей обозначены на рис.1.6.

При определении класса размерной точности, степени точности поверхности клас-

са точности массы принят технологический процесс литья - литье в облицованный ко-
киль. Наибольший габаритный размер отливки от 1600 до 4000 мм.

Таблица 1.3- Допуски, припуски и погрешности формы отливки.

Обрабатываемые поверхности	11,5	1,6	9	10
Размер	180	120	84	47,5
Допуск размера детали, мм	1,15	0,87	0,87	0,62
Шероховатость	Ra 5 Ra 5	Ra 2,5 Ra 5	Ra 2,5	Ra 2,5
Допуск формы и расположения обработанной поверхности	$1,15 \cdot 0,5 = 0,575$	$0,87 \cdot 0,5 = 0,435$	\perp 0,016	\perp 0,016
Класс размерной точности	9т - 13 Принято 12			
Допуск размера отливки (предельные отклонения)	7,0 ($\pm 3,5$)	6,4 ($\pm 3,2$)	5,6 ($\pm 2,8$)	5,0 ($\pm 2,5$)
Степень коробления элементов отливки	5 - 8 Принято 5			
Допуск формы и расположения элементов отливки, мм	5,0	5,0	5,0	5,0
Общий допуск, мм	$10 \cdot 0,5 = 5$	$9 \cdot 0,5 = 4,5$	9,0	8,0
Соотношение между допусками размера детали и отливки	$\frac{1,15}{7,0} = 0,164$			
Соотношение между допусками формы и расположения поверхностей детали и отливки			$\frac{0,016}{5,0} = 0,0032$	$\frac{0,016}{5,0} = 0,0032$
Вид окончательной механической обработки	черновая черновая	получистовая черновая	чистовая	чистовая
Степень точности поверхности	12 - 19 Принято 17			
Шероховатость поверхностей отливки	Ra 80			
Ряд припуска	9			
Припуск, мм	4,0 4,0	5,5 4,0	9,8	9,8
Размеры отливки, мм	$188 \pm 3,5$	$129,5 \pm 3,2$	$99,3 \pm 2,8$	$61,3 \pm 2,5$
Класс точности массы	7т - 14 Принято 13т			

Отношение наименьшего размера элемента отливки к наибольшему

$$\frac{(32 + 10)}{2000} = 0,021.$$

Вид окончательной механической обработки для поверхности 1 выбран в соответствии с шероховатостью этой поверхности. Кроме того, поверхность 1 будет использована в качестве чистовой базы при обработке поверхностей 9 и 10.

Значения припусков взяты при среднем уровне точности обработки.

На рис.1.6 показан чертеж заготовки.

1. НВ 163 ... 229
2. Точность отливки 12-5-17-13т ГОСТ 26645 - 85.
3. Неуказанные радиусы закруглений 5 мм.
4. Отклонения от прямолинейности не более 5 мм.
5. Отклонения от плоскостности не более 5 мм.
6. * - размер для справок.
7. V - Черновые базы.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Проектирования технологического процесса свободнойковки

ВВЕДЕНИЕ

Свободнаяковка - вид горячей обработки давлением, при котором порция металла определенного объема (исходная заготовка) путем воздействия на нее универсального ковочного оборудования и инструмента деформируется, изменяет форму и, превращаясь в поковку (кованую заготовку), приближается своей формой к конфигурации детали. Степень приближения формы поковки к детали оценивается по коэффициенту использования металла:

$$K_{им} = V_d / V_n = m_d / m_n, \quad (2.1)$$

где V_d , m_d - соответственно объем и масса детали;
 V_n , m_n - объем и масса поковки.

Ковка - один из самых древних видов обработки металлов, который и в настоящее время служит для изготовления поволоков от самых мелких, массой, измеряемой в граммах, до самых крупных, массой до 300 тонн и более. Причем, при изготовлении тяжелых поволоков для валов гидротурбин, коленвалов судовых двигателей, валков прокатных станов и др., ковка является единственно возможным способом. Поволовки меньшей массы (до 350 кг) могут изготавливаться и ковкой и штамповкой. Но в единичном и мелкосерийном производстве ковка обычно более экономически целесообразна, так как при ней используется универсальный инструмент, а изготовление специальных штампов для небольшой партии одинаковых поволоков может оказаться экономически невыгодным. Решение об экономической целесообразности изготовления поволоков по тому либо иному варианту должно приниматься после расчета приведенной себестоимости поволоков для каждого варианта. Выбираться должен вариант с наименьшей себестоимостью, и с учетом снижения себестоимости механической обработки.

1. Цель работы

1. Научиться использовать информацию из ГОСТ 7829-70 для построения поволоки по заданному чертежу детали, изготавливаемой в условиях мелкосерийного и индивидуального производства.

2. Приобрести навыки:

- выбора исходной заготовки и расчета ее объема и массы.
- проектирования структуры технологического процесса свободнойковки для спроектированной поволоки;
- определения влияния техпроцессаковки на макро- и микроструктуру материала детали;
- реализации основных и вспомогательных операцийковки на пластическом материале модели спроектированной поволоки вручную;
- оформления чертежа поволоки.

2. Порядок выполнения работы

1. Начертить эскиз детали (варианта задания).
2. Определить тип, к которому относится поволока для заданной детали по ГОСТ 7829-70.
3. Определить номинальные размеры с предельными отклонениями и допуски расположения поверхностей поволоки.
4. Выбрать исходную заготовку, обеспечивающую оптимальную уковку металла и макроструктуру детали, и начертить ее эскиз.

5. Рассчитать объем и массу исходной заготовки.
6. Выбрать оборудование для изготовления поковки.
7. Спроектировать последовательность основных и вспомогательных операций технологического процесса свободнойковки.
8. Проверить выполнимость элементов поковки и назначить, при необходимости, напуски.
9. Начертить окончательный вариант поковки.
10. При необходимости, повторить пункты 5 и 7.
11. По окончательному варианту техпроцессаковки изготовить из пластического материала модель поковки.

3. Проектирование поковки и техпроцесса свободнойковки

От готовой детали поковка отличается размерами, увеличенными на величину припусков на механическую обработку, большими допусками на размеры, и упрощенной формой, более удобной дляковки.

Припуски - это предусмотренные при проектировании поковки превышения ее размеров над номинальными размерами детали, обеспечивающие после обработки резанием требуемые чертежом размеры детали и чистоту ее поверхностей.

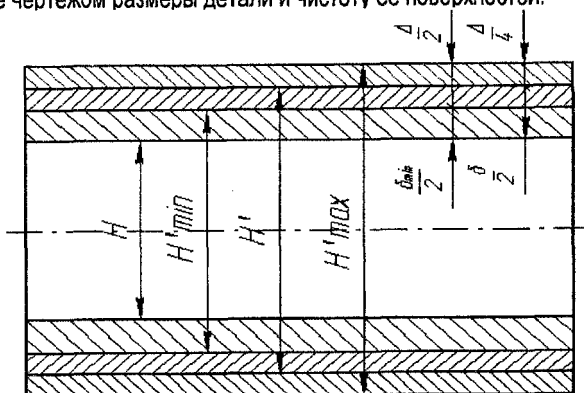


Рисунок 2.1 – Схема расположения размеров поковки и детали

Допуск на кузнечную обработку - разность между наибольшим H'_{max} и наименьшим H'_{min} предельными размерами поковки. Наименьший предельный размер поковки равен сумме номинального размера детали H и минимального припуска δ_{min} .

$$H'_{min} = H + \delta_{min} \quad (2.2)$$

Поскольку точно по размеру H'_{min} поковку на практике отковать невозможно нормируется наибольший предельный размер поковки H'_{max}

$$H'_{max} = H'_{min} + \Delta, \quad (2.3)$$

где Δ - допуск на свободнуюковку, задающий разрешенное поле изменения фактических размеров поковки.

На чертеже поковки проставляется номинальный размер H' (расчетный размер)

$$H' = H + \delta = H + \delta_{min} + \Delta/2 \quad (2.4)$$

где H' - номинальный размер поковки;

δ - номинальный припуск на номинальный размер детали H .

$$\delta = \delta_{\min} + \Delta/2 \quad (2.5)$$

где δ_{\min} - минимальный припуск (минимально необходимый для обеспечения качества и точности поверхности детали);

$\Delta/2$ - половина поля допуска на номинальный размер поковки H' .

Рядом с номинальным размером поковки H' указываются предельные отклонения $+\Delta_n$ и $-\Delta_v$. Для поковок, изготавливаемых свободной ковкой, по ГОСТ 7829-70 и ГОСТ 7062-79 верхнее и нижнее отклонения устанавливаются симметричными, равными половине поля допуска Δ :

$$\Delta_n - \Delta_v = \pm \Delta/2 \quad (2.6)$$

поэтому на чертеже проставляется $H' \pm \Delta/2$.

Напуск - увеличение припуска, упрощающее конфигурацию поковки из-за невозможности или нерентабельности изготовления поковки по контуру детали.

Припуски и допуски, а также некоторые напуски для кованых заготовок стандартизованы. Например, вышеупомянутые стандарты содержат значения припусков, допусков и напусков для поковок из углеродистой и легированной сталей, изготавливаемых свободной ковкой на молотах (ГОСТ 7829-70) и на прессах (ГОСТ 7062-79).

Величины припусков, устанавливаемые упомянутыми стандартами, следует назначать на номинальные размеры детали, когда механическая обработка поковки будет производиться с двух сторон. Предельные отклонения устанавливаются на номинальные размеры поковок.

Допускается сферичность торцов у поковок, изготавливаемых вытяжкой, если не производится обрубка, сферичность боковой поверхности поковок, изготавливаемых осадкой, а также скосы между уступами, косина рубя на торцах, конусность или уклон в отверстиях в пределах, предусмотренных таблицах 1 и 6...12.

Скосы от отрубки поковок должны быть без заусенцев и не должны препятствовать центровке.

Для деталей, обрабатываемых с одной стороны, величину припуска следует принимать с коэффициентом 0.5 от табличного значения. А величины предельных отклонений в этом случае принимать равными табличным значениям.

Для необрабатываемых поверхностей деталей припуск не назначается, а величины предельных отклонений определяются по таблицам стандарта в зависимости от группы, к которой относится поковка, и ее размеров.

Согласно ГОСТ 7829-70 поковки по форме можно разделить на 7 групп:

1. Удлиненные поковки круглого, квадратного и прямоугольного сечения с уступами (рисунок 2.2, а... ж);

2. Диски, цилиндры, бруски, кубики, пластины сплошные и диски, втулки, бруски и пластины с отверстиями (рисунок 2.2, з...м);

3. Раскатные кольца (рисунок 2.2, н);

4. Цилиндры с отверстиями (рисунок 2.2, о);

5. Полые валы (рисунок 2.2, п);

6. Втулки с уступами и с отверстиями, изготавливаемые в подкладных кольцах (рисунок 2.2, р);

7. Втулки с уступами и с отверстиями, изготавливаемые в подкладных штампах (рисунок 2.2, р).

Определения конфигураций зависят от соотношений размеров поковок. Например, к удлиненным относятся поковки при отношении длины L к наибольшему размеру поперечного сечения D больше 1,5 раз ($L/D > 1,5$); к дискам относятся поковки при $H/D \leq 0,5$; к цилиндрам, брускам, кубикам, втулкам – при $0,5 < H/D \leq 1,5$. Отдельные участки поковки в зависимости от места расположения и соотношения размеров имеют следующие названия:

– фланец (рисунок 2.2, е) – концевой участок вала увеличенного диаметра, у которого длина (l) меньше $l \leq 0,3D$ или $l \leq 0,3B$, где D – диаметр, а B – большая сторона прямоугольного сечения фланца;

– бурт (рисунок 2.2, ж) – неконцевой участок поковки с увеличенными поперечными размерами при таких же как у фланца соотношениях размеров;

Тип поковки	Эскиз поковки	Соотношение размеров	Тип поковки	Эскиз поковки	Соотношение размеров
Круглого, квадратного и прямоугольного сечений, гладкие а)		$L > 1,5D$	Диск з)		$H \leq 0,5D$
		$L > 1,5B$ $H \leq B \leq 1,5H$		Бруски, шпильки, пластинки и)	
Круглого сечения с уступами б)		$L > 1,5D$ $l > 0,3D$	Диски с отверстиями к)		
				Втулки л)	
Круглого сечения с эм-сикой в)		$L > 1,5D$	Бруска и пластины с отверстиями м)		
Квадратного сечения с уступами тех же типов, как и круглого сечения г)		$L > 1,5B$		Кольца раскатные н)	
			Цилиндры с отверстиями о)		
Круглого сечения с фланцем е)		$L > 1,5D$ $l \leq 0,3D$		Втулки с уступами сплошные и с отверстиями, изготовляемые в подкладных кольцах или подкладных штампалах* р)	
	Круглого сечения с буртом ж)				

Рисунок 2.2 - Основные виды поковок.

Таблица 2.1 - Припуски и допуски для удлиненных поковок с уступами

Длина детали L, мм	Диаметр детали D или размер сечения B, H мм								
	до 50	70	90	120	100	200	250	300	360
Припуски δ , δ_1 , δ_2 и предельные отклонения $\pm\Delta/2$, $\Delta_1/2$, $\Delta_2/2$, мм									
до 250	5±2	6±3	7±2	8±3	9±3	-	-	-	-
500	6±2	7±3	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4
800	7±2	8±3	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4
1200	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±4
1700	-	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5
2300	-	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±5
3000	-	-	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±5	19±5
4000	-	-	-	15±4	16±5	17±5	18±5	19±5	20±6
5000	-	-	-	16±5	17±5	18±5	19±5	20±6	21±6
6000	-	-	-	-	18±5	19±5	20±6	21±6	22±6

Примечание: в случае обработки поверхности детали с чистой Ra=10 мкм и менее допускается увеличивать табличные значения припуска, но не более чем на 1 мм.

Таблица 2.2- Дополнительные припуски поковок с уступами

Разность диаметров (р-ров) наибольшего и рассматриваемого сечений, мм	до 40	80	10	120	140	160	180	свыше 180
Дополнительный припуск на диаметр (р-р) S, мм	3	4	5	6	7	8	9	10

Основное сечение поковки - это сечение элемента поковки с наибольшим объемом (массой) - определяется в следующем порядке:

– если поковка имеет ступень с необрабатываемой поверхностью, то за основное сечение принимают сечение этой ступени;

если все ступени поковки подлежат последующей обработке, то для определения основного сечения рассчитывают площадипродольных сечений наиболее объемных (массивных) ступеней $D'_1 \cdot l'_1$, $D'_2 \cdot l'_2$, $D'_3 \cdot l'_3$, ... и сравнивают их с площадью продольного сечения элемента поковки с наибольшим диаметром (размером) $D'_{max} \cdot l'$;

– если все произведения $D'_1 \cdot l'_1$, $D'_2 \cdot l'_2$, $D'_3 \cdot l'_3$ меньше чем $D'_{max} \cdot l'$, то за основное сечение принимают выступ с наибольшим диаметром;

– если среди $D'_1 \cdot l'_1$, $D'_2 \cdot l'_2$, $D'_3 \cdot l'_3$ есть произведения большие, чем $D'_{max} \cdot l'$, то для тех произведений $D'_i \cdot l'_i$, которые больше рассчитывают величины $A_i = S_i \cdot (D'_i \cdot l'_i - D'_{max} \cdot l')$ и т.д. и за основное сечение принимают сечение, для которого величина A_i имеет наибольшее значение;

– если за основное сечение принята ступень с наибольшим диаметром D'_{max} , то дополнительный припуск переносят с основного сечения на выступ наибольшего диаметра.

Выполнимость на поковках концевых и промежуточных уступов (рисунок 2.4, а), выемок (рисунок 2.4, б), фланцев (рисунок 2.4, в) и буртов (рисунок 2.4, г) проверяют после назначения основных и дополнительных припусков. Проверка выполнимости осуществляется с использованием таблицы 2.3 и с учетом следующих требований:

1) - концевые и промежуточные уступы (рисунок 2.4, а) выполняют, если их высоты h_i не менее значений, указанных в таблице 2.3, и если их длина l_i по отношению к ширине бойка B_b составляет величину не менее указанной в таблице 2.4;

– если высота h_i уступа менее значений, указанных в таблице 2.3, то уступ отковывается по диаметру соседнего выступа;

– если длина уступа менее значений, приведенных в таблице 2.4, то его отковывают в том случае, когда объем напуска при доведении его длины до выполнимой меньше, чем объем напуска при отковывании его по диаметру соседнего выступа.

2) - выемку l'_2 (рисунок 2.4,б) выполняют, если длина l'' между засечками (рисунок 2.5) перед ковкой выемки по отношению к ширине бойка молота B_b составляет величину, не менее указанной в таблице 2.5.

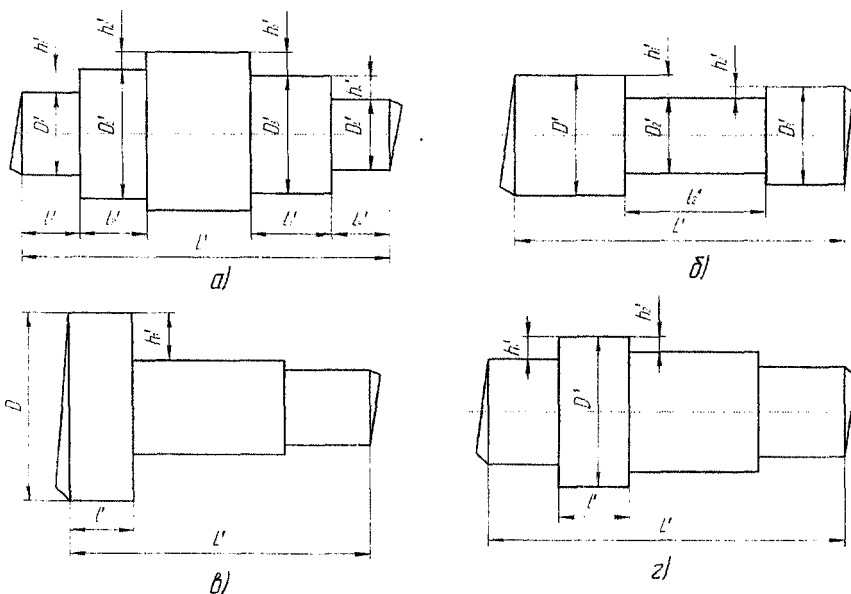


Рисунок 2.4 - Примеры деталей: (а) - с выступами; (б) - выемкой; (в) - фланцем; (г) - буртом

- если длина участка поковки, присекаемого для выполнения выемки, менее указанных в таблице 2.5, то на диаметр выемки назначают напуск из расчета, чтобы длина 1" присечки была равна соответствующему значению таблицы 2.5;

3) - фланец (рисунок 2.4, в) выполняют, если его длина l' более высоты выступа h' в 1.2 раза и не менее $0.2 \cdot D'$ ($1.2 \leq h' < l' > 0.2 \cdot D'$);

- если длина l' фланца меньше высоты выступа, увеличенной в 1.2 раза, то длину фланца доводят до выполнимого размера $l' = 1.2 \cdot h'$, за счет напуска или со стороны уступа или со стороны торца, исходя из условия минимального объема напуска. Предельная минимальная длина фланца не должна быть менее 0.2 его диаметра;

4) - бурт (рисунок 2.4, г) выполняют, если его длина l' более высоты h_2 меньшего прилегающего уступа, но не менее $0.2 \cdot D'$ ($h_2 < l' > 0.2 \cdot D'$);

- если длина бурта l' менее высоты меньшего прилегающего уступа h_2 или менее $0.2D'$, то длину бурта l' доводят до выполнимого размера $l' = h_2$ за счет напуска со стороны любого из торцов, при обеспечении минимального объема назначаемого напуска.

Таблица 2.3 - Выполнимость уступов, выемок, фланцев и буртов по высоте

Диаметр (D_1' ; D_2' ; D_3') или р-р В уступа мм	до 100	180	250	свыше 250
Минимальная выполнимая высота уступа (h_1' , h_2' , h_3')	4	5	6	7

Таблица 2.4 - Выполнимость уступов, выемок, фланцев и буртов по длине

Ширина бойка B_6 , мм	до 150	до 300	свыше 300
Минимальная длина выполнимого уступа (l_1' , l_2' , l_3')	$0,3 \cdot B_6$	$0,4 \cdot B_6$	$0,5 \cdot B_6$

Таблица 2.5 - Выполнимость уступов, выемок, фланцев и буртов по длине

Ширина бойка B_6 , мм	до 300	400	свыше 400
Минимальная длина участка между засечками l'' , мм	$0,5 \cdot B_6$	$0,7 \cdot B_6$	B_6

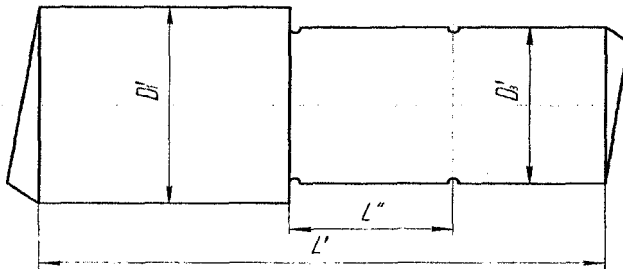


Рисунок 2.5 - Пример выполнения засечек дляковки выемки

Таблица 2.6 - Назначение припусков и допусков для поковок 2-ой группы

Диаметр детали D или размеры L, B, мм	Размеры, на кот. назначаются припуски и предельные отклонения	Припуски (δ , δ_1 , δ_2) и предельные отклонения ($\pm\Delta/2$, $\Delta/2$, $\Delta_2/2$)										
		Для высоты детали H, до мм										
		50	65	80	100	125	150	180	215	250	300	360
до 50	H, D, L, B	6±2	6±2	7±2	-	-	-	-	-	-	-	-
	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	H	6±2	7±2	8±2	9±2	9±2	-	-	-	-	-	-
	D, L, B	7±2	7±2	8±2	9±2	9±2	-	-	-	-	-	-
110	H	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	-	-	-	-
	D, L, B	8±2	8±2	9±2	10±2	10±2	11±3	12±4	-	-	-	-
50	H	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±5	-	-
	D, L, B	9±2	9±2	10±2	11±3	11±3	12±4	13±4	14±5	14±5	-	-
200	H	7±2	8±2	8±2	9±2	10±3	11±3	12±3	13±4	14±5	15±5	-
	D, L, B	10±3	10±3	11±3	12±4	12±4	13±4	13±4	14±5	14±5	15±5	-
250	H	8±3	9±3	9±3	10±3	11±4	12±4	13±4	14±5	15±6	16±6	17±6
	D, L, B	11±3	11±3	12±3	13±4	13±4	14±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6
300	H	9±3	10±3	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6
	D, L, B	12±4	12±4	13±4	14±5	14±5	15±5	15±5	16±6	17±7	18±7	19±7
360	H	9±3	10±3	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±6
	D, L, B	13±4	13±4	14±4	15±5	15±5	16±5	16±5	17±6	18±7	19±7	20±7
	d	19±4	20±4	20±4	21±5	21±5	22±5	22±5	23±6	24±7	25±7	26±7

Примечания к таблице 2.6:

1. Припуски и предельные отклонения для деталей прямоугольного сечения назначаются в зависимости от наибольшего размера (ЦВ).
2. На цилиндрических поковках, с отношением $D/H > 6$, допускается сферичность, величина которой не контролируется.
3. Разрешается не прошивать отверстия с $d_n < 40$ мм и при отношении высоты поковки к диаметру прошивня $(d_n)H'/d_n > 3$.
4. В отверстиях поковки сверх припуска допускается уклон 1/20.

Информация для определения размеров бойков ковочного оборудования приводится в таблице 2.6.

Припуски и предельные отклонения для поковок 2-й группы (дисков, цилиндров, втулок, брусков, кубиков, пластин сплошных и дисков, цилиндров, втулок, брусков, кубиков, пластин с отверстиями) следует назначать в соответствии с рисунком 2.6 и таблицей 2.6.

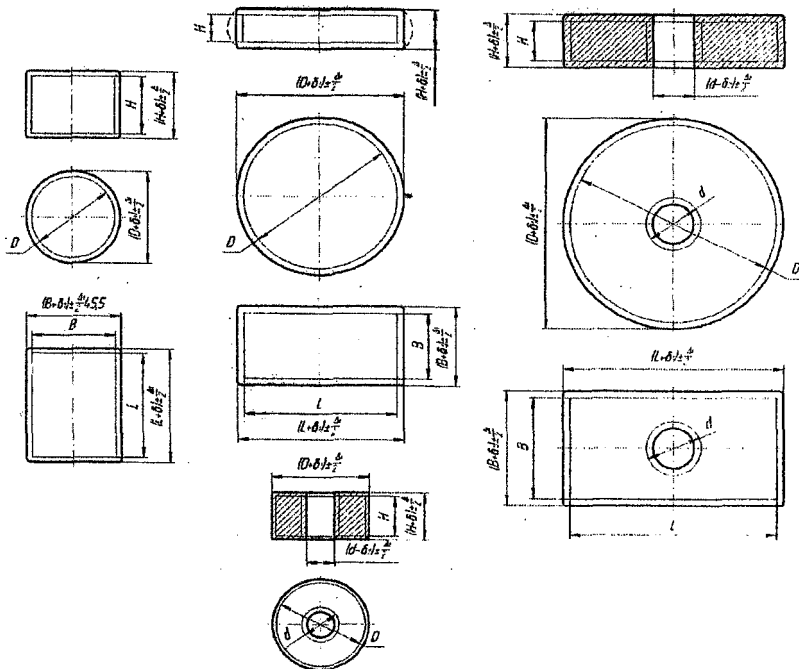


Рисунок 2.6 - Схема назначения припусков и допусков для поковок 2-ой группы

Припуски и предельные отклонения для поковок 3-й группы (типа раскатных колец) следует назначать в соответствии с рисунком 2.7 и таблицей 2.7. В отверстии сверх припуска допускается конусность 1/20.

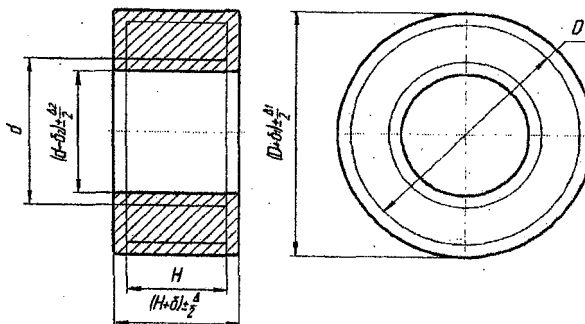


Рисунок 2.7 - Схема назначения припусков и допусков для поковок 3-ей группы

Припуски и предельные отклонения для поковок 4-й группы (типа цилиндров) следует назначать в соответствии с рисунком 2.8 и таблицей 2.8. Разрешается не выполнять в поковке отверстие диаметром $d < 40$ мм. В отверстии сверх припуска допускается уклон 1/20.

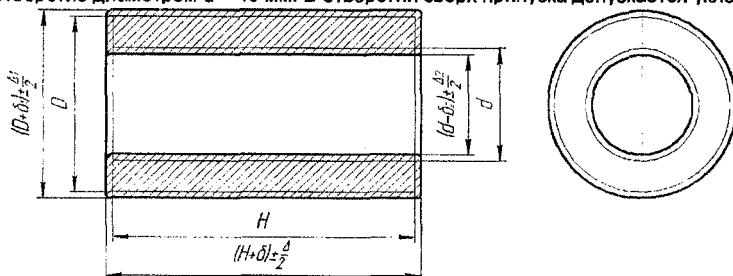


Рисунок 2.8 – Схема назначения припусков для поковок 4-ой группы

Таблица 2.7 - Назначение припусков и допусков для поковок 3-ей группы

Диаметр детали D, мм	Размеры, на которые назначаются припуски и предельные отклонения	Высота детали H											
		до 50	Св. 50 до 65	Св. 65 до 80	Св. 80 до 100	Св. 100 до 125	Св. 125 до 150	Св. 150 до 180	Св. 180 до 215	Св. 215 до 250	Св. 250 до 300	Св. 300 до 360	
		Припуски (δ , δ_1 , δ_2) и предельные отклонения ($\pm\Delta/2$, $\Delta/2$, $\Delta/2$)											
До 110	H	6±2	7±2	8±3	9±3	10±3	-	-	-	-	-	-	
	D	9±3	10±3	11±3	12±4	12±4	-	-	-	-	-	-	
	d	12±3	13±3	14±3	15±4	15±	-	-	-	-	-	-	
Св. 110 До 150	H	7±2	8±2	9±3	10±3	11±4	12±4	-	-	-	-	-	
	D	10±3	11±3	11±3	12±4	13±4	14±4	-	-	-	-	-	
	d	13±3	14±3	14±3	15±4	16±4	17±4	-	-	-	-	-	
Св. 150	H	7±2	8±2	9±3	10±3	11±4	12±4	13±5	14±5	-	-	-	
	D	11±3	12±3	12±3	13±4	13±4	14±4	15±5	16±6	-	-	-	
	d	14±3	15±3	15±3	16±4	16±4	17±4	18±5	19±5	-	-	-	
До 200	при D-d	до 50	14±3	15±3	15±3	16±4	16±4	17±4	18±5	19±5	20±5	-	-
	Св. 50 до 100	15±3	16±3	16±3	17±4	17±4	18±4	19±5	20±5	-	-	-	
	d	15±3	16±3	16±3	17±4	17±4	18±4	19±5	20±5	21±5	22±6	-	-
Св. 200	H	7±2	8±2	9±3	10±3	11±4	12±4	13±5	14±5	15±6	-	-	
	D	11±3	12±3	13±4	14±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±6	-	-	
	d	14±3	15±3	16±4	17±4	17±4	18±4	19±5	20±5	21±6	-	-	
До 250	при D-d	до 50	14±3	15±3	16±4	17±4	17±4	18±4	19±5	20±5	21±6	-	-
	Св. 50 до 125	15±3	16±3	17±4	18±4	18±4	19±4	20±5	21±5	22±6	-	-	
	d	15±3	16±3	17±4	18±4	18±4	19±4	20±5	21±5	22±6	23±6	-	-
Св. 250	H	8±2	9±2	10±3	11±3	12±4	13±4	14±5	15±5	16±6	17±6	-	
	D	12±3	13±4	14±4	15±5	15±5	16±5	17±6	18±6	19±6	20±6	-	
	d	до 50	15±3	16±4	17±4	18±5	18±5	19±5	20±6	21±6	22±6	23±6	-
До 300	при D-d	Св. 50 до 125	16±3	17±4	18±4	19±5	19±5	20±5	21±6	22±6	23±6	24±6	-
	Св. 125 до 150	17±3	18±4	19±4	20±5	20±5	21±5	22±6	23±6	24±6	25±6	-	
	d	17±3	18±4	19±4	20±5	20±5	21±5	22±6	23±6	24±6	25±6	-	
Св. 300	H	9±3	10±3	11±4	12±4	13±5	14±5	15±5	16±6	17±6	18±7	19±7	
	D	13±4	14±4	15±5	16±5	16±6	17±6	18±6	19±6	20±7	21±7	22±7	
	d	до 50	16±4	17±4	18±5	19±5	19±6	20±6	21±6	22±6	23±7	24±7	25±7
До 360	при D-d	Св. 50 до 125	17±4	18±4	19±5	20±5	20±6	21±6	22±6	23±6	24±7	25±7	26±7
	Св. 125 до 180	18±4	19±4	20±5	21±5	21±5	22±6	23±6	24±6	25±7	26±7	27±7	
	d	18±4	19±4	20±5	21±5	21±5	22±6	23±6	24±6	25±7	26±7	27±7	

Таблица 2.8 - Назначение припусков и допусков для поковок 4-ой группы

Высота детали Н	Наружный диаметр детали D	Припуски ($\delta, \delta_1, \delta_2, \delta_3$) и предельные отклонения ($\pm\Delta/2, \Delta_1/2, \Delta_2/2, \Delta_3/2$)		
		На высоту Н	На наружный диаметр D	На внутренний диаметр d
До 80	До 80	13±4 14±5	12±3 12±3	17±3 17±3
Св. 80 до 100	Св. 80 до 100	14±5	13±4	18±4
Св. 100 до 125	Св. 80 до 100	15±6	13±4	18±4
	Св. 100 до 125	15±6	14±4	19±4
Св. 125 до 150	Св. 80 до 125	16±6	14±4	19±4
	Св. 125 до 150	16±6	15±5	20±5
Св. 150 до 180	Св. 100 до 150	17±6	15±5	20±5
	Св. 150 до 180	17±6	16±5	21±5
Св. 180 до 215	Св. 120 до 150	18±6	15±5	20±5
	Св. 150 до 180	18±6	16±5	21±5
	Св. 180 до 215	18±6	17±6	22±6
Св. 215 до 250	Св. 145 до 180	19±7	16±5	21±5
	Св. 180 до 215	19±7	17±6	22±6
	Св. 215 до 250	19±7	18±6	23±6
Св. 250 до 300	Св. 165 до 215	20±7	17±6	22±6
	Св. 215 до 250	20±7	18±6	23±6
	Св. 250 до 300	20±7	19±6	24±6
Св. 300 до 360	Св. 200 до 250	21±8	18±6	23±6
	Св. 250 до 300	21±8	19±6	24±6
	Св. 300 до 360	21±8	20±7	25±7
Св. 360 до 420	Св. 240 до 300	22±8	20±7	25±7
	Св. 300 до 360	22±8	21±7	26±7
Св. 420 до 485	Св. 280 до 320	23±9	21±7	26±7
	Св. 320 до 360	23±9	22±8	27±8
Св. 485 до 530	Св. 325 до 360	24±10	23±9	28±9

Припуски и предельные отклонения для поковок 5-й группы (типа полых валов) следует назначать в соответствии с рисунком 2.9, таблицами 2.9, 2.10 и с учетом следующих требований:

а) основной припуск δ предельные отклонений $\pm \Delta/2$ на наружные диаметры назначают по таблице 2.9 в зависимости от наибольшего диаметра и общей длины детали;

б) дополнительный припуск назначают по таблице 2.2 на диаметры всех сечений, кроме наибольшего (основного), в зависимости от разности диаметров наибольшего и рассматриваемого сечений;

в) припуск и предельные отклонения $\pm\Delta/2$ на внутренний диаметр назначают по таблице 2.10 в зависимости от номинального диаметра отверстия детали и среднего диаметра оправки;

г) припуск и предельные отклонения на длину детали назначают в зависимости от соотношения размеров детали:

- если длина детали $L \geq 2D$, то припуск принимают равным 5δ , а предельные отклонения $\pm 5\Delta/2$;

- если длина детали $L < 2D$, то припуск принимают равным 3.5δ , а отклонения $\pm 3.5\Delta/2$ (δ и $\Delta/2$ - величины соответственно припуска и предельных отклонений на наибольший диаметр детали D).

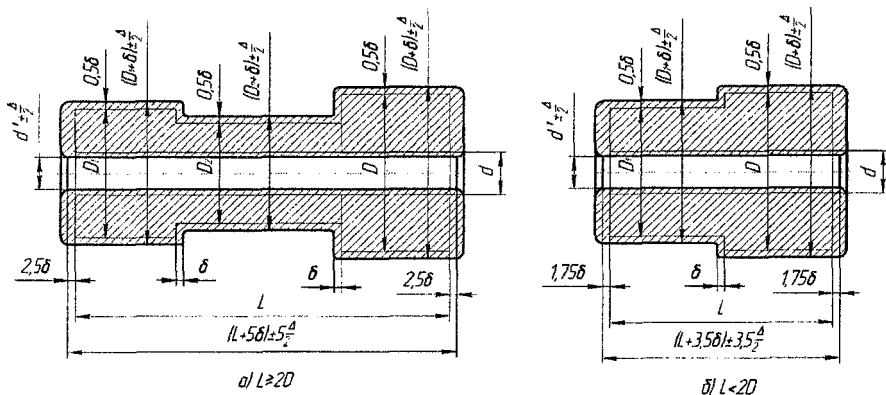


Рисунок 2.9 – Схема назначения припусков и допусков для поковок 5-ой группы

Таблица 2.9 - Припуски и допуски для поковок 5-ой группы

Длина детали	Наибольший диаметр детали D мм					
	до 150	180	215	250	300	360
	Припуск δ и предельные отклонения ± Δ/2					
До 500	16±6	17±7	18±7	19±8	20±8	22±9
Св. 500 до 700	17±7	18±7	19±8	20±8	21±8	-
Св. 700 до 900	-	19±8	20±8	21±8	22±9	-
Св. 900 до 1100	-	-	21±8	22±9	23±9	-
Св. 1100 до 1300	-	-	22±9	23±9	24±9	-

Таблица 2.10 - Припуски и допуски для отверстий в поковках 5-ой группы

Диаметр отверстия детали d	От 120	Св. 130	Св. 140	Св. 150	Св. 160	Св. 170	Св. 180	Св. 200	Св. 220	Св. 240	Св. 260
	до 130	до 140	до 150	до 160	до 170	до 180	до 200	до 220	до 240	до 260	до 280
Средний диаметр оправки d _{оп}	90	100	110	120	130	140	150	165	185	205	225
Диаметр отверстия в поковке d	90 ±10	100 ±10	110 ±10	120 ±10	130 ±10	140 ±10	150 ±10	165 ±10	185 ±10	205 ±10	225 ±10

Примечания:

1. При диаметре оправки $d_{оп} < 120$ мм и длине поковки $L > 6 d_{оп}$ допускается изготовление сплошных поковок.
2. Неровность торцов (бахрома) на поковке не контролируется.
3. В отверстия поковки допускается уклон 1:100 сверх припусков.
4. Допускается изготовление сплошных поковок, у которых при $L < 750$ мм разность диаметров $(D'-d) < 60$ мм, а при $L > 750$ мм разность диаметров $(D'-d) < 80$ мм.

Припуски, основные и дополнительные, и предельные отклонения для поковок 6-й группы (типа втулок с уступами, сплошных и с отверстием), изготавливаемых в подкладных кольцах, назначаются в соответствии с рисунком 2.10, таблицей 2.11 с учетом следующих требований:

а) основные припуски и предельные отклонения на размеры H, h, D₁ и d назначают в зависимости от диаметра фланца и общей высоты детали по таблице 2.11;

б) основной припуск δ_2 и предельные отклонения $\pm \Delta_2/2$ на диаметр ступицы D_2 назначают по таблице 2.11 в зависимости от диаметра ступицы и общей высоты детали;

в) дополнительный припуск на несоосность S определяют по таблице 2.2 в зависимости от разности диаметров фланца и ступицы в поковке и назначают на диаметр фланца или диаметр ступицы, следующим образом:

- при $D_1' \cdot h' > D_2(H-h')$ дополнительный припуск назначают на ступицу;
- при $D_1' \cdot h' < D_2(H-h')$ дополнительный припуск назначают на фланец.

Припуски, основные и дополнительные, и предельные отклонения для поволоков 7-й группы (типа втулок с уступами, сплошных и с отверстием), изготавливаемых в подкладных штампах, назначаются в соответствии с рисунком 2.11 и с учетом следующих требований:

а) припуски и предельные отклонения на размеры H , h , D_1 и d назначают в зависимости от диаметра фланца и общей высоты детали;

б) припуск δ_2 и предельные отклонения $\pm \Delta_2/2$ на диаметр ступицы D_2 назначают в зависимости от диаметра ступицы и общей высоты детали.

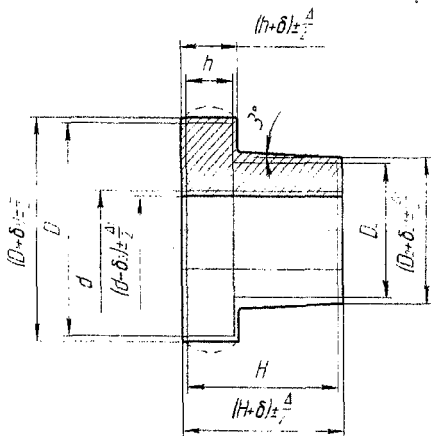


Рисунок 2.10 - Схема назначения припусков и допусков для поволоков 6-ой группы

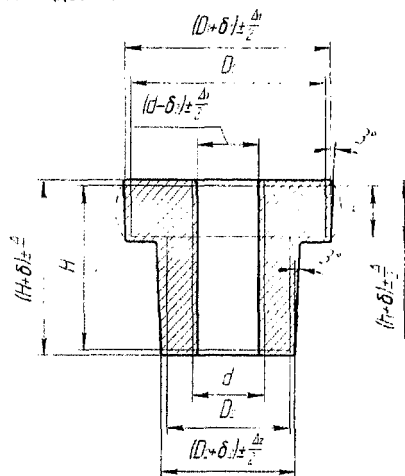


Рисунок 2.11 - Схема назначения припусков и допусков для поволоков 7-ой группы

Таблица 2.11- Припуски и допуски для поволоков 6-ой группы

Диаметр детали D_1 или D_2 , мм	Размер, на кот. назнач. припуск и предельные отклонения, мм	Высота детали H , мм									
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250	св. 250 до 300
Припуски (δ , δ_1 , δ_2 , δ_3) и предельные отклонения ($\pm \Delta/2$, $\Delta_1/2$, $\Delta_2/2$, $\Delta_3/2$)											
до 50	H ; h	7 ± 2	7 ± 2	-	-	-	-	-	-	-	-
	D_1	7 ± 2	7 ± 2	7 ± 2	-	-	-	-	-	-	-
	D_2	$5 +^{+2}_{-1}$	$6 +^{+2}_{-1}$	$6 +^{+2}_{-1}$	$7 +^{+3}_{-1}$	$7 +^{+3}_{-1}$	-	-	-	-	-
	d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.11

Диаметр детали D ₁ или D ₂ , мм	Размер, на кот. назнач. припуск и предельные отклонения, мм	Высота детали H, мм										
		до 50	св. 50 до 65	св. 65 до 80	св. 80 до 100	св. 100 до 125	св. 125 до 150	св. 150 до 180	св. 180 до 215	св. 215 до 250	св. 250 до 300	св. 300 до 360
		Припуски (δ, δ ₁ , δ ₂ , δ ₃) и предельные отклонения (±Δ/2, Δ ₁ /2, Δ ₂ /2, Δ ₃ /2)										
св. 50 до 80	H; h	7±2	7±2	8±2	9±2	-	-	-	-	-	-	-
	D ₁	7±2	8±2	8±2	9±2	-	-	-	-	-	-	-
	D ₂	5+ ⁺² ₋₁	6+ ⁺² ₋₁	7+ ⁺³ ₋₁	8+ ⁺⁴ ₋₂	8+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	-	-	-	-	-
св. 80 до 110	d	13±2	14±2	14±2	15±2	-	-	-	-	-	-	-
	H; h	7±2	8±2	9±2	10±2	10±3	11±3	-	-	-	-	-
	D ₁	8±2	9±2	9±2	10±3	10±3	11±3	-	-	-	-	-
св. 110 до 150	D ₂	6±2	7±3	7±3	8±4	8±4	9±4	3±4	10±4	-	-	-
	d	14±2	15±2	15±2	15±2	16±2	17±3	-	-	-	-	-
	H; h	7±2	8±2	9±2	10±3	10±3	11±3	12±3	13±4	-	-	-
св. 150 до 200	D ₁	9±2	10±2	10±3	11±3	11±3	12±3	13±4	13±4	-	-	-
	D ₂	7+ ⁺³ ₋₁	8+ ⁺⁴ ₋₂	8+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁶ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂
	d	15±2	16±2	16±2	17±3	17±3	18±4	19±4	20±5	-	-	-
св. 200 до 250	H; h	8±2	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	-	-
	D ₁	10±3	11±3	11±3	12±3	12±3	13±4	13±4	14±4	15±4	-	-
	D ₂	8+ ⁺⁴ ₋₂	8+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂
св. 250 до 300	d	16±3	17±3	17±3	18±4	18±4	19±4	19±4	20±5	20±5	-	-
	H; h	8±2	9±3	10±3	11±3	12±3	13±3	14±4	15±5	16±6	17±5	18±6
	D ₁	11±3	12±3	12±3	13±4	13±4	14±4	14±4	15±5	16±5	17±6	18±6
св. 300 до 360	D ₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂
	d	17±3	18±3	18±3	19±4	19±4	20±4	20±4	21±6	22±6	23±6	24±6
	H; h	9±3	10±3	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±4	17±5	18±6	19±6
св. 360 до 420	D ₁	12±4	13±4	13±4	14±5	14±5	15±5	15±5	16±6	17±7	18±7	19±7
	D ₂	9+ ⁺⁴ ₋₂	10+ ⁺⁴ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂	15+ ⁺⁶ ₋₂	15+ ⁺⁶ ₋₂
	d	18±4	19±4	19±4	20±5	20±5	21±5	21±5	22±6	23±7	24±7	25±7
св. 420 до 485	H; h	-	10±3	11±3	12±4	13±4	14±4	15±4	16±5	17±6	18±6	19±6
	D ₁	-	13±4	14±4	15±5	15±5	16±5	16±5	17±6	18±7	19±7	20±7
	D ₂	-	11+ ⁺⁵ ₋₂	11+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	12+ ⁺⁵ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	13+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂	14+ ⁺⁶ ₋₂	15+ ⁺⁶ ₋₂	16+ ⁺⁷ ₋₂
св. 485 до 550	d	-	20±4	20±4	21±5	21±5	22±5	22±5	23±5	24±6	25±7	26±7
	H; h	-	11±3	12±3	13±4	14±4	15±4	16±5	17±5	18±6	19±6	20±7
	D ₁	-	14±5	15±5	16±6	16±6	17±6	17±6	18±7	19±8	20±8	21±8
св. 550 до 600	d	-	21±5	21±5	22±6	22±6	23±6	23±6	24±7	25±8	26±8	27±8
	H; h	-	-	12±3	13±4	14±4	15±4	16±5	17±6	18±6	19±7	20±7
	D ₁	-	-	16±5	17±6	17±6	18±6	18±6	19±7	20±8	21±8	22±8
св. 600 до 660	d	-	-	22±5	23±6	23±6	24±6	24±6	25±7	26±8	27±8	28±8
	H; h	-	-	13±4	13±4	14±4	15±5	16±6	17±6	18±7	19±7	20±7
	D ₁	-	-	17±6	18±7	18±7	19±7	19±7	20±8	21±9	22±9	23±9
св. 660 до 720	d	-	-	23±6	24±7	24±7	25±7	25±7	26±8	27±9	28±9	29±9

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Проектирование заготовок, получаемых методом порошковой металлургии

Цель работы: практическое освоение методики расчета размеров заготовки, рабочей полости прессинструмента при получении заготовок методом порошковой металлургии.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основное преимущество металллокерамического производства перед обычным – малые потери материала (7...10%) на протяжении всего производственного цикла.

Получение заготовок методом порошковой металлургии экономически оправдано при крупносерийном и массовом производстве. Высокие удельные давления прессования, низкая текучесть порошков ограничивают использование этого метода получения заготовок для деталей сложной формы и больших размеров. Именно поэтому наиболее характерными порошковым изделием стала деталь массой до одного килограмма.

Самый распространенный, простой и экономически целесообразный метод формирования порошковых материалов – метод холодного прессования в закрытых формах. Технологический процесс производства изделий состоит из следующих основных операций: получение металлического порошка или смеси порошков, прессование (формование), спекание (термообработка), окончательная обработка (механическая обработка, доводка, калибровка, термообработка).

При анализе технологичности производства порошковых изделий следует учитывать: размеры деталей; отношение длины к диаметру (не более 3...4); отношение высоты изделия к толщине стенки (не более 8...10); наличие радиальных выступов, канавок, углублений, резьбы, конусности, продольных и радиальных отверстий; изменений в сечениях деталей; требуемая их плотность; величины допусков и шероховатость поверхностей; требования, предъявляемые по механическим и физико-химическим свойствам.

При выборе спеченного материала следует рассматривать плотность и пределы прочности при изгибе и растяжении материала детали и порошка. Химический состав и свойства порошков приведены в таблице 1.

Таблица 3.1 - Химический состав и свойства порошков и конструкционных материалов на основе железа

Марка	Химический состав, %	Плотность, $\times 10^3$ кг/м ³ (г/см ³)	Прочность на изгиб, $\times 10$ МПа (кг/мм ²)	Ударная вязкость, $\times 100$ кДж/м ²	Твердость НВ
1	2	3	4	5	6
Железный порошок ГОСТ 9849-74					
ПЖ4М2 ПЖ4М3	Fe-98; C-0,12; 5,3...6,1; Si-0,25; Mn-0,5; O ₂ -1,0				
Медный порошок ГОСТ 4960-75					
ПМС-1 ПМС-2	Fe-0,02; Cu-0,15 Pb-0,05; O ₂ -1,0;				
Никелевый порошок ГОСТ 9722-71					
ПНК-0Т2 ПНК-2Т2	Fe-0,015; C-0,15 Ni-99,8; Fe-0,01; C-0,3; Ni-99,7;				
Оловянный порошок ГОСТ 9723-73					
ПО1, ПО2	Fe-0,02; Cu-0,03 Sn-99,1;				

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5	6
Конструкционные материалы на основе железа					
Ж-6,6	Fe-100	6,6	22	1,5	70
Ж-7,3	Fe-100	7,3	50	9,0	90
ЖГр0,5-7,3	Fe-основа C-0,4...0,6	7,3	60	1,0	100
Конструкционные материалы на основе железа					
ЖГр1-6,6	Fe-основа; Cu-0,6...1	6,6	35	0,4	80
ЖДЗ-6,6	Fe-основа; Cu-2,5...3	6,6	30	0,6	70
ЖДЗН2-6,6	Fe-основа; Cu-2,5...3; Ni-1,6...2,0	6,6	40	1,7	80
ЖД5Н5-6,6	Fe-основа; Cu-4...5; Ni-1,6...2,0	6,6	60	0,7	100
ЖД1703-6,9	Fe-основа; Cu-16...17 Sn-2,5...3,0	6,9	55	1,0	80
ЖГр0,4	Fe-основа; Cu-0,4...0,6	6,6	80	0,4	130
Д4НЗ-6,6	Cu-3,5...4 Ni-2,5...3,0				
ЖД302-6,6	Fe-основа; Cu-2,5...3; Sn-1,5...2,0	6,6	25	0,3	80
ЖГр0,4	Fe-основа; Cu-0,4...0,6	7,3	110	1,5	150
Д4НЗ7,3	Cu-3,5...4Ni-2,5...3,0				
ЖД2НЗМ-7,3	Fe-основа; Cu-2...2,5; Ni-2,5...3,0 Mo-0,8...1,0	7,3	90	2,5	150

Примечание: насыпная плотность порошков, $\times 10^3 \text{ кг/м}^3$ (г/см^3):

ПЖ4М2-2,3...2,5; ПЖ4М3 \geq 2,6; ПМС-1; ПМС-2-1,25...2,0;
ПНК-0Т2; ПНК-2Т2-2,51...2,99; ПО1-3,0...4,0; ПО2-3,2...4,2

Изделия, которые прежде изготавливались из малоуглеродистых сталей и чугунов, можно изготавливать либо из чистого железного порошка марки ПЖ4М3, МЖ4М3 либо из железного порошка, содержащего до 1% графита.

При проектировании заготовки следует максимально упростить форму детали. На рис. 3.1 приведены примеры необходимого упрощения формы деталей. При конструировании деталей 4,6 следует избегать выточек и отверстий с острыми углами. Детали 1,2,5 не могут быть спрессованы в окончательном виде.

1 – прямозубые шестерни можно изготавливать прессованием, начиная с модуля более 0,8мм; диаметр ступицы зубчатого колеса должен быть минимум на 2мм меньше диаметра окружности впадин; отверстия должны быть по возможности круглыми, чтобы не прибегать к дорогому инструменту;

2 – “обратная” конусность возможна только при введении обработки резанием;

3 – из-за конструктивных ограничений пресса перепад ступеней по диаметру не должен быть менее 2мм;

4 – толщина стенки эксцентрично расположенного отверстия должна быть не менее 1мм;

5 – деталь должна иметь закругленные кромки;

6 – переходы от ступицы к плечу рычага целесообразно выполнять так, как показано на рисунке;

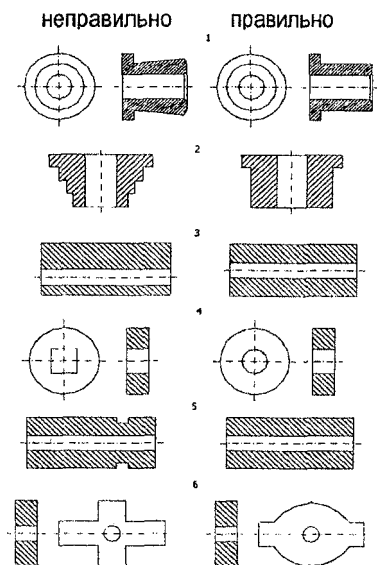


Рисунок 3.1- Примеры конструирования металлокерамических заготовок

7 – изготовление канавки прессованием невозможно, необходима дополнительная обработка резанием.

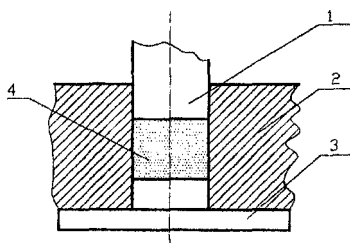
При сопряжении поверхностей следует предусматривать радиус закругления не менее 0,25мм. При прессовании "глухих" отверстий фланец должен располагаться у дна. Разница между двумя рядом расположенными отверстиями (наружными поверхностями) должна быть не менее 2мм. При наличии у деталей ребер, выемок, приливов их следует располагать как можно ближе к верхнему краю матрицы. Не рекомендуется прессовать изделия с тонкими лезвиями, узкими и глубокими шлицами клиновидного сечения, шпуночные канавки, тонкие шпильки и т.д.

При проектировании изделий с рельефным профилем необходимо определить направление наиболее выгодного прессования. При выборе направления прессования следует руководствоваться тем, что для изделий, имеющих ось вращения, усилие прессования должно быть направлено вдоль оси, а изделия, не имеющие оси вращения, должны прессоваться в таком положении, при котором они имеют наименьшее количество переходов или изменений толщины.

Сложными для изготовления являются детали, имеющие различно расположенные по высоте внешние или внутренние фланцы, а также детали, имеющие отверстия. Для изготовления таких деталей применяются многопуансонные прессформы. Монолитным пуансоном прессуют только те изделия, сечение которых изменяется по высоте не более, чем на 25%. Изготовление отверстий любой формы (размерами не менее 2...3мм), расположенных в направлении прессования, с помощью стержней не представляет каких-либо трудностей.

Схема прессформы для получения изделий простой цилиндрической формы с отношением высоты к диаметру меньше 1 односторонним прессованием приведена на рис. 3.2

При необходимости прессования изделий с отношением высоты к диаметру (поперечному размеру) более 1, или когда форма изделия такова, что одностороннее прессо-



- 1 – верхний пуансон,
- 2 – матрица,
- 3 – нижний пуансон,
- 4 – порошок.

Рисунок 3.2 - Схема прессформы.

вание не может обеспечить равномерную плотность по объему изделия, используют прессформы двустороннего прессования, схемы которых приведены на рис. 3.3.

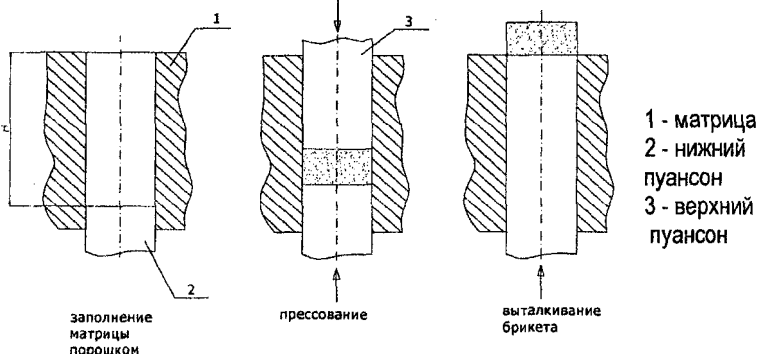


Рисунок 3.3 - Схема прессформы с неподвижной матрицей

В этом случае матрица может быть неподвижна (усилие прикладывается к верхнему и нижнему пуансонам), подвижна или "плавать", опираясь на пружины (усилие прикладывается к верхнему пуансону).

Для прессования изделий очень сложной формы применяют верхние и (или) нижние составные пуансоны с несколькими подвижными частями, количество которых соответствует количеству переходов (изменение размеров по высоте) по высоте.

Основные размеры пуансонов и внутренние полости матрицы определяются размерами изделия с учетом технологических и физических свойств порошка, припусков на механическую обработку. Расчету подлежат высота и диаметр (поперечный размер) матрицы, формирующий наружный габаритный размер прессовки, диаметр стержня, формирующего отверстие детали или размеры составных пуансонов, а также высота верхнего и нижнего пуансонов.

При проектировании прессформы предварительно составляют ее эскизную схему с учетом направления и специфических особенностей прссования.

Высоту матрицы рассчитывают по формуле:

$$H_{\text{МАТР}} = \frac{\gamma_n}{\gamma_H} \cdot \left(h_n \pm \frac{A_h}{2} + q_h - \Delta h_n \pm \Delta h_{\text{вс}} \right) + 2 \cdot l, \quad (3.1)$$

где γ_n – насыпная плотность порошка, кг/м³;

γ_H – плотность спрессованного изделия, кг/м³;

h_n – номинальная высота готового изделия, мм;

A_h – допуск на размер h_n , мм;

q_n – припуск на дополнительную обработку, мм;
 Δh_n – величина упругого последействия ($\Delta h_n = 0,005 \cdot h_n$);
 Δh_{yc} – величина усадки ($\Delta h_{yc} = [0,01 \dots 0,02] \cdot h_n$), причем величина усадки берется со знаком "+", если при спекании размер уменьшается, и со знаком "-", если этот размер увеличивается;

l – высота заходной части матрицы под верхний или нижний пуансоны, принимаемая обычно равной 10...15мм.

Размер полости матрицы рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{матр}} = D_n \pm \frac{A_D}{2} - \Delta l_n \pm \Delta l_{yc} + q_D, \quad (3.2)$$

где D_n – соответствующий номинальный размер наружной поверхности изделия, формирующийся в данной полости матрицы, мм;

A_D – допуск на размер D_n , мм;

Δl_n – величина упругого последействия по размеру D_n , мм.

$$\Delta l_n = 0,003 \cdot D_n$$

Δl_{yc} – величина усадки при спекании по размеру D_n , мм

$$\Delta l_{yc} = (0,01 \dots 0,02) \cdot D_n$$

Если при спекании размер уменьшается, то в расчете берется знак "+", если увеличивается, то знак "-".

q_D – припуск на дополнительную обработку.

Формулу (2) используют также для определения размера стержня ($d_{ст}$), формирующего внутреннее отверстие изделия, причем за D_n принимают соответствующий размер отверстия. При расчете $D_{\text{матр}}$ половину допуска $A_D/2$ берут со знаком "-", при расчете $d_{ст}$ половину допуска $A_D/2$ берут со знаком "+".

Высоту пуансона, к которому прикладывают прессующее усилие и который одновременно служит для выталкивания изделия, можно определить по формуле:

$$H_{\text{пуан}} = H_{\text{матр}} + L, \quad (3.3)$$

где l – либо высота, необходимая для крепления пуансона в пуансонодержателе, либо размер, равный 5...10мм, если пуансон не нужно крепить в пуансонодержателе.

Высота второго пуансона в этом случае должна быть равна высоте заходной части матрицы и составляет обычно 10...15мм. Если же пуансон, к которому прикладывается прессующее усилие, не является одновременно и выталкивателем, то его высота определяется по формуле:

$$H_{\text{пуан}} = H_{\text{матр}} - h - l + (5 \dots 10),$$

где $H_{\text{матр}}$, h , l – имеют значения, указанные в формуле (1), а высота второго пуансона, служащего для выталкивания, рассчитывается по формуле (3).

Рекомендуются следующие посадки на сопрягаемые поверхности деталей прессформ: Н7/к7, Н8/е8, Н9/е9.

Достижимая точность металлокерамических изделий в пределах допусков 8, 9 классов, шероховатость $R_a=2,5 \dots 1,25$; рекомендуемая точность размеров – 10, 11 классы, шероховатость $R_a=5 \dots 1,25$. При более высоких требованиях к точности металлокерамических изделий они калибруются (шлифуются или полируются). При этом достигается точность размеров в пределах 7 класса, шероховатость $R_a=1,25 \dots 0,32$.

В практической работе припуск на калибровку рекомендуется оставлять 0,25...0,5мм. Калибровка производится по высоте и диаметру. Наружные поверхности следует калибровать с большими припусками, а внутренние с меньшими.

Правильность выбора навески прессуемого порошка – одно из важных условий изготовления деталей заданных размеров и формы. При расчете навески пользуются формулой:

$$Q = \gamma_k \cdot V \cdot (1 - \Pi) \cdot m_1 \cdot m_2, \quad (3.4)$$

где V – объем готового изделия, м^3 ;

γ_k – плотность беспористого материала (для стали $\gamma_k=7800\text{кг/м}^3$);

Π – достигаемая пористость готового изделия;

m_1 – коэффициент, учитывающий потери порошка при прессовании (в зависимости от точности изготовления деталей прессформы $m_1=1,005\dots 1,01$);

m_2 – коэффициент, учитывающий потерю веса при спекании в результате восстановления окислов и выгорания примесей ($m_2=1,01\dots 1,03$).

При прессовании многокомпонентных материалов (порошковых смесей) их плотность рассчитывается по правилу аддитивности:

$$\gamma_k = \frac{100}{\frac{a_1}{\gamma_1} + \frac{a_2}{\gamma_2} + \dots + \frac{a_n}{\gamma_n}}, \quad (3.5)$$

где $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ – плотность отдельных компонентов, кг/м^3 ;

a_1, a_2, \dots, a_n – содержание отдельных компонентов в шихте, %.

Заготовки контролируются по следующим параметрам: внешний вид, геометрические размеры, плотность, твердость, химический состав готового изделия.

С помощью визуального осмотра выявляются такие виды брака, как сколы, трещины, задиры, окисление поверхности заготовки. Если дефекты незначительны, их устраняют в процессе дальнейшей механической обработки заготовки. Изделия с окисленными поверхностями подвергаются повторному спеканию или дополнительному нагреву при температуре $800\dots 900\text{ }^\circ\text{C}$.

Геометрические размеры деталей контролируют с помощью стандартного измерительного инструмента (штангенциркуль, микрометр) с точностью до $0,01\dots 0,1\text{ мм}$. Если геометрические размеры детали превышают расчетные, но масса соответствующей заданной, деталь подвергают повторному прессованию.

Плотность спеченных изделий правильной геометрической формы определяются расчетным путем, который заключается в измерении детали, определении ее объема, взвешивании, расчете плотности. Плотность $\gamma_{\text{изд}}$ определяется по формуле:

$$\gamma_{\text{изд}} = \frac{m_1}{V}, \quad (3.6)$$

где m_1 – масса детали, кг ;

V – объем детали, м^3 .

Наряду с плотностью важное значение имеет пористость $\Pi_{\text{об}}$ которая выражается по формуле:

$$\Pi_{\text{об}} = \left(1 - \frac{\gamma_{\text{изд}}}{\gamma_k}\right) \cdot 100 \quad (3.7)$$

Плотность изделий сложной геометрической формы определяется методом гидростатического взвешивания.

Твердость спеченных изделий измеряется с помощью приборов Бринелля или Роквелла.

Химический состав спеченных конструкционных изделий определяется с помощью химического анализа. В материалах на основе железа целесообразно контролировать лишь те компоненты, содержание которых может изменяться в процессе спекания (графит, сульфиды металлов).

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методика выполнения работы рассматривается на следующем примере.

Втулка, показанная на рис.3.7, должна иметь следующие технические характеристики: масса $0,032\text{ кг}$; пористость – $17\dots 25\%$, $\sigma = 170\text{ МПа}$, $\alpha_k = 40\text{ кДж/м}^2$; НВ90.

Исходя из дальнейших свойств детали, выбирается материал детали (таблица 3.1). В данном случае заданным техническим характеристикам удовлетворяют материалы:

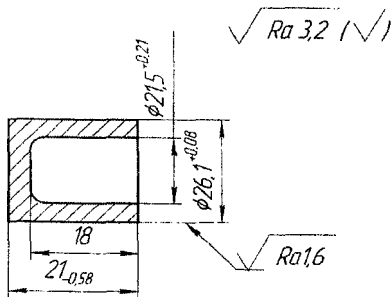


Рисунок 3.4- Втулка

Ж-7,3; ЖГр0,5-7,3; ЖД5Н5-6,6. Для изготовления втулки выбирается ЖГр0,5-7,3. Относительная плотность спрессованного изделия: $100 \cdot (17 \dots 25) = 83 \dots 75(\%)$, плотность спрессованного изделия, которую необходимо получить:

$$\gamma_{\text{изд}} = 7800 \cdot (0,83 \dots 0,75) = 6800 \dots 5800 \text{ кг/м}^3.$$

Деталь не имеет: изменений по диаметру, острых углов, выступов, конусности; толщина стенки - 2,3мм, отношение длины к диаметру составляет $21:26,1 = 0,81$, отношение высоты к толщине стенки - $18:2,3 = 7,8$, что не превышает допустимого. Точность изготовления:

поверхность $\varnothing 26,1_{+0,08} - h10$, поверхность $\varnothing 21,5_{+0,21} - H12$, остальные размеры по 14 квалитету, шероховатость рабочих поверхностей $R_a = 1,6$, остальные $R_a = 3,2$.

Деталь может быть спрессована в конечном виде без дополнительной обработки. С точки зрения порошковой металлургии она технологична. При прессовании усилие прессования должно быть направлено вдоль оси. С целью получения изделия с равномерной твердостью и плотностью применяется двустороннее прессование, которое осуществляется за счет приложения усилия прессования к верхнему пуансону, с принудительным опусканием матрицы ("плавающая матрица"). Схема прессформы приведена на рис. 3.5.

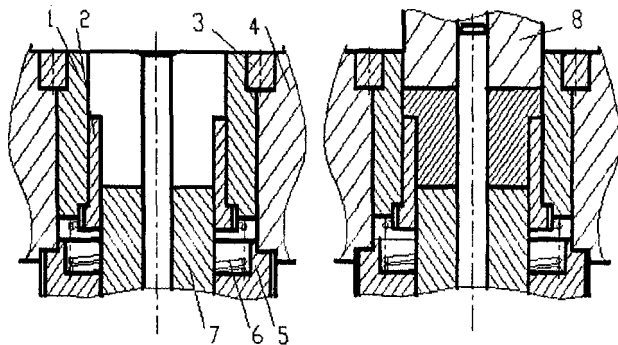


Рисунок 3.5 - Схема прессования.

- 1 – матрица; 2,7 – составные элементы нижнего пуансона; 3 – кольцо; 4 – обойма; 5 – упор; 6 – пружина; 8 – верхний пуансон.

Основные размеры рабочей полости прессформы:

$$1) H_{\text{МАТР}} = \frac{\gamma_{\text{п.}}}{\gamma_{\text{п.}}} \cdot (h_{\text{п.}} - \frac{A_h}{2} + q_h - 0,005 \cdot h_{\text{п.}} + 0,02 \cdot h_{\text{п.}}) + 2 \cdot l$$

где $\gamma_{\text{п.}} = 2500 \text{ кг/м}^3$; $\gamma_{\text{п.}} = 7300 \text{ кг/м}^3$; $h_{\text{п.}} = 21 \text{ мм}$;

$A_h = 0,58 \text{ мм}$; $q_h = 0$; $l = 10 \text{ мм}$.

$$H_{\text{МАТР}} = \frac{7300}{2500} \cdot (21 - \frac{0,58}{2} - 0,005 \cdot 21 + 0,02 \cdot 21) + 2 \cdot 10 = 80,97 \text{ мм}$$

Принимаем 81мм

$$2) H_{\text{ПРЕССОВКИ}} = h_{\text{п.}} - \frac{A_h}{2} + 0,02 \cdot h_{\text{п.}} = 21 - \frac{0,58}{2} + 0,02 \cdot 21 = 21,13 \text{ мм}$$

$$3) D_{МАТР} = D_H - \frac{A_D}{2} + 0,003 \cdot D_H + 0,02 \cdot D_H + q_D$$

где $D_H = 26,1 \text{ мм}$; $A_D = 0,08$; $q_D = 0$

$$D_{МАТР} = 26,1 - \frac{0,08}{2} + 0,003 \cdot 26,1 + 0,02 \cdot 26,1 = 26,504 \text{ мм}$$

Принимаем 26,5 мм

$$D_{прессовки} = D_{МАТР} + \frac{\Delta D}{2} = 26,58 \text{ мм}$$

$$4) d_{стержни} = d_H + \frac{A_D}{2} + 0,003 \cdot d_H - 0,02 \cdot d_H - q_D \quad \text{где } d_H = 21,5 \text{ мм}; A_D = 0,21; q_D = 0$$

$$d_{стержни} = 21,5 + \frac{0,21}{2} + 0,003 \cdot 21,5 - 0,02 \cdot 21,5 = 21,24 \text{ мм}$$

$$5) d_{прессовки} = d_{ст} - \frac{\Delta d}{2} = 21,17 \text{ мм}$$

$$6) H_{ВЕР.ПУАН} = H_{МАТР} - h - l + (5 \dots 10)$$

$$H_{ВЕР.ПУАН} = 81 - 21 - 10 + 10 = 60 \text{ мм}$$

$$7) H_{стержни} = H_{МАТР} + L = 81 + 35 = 116 \text{ мм}$$

Масса навески для прессования втулки:

$$Q = \gamma_K \cdot V \cdot (1 - P) \cdot m_1 \cdot m_2,$$

$$\text{где } \gamma_K = \frac{100}{\frac{a_1}{\gamma_1} + \frac{a_2}{\gamma_2}} = \frac{100}{\frac{0,5}{2200} + \frac{99,5}{7800}} = 7740 \text{ кг/м}^3;$$

$$1 - P = \frac{7300}{7800} = 0,93$$

$$Q = 7740 \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,93 \cdot 1,01 \cdot 1,03 = 0,0329 \text{ кг}$$

Для оценки качества заготовок, полученных методом порошковой металлургии, выдается чертеж детали и 5 заготовок этой детали, имеющей форму, аналогичную заданной. Заготовки следует проконтролировать по следующим параметрам: внешний вид (виды брака указаны в общих положениях), геометрические размеры, сравнить шероховатость поверхностей с образцами, рассчитать плотность и пористость изделия по формулам (3.6) и (3.7). Результаты оценки качества заносятся в таблицу 3.2.

Вид и количество контролируемых параметров устанавливается (по согласованию с преподавателем) в зависимости от служебного назначения, конструктивной формы и требований к точности изготовления детали.

Сделать вывод о годности деталей.

Таблица 3.2- Результаты оценки качества

№ дет	Контролируемые параметры					Расчетные параметры			
	Наруж. диаметр, мм	Внутр. диаметр, мм	Высота, мм	Внешний вид	Шероховатость	Масса кг	Объем V , м ³	Плотность $\gamma_{изд}$, кг/м ³	Пористость P , %
1									
2									
3									
4									
5									
Сред. арифм. Качество точности									

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Провести анализ технологичности детали, выбрать материал.
2. Выбрать схему прессования.
3. Определить размеры рабочей полости прессинструмента.
4. Определить массу навески.
5. Вычертить эскиз прессовки.
6. Вычертить эскиз детали, выданной для оценки качества заготовок. Установить критерии оценки состояния поверхностей заготовок.
7. Произвести измерения этих размеров у 5-ти заготовок. Взвесить эти заготовки.
8. Оценить заготовки по внешнему виду, оценить шероховатость указанных поверхностей в сравнении с образцами.
9. Подсчитать средние арифметические значения измеренных размеров, установить качество точности анализируемых заготовок.
10. Сделать выводы.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.
2. Чертеж детали, технические характеристики материала.
3. Анализ технологичности конструкции детали.
4. Схема прессования.
5. Определение размеров рабочей полости: высота, поперечный размер матрицы, пуансона, стержней.
6. Масса навески.
7. Чертеж прессовки.
8. Эскиз детали для оценки качества заготовок.
9. Таблица контролируемых и расчетных параметров оценки качества. Результаты расчета γ_n и Π .
10. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Преимущества и недостатки получения заготовок методом порошковой металлургии.
2. Какая последовательность производства изделий методом порошковой металлургии?
3. Какие основные требования к технологичности конструкции детали при производстве ее методом порошковой металлургии?
4. Как рассчитать высоту рабочей полости матрицы?
5. Как определить поперечный размер рабочей полости матрицы?
6. Виды брака.

Литература

1. Ермаков С.С., Вязников Н.Ф. Металлокерамические детали в машиностроении. – Л.: Машиностроение, 1975, с. 232
2. Григорьев А.К., Грохольский Б.П. Порошковая металлургия и применение композиционных материалов. – Л.: Лениздат., 1982, с. 143
3. Кипарисов С.С., Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. – М., 1972, с. 328
4. Раковский В.С., Саклинский В.В. Порошковая металлургия в машиностроении. Справочник – М.: Машиностроение, 1973, с.126
5. Руководящий технический материал РТМ 231-03-82. Порошки металлические, 1982 Л; БРНПО ПМ. – с.141.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Проектирование заготовок, получаемых методом поперечно-клиновой прокатки

Цель работы: приобретение практических навыков оценки качества (точности основных размеров и состояние поверхностей) и освоение методики конструирования заготовок, изготавливаемых поперечно-клиновой прокаткой.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методом поперечно-клиновой прокатки (ПКП) рекомендуется изготавливать осесимметричные заготовки из конструкционных сталей, имеющие несколько ступеней со значительными перепадами диаметров (см. рис. 1). При этом значительно увеличивается производительность труда по сравнению с обработкой таких деталей методом резания и уменьшается расход металла на 30-50%.

В качестве исходной заготовки для прокатки используется круглый пруток, который рубится на штучные или сдвоенные заготовки.

Заготовки, полученные методом поперечно-клиновой прокатки, является прокатка цилиндрических поверхностей плоским клином инструментом в открытых калибрах. Инструментом служат плоские клинообразные элементы, устанавливаемые на плиты поперечно-клиновых машин, работающих в автоматическом режиме. Штучные заготовки укладываются поперек заходной части на поддерживатель инструмента. Оба инструмента, перемещаясь навстречу друг другу, синхронно и параллельно внедряются в заготовку, вызывая ее вращение. Инструменты имеют боковые наклонные деформирующие грани формообразующего участка М, которые заставляют вращаться избыток металла по направлению к торцам, тем самым удлиняя заготовку. На участке захвата А клин внедряется в заготовку и образует на ней кольцеобразную канавку, которая затем расширяется благодаря воздействию наклонной боковой грани М расположенной под углами α и заострения β . На участке прокатки и калибровки Б на мостике К происходит калибровка деформирующего материала по мере его выхода с наклонной на калибрующую плоскость мостика.

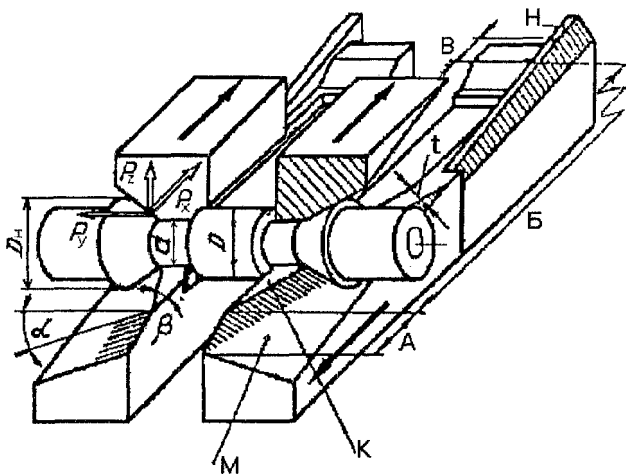


Рис.4.1 Схема процесса поперечно-клиновой прокатки

Участок В обеспечивает плавный выход заготовки из контакта с клиньями. При прокатке заготовки образуются концевые отходы или избытки металла, которые удаляются отрезными ножами Н, установленными по обе стороны инструмента. После отрезки прибылей заготовка поступает в сборник готовой продукции, а подвижный инструмент возвращается в исходное положение. Перед прокаткой исходные штучные заготовки нагреваются ТВЧ до 1000-1200 °С.

Устойчивое вращение заготовки в процессе прокатки обуславливается правильным выбором степени обжатия ε и величиной углов α , β инструмента.

$$\varepsilon = \frac{d_o^2}{d_{pi}^2}, \quad (4.1)$$

где d_o - диаметр исходной заготовки, мм;

d_{pi} - диаметр заготовки после обжатия, мм.

Предельная степень обжатия заготовки за один проход $[\varepsilon]=2$.

Углы клинового инструмента, обеспечивающего вращение заготовки без проскальзывания, должны находиться в пределах: $\alpha=15-45^\circ$, $\beta=3-15^\circ$.

При поперечно-клиновой прокатке возможны следующие погрешности.

К технологическим погрешностям относятся:

1. Смятие при выходе прокатных деталей из контакта с инструментом;
2. Искривление оси детали;
3. Конусность ступеней вала;
4. Огранка поперечного сечения;
5. Смещение заготовки в процессе прокатки.

Смятие прокатываемых заготовок происходит по двум причинам: из-за отступления на инструменте плавного выхода (уклона), обеспечивающего постепенное ослабление контакта между прокатываемой заготовкой и инструментом, и проскальзыванием одного инструментов относительно заготовки. Последнее обстоятельство может быть причиной характерного для клиновой прокатки вида брака- недоката.

Причинами искривления оси заготовки являются: перекос заготовки в момент захвата; ее проскальзывание в процессе прокатки; скручивание отдельных сечений из-за различных радиусов качения и др.

Конусность прокатываемых участков и огранка поперечного сечения заготовок объясняется клиновой конструкцией инструмента и зависят от его геометрических параметров.

Смещение заготовки в процессе прокатки происходит из-за неравномерного нагрева концевых участков заготовки, неидентичности геометрического выполнения клиновых элементов и шероховатости поверхностей, непараллельности установки клинового инструмента и др. Смещение заготовки при прокатке ступенчатых деталей приводит к зарезанию торцовых поверхностей ступеней и образованию характерного вида брака- поперечного заката.

Анализ качества заготовок, полученных методом поперечно-клиновой прокатки

Путем внешнего осмотра заготовки (визуально) определяется: смятие, недокат, смещение заготовки и поперечный закат.

Искривление оси детали определяется путем измерения радиального биения ступеней вала, установленного в призмах, с помощью индикатора часового типа.

Конусность ступеней заготовки измеряется следующим образом. С помощью штангенциркуля с ценой деления 0,05 мм замеряют диаметры шейки вала в двух крайних сечениях и расстояние между сечениями. Затем по формуле вычитают конусность.

Огранку измеряют с помощью индикатора часового типа на отдельных ступенях за-

готовки, установленной на призму с углом 90° . Индикатор часового типа закрепляется на стойке. Деталь устанавливается на призму ступенью, на которой определяется огранка.

Измеренные значения линейных размеров, погрешностей формы кривизны и др. затем необходимо сопоставить с техническими требованиями чертежа заготовки.

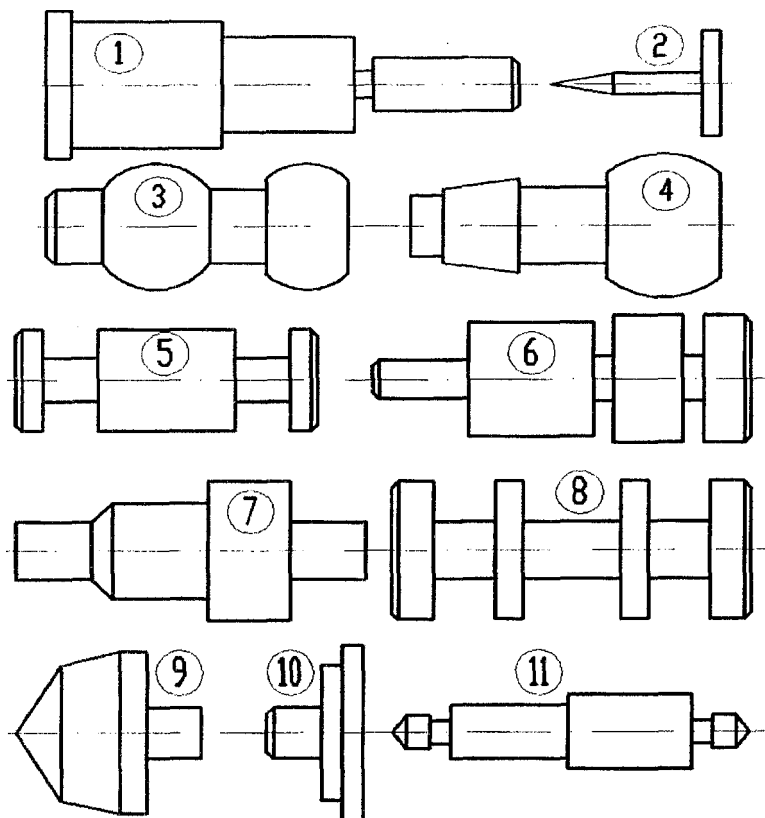


Рисунок 4.2- Детали, получаемые методом поперечно-клиновой прокатки

Проектирование чертежа заготовки

Чертеж заготовки составляется на основании чертежа готовой детали. На поверхности детали назначаются припуски, допуски, радиусы скруглений углов, напуски. Устанавливаются технические требования к заготовке. Точность размеров заготовки, полученной поперечно-клиновой прокаткой, обычно соответствует 2-му классу по ГОСТ 7505-74.

Номинальные размеры прокатной заготовки получают путем прибавления к наибольшему предельным размерам готовой детали припусков $2Z$ для диаметральных размеров и Z для остальных. Значения припусков на сторону Z приведены в табл. 4.1

На торцах заготовки, оформляемых отрезными ножами клинообразного инструмента, необходимо предусматривать выступы высотой до 1 мм.

Радиусы скруглений внешних и внутренних углов заготовки назначаются по табл. 4.2

Таблица 4.1 - Радиусы скруглений углов прокатанных заготовок 2-го класса точности по ГОСТ 7505-74

Масса прокатанной заготовки, кг	Номинальные радиусы скругления углов, мм	
	Внешних	Внутренних
0,25-0,63	0,8	1,1
0,63-1,6	1,0	1,5
1,6-2,5	1,2	1,9
2,5-4,0	1,5	2,2
4,0-6,3	1,5	2,2
6,3-10,0	1,7	2,6
св. 10,0	1,7	2,6

Концевые канавки целесообразно прокатывать при ширине, превышающей 8 мм.

На номинальные диаметральные размеры прокатной заготовки назначаются верхние отклонения es и нижние отклонения ei .

$$\begin{aligned} es &= es_{I,1} + es_{I,2} + es_p + es_i, \\ ei &= ei_{I,2} + ei_i, \end{aligned} \quad (4.2)$$

где $es_{I,1}$ – отклонение на износ рабочего инструмента, мм;

$es_{I,2}$ – отклонения, учитывающие погрешность изготовления рабочего инструмента;

es_p – отклонения от параллельности опорных (под инструмент) поверхностей поперечно-клиновой машины;

es_i, ei_i – отклонения по температурному интервалу, учитывающее усадку инструмента.

Допустимые отклонения номинальных продольных размеров – верхнее es_i и нижнее ei_i – определяется по формулам:

$$\begin{aligned} es &= es_{I,1} + es_{I,2} + es_i, \\ ei &= ei_{I,2} + ei_c + ei_i, \end{aligned} \quad (4.3)$$

где ei_c – отклонение, учитывающее взаимное смещение клинового инструмента вдоль оси заготовки.

Отклонения номинальных размеров заготовок по отдельным элементам приведены в табл. 4.3, 4.4. Приведенные выше зависимости для определения верхних и нижних отклонений продольных размеров распространяется на все «внешние» размеры. Для «внутренних» продольных размеров отклонения рассчитываются по этим зависимостям, но принимаются затем с обратным знаком.

Допуски на кривизну и коробление заготовки см. табл.4.3

Таблица 4.2- Припуски на механическую обработку на сторону заготовки, получаемые методом поперечно-клиновой прокатки для деталей с шероховатостью Ra 80...20 мкм

Масса прокатанной заготовки, кг	Диаметр заготовки, мм		Длина прокатанной заготовки, мм							
	До 50	Св.50 до 120	До 50	Св.50 до 120	Св.120 до 180	Св.180 до 260	Св.260 до 360	Св.360 до 500	Св.500 до 630	Св.630 до 800
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
До 0,25	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3
Св.0,25-0,63	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5
0,63-1,60	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6
1,60-2,50	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7
2,50-4,00	0,8	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9
4,00-6,30	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1

Продолжение таблицы 4.2

6,30-10,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
10,0-16,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3

Примечание: при меньшей шероховатости обрабатываемых поверхностей к припускам прибавляют:

- а) при шероховатости Ra 10...2.5 – 0.3...0,5 мм
- б) при шероховатости Ra 1,25 и менее - 0.5...0,8 мм

Таблица 4.3 - Отклонения размеров заготовок, получаемых поперечно-клиновой прокаткой по 2-му классу точности ГОСТ 7505-74 (определяемые по массе заготовки), мм

Масса прокатанной заготовки, кг	$es_{U,1}$	es_p	ei_c
1	2	3	4
0,25-0,63	+0,38	+0,06	-0,15
0,63-1,6	+0,47	+0,1	-0,2
1,6-2,5	+0,6	+0,1	-0,2
2,5-4,0	+0,67	+0,2	-0,3
4,0-6,3	+0,75	+0,2	-0,3
6,3-10,0	+0,82	+0,2	-0,3
10,0-16,0	+0,9	+0,2	-0,3

Таблица 4.4 - Отклонения размеров заготовок, получаемых поперечно-клиновой прокаткой по 2-му классу точности ГОСТ 7505-74 (определяемые по размерам заготовки), мм

Диаметр или длина	es_i	ei_i	$es_{U,2}$	$ei_{U,2}$	Кривизна
1	2	3	4	5	6
До 50	+0,06	-0,05	+0,05	-0,05	0,3
50-120	+0,12	-0,12	+0,07	-0,07	0,4
120-180	+0,18	-0,18	+0,08	-0,08	0,5
180-260	+0,25	-0,25	+0,09	-0,09	0,6
260-380	+0,36	-0,36	+0,1	-0,1	0,8
360-500	+0,5	-0,5	+0,12	-0,12	1,0
500-630	+0,63	-0,63	+0,14	-0,14	1,2
630-800	+0,8	-0,8	+0,15	-0,15	1,5

В технических требованиях при оформлении чертежа заготовки необходимо указать: твердость HB, класс точности заготовки, допустимые значения огранки и конусности шеек вала, кривизны. Следует также указать на недопустимость смятия, недоката, смещения и поперечного заката (по примеру выданного студенту, для анализа качества, чертежа заготовки). Значения допустимых огранки и конусности можно, в зависимости от габаритов заготовки, принимать 0,2-0,6 мм.

Расчет размеров прутка под прокатку заготовки

Расчет размеров прутка под прокатку (т.е. исходной заготовки) выполняется в два этапа.

1. Определяется расчетный диаметр прутка d_p , по наибольшему диаметру заготовки, полученной методом поперечно-клиновой прокатки

$$d_p = d_{max} + es_{d_{max}} \quad (4.4)$$

где d_{max} – номинальное значение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;
 $es_{d_{max}}$ – верхнее отклонение этого диаметра.

Номинальный диаметр прутка d_o выбирается из сортамента по ГОСТ 2590-71, как ближайшее большее значение по отношению к d_p . При этом должно выполняться условие

$$d_{max} + ei_{d_{max}} \leq \frac{d_o - ei_{d_o}}{K_y}, \quad (4.5)$$

где $ei_{d_{max}}$ – нижнее отклонение наибольшего диаметра прокатанной заготовки;

ei_{d_o} – нижнее отклонение диаметра прутка;

K_y – коэффициент, учитывающий угар металла при нагреве прутка под прокатку, равный 1,01.

2. Номинальный размер прутка по длине L_o определяется по формуле:

$$L_o = 1.27 \times \frac{V_o}{(d_o - 0.5 \times ei_{d_o})^2} \quad (4.6)$$

Объем V_o прутка вычисляется по формуле:

$$V_o = K_y \times V_{п.з.} \times V_K, \quad (4.7)$$

где $V_{п.з.}$ – объем прокатанной заготовки, подсчитанный по наибольшим предельным размерам;

V_K – объем концевых отходов, определяемый по формуле:

$$V_K = 0.75 \pi (K_{h1} \times d_{K1}^3 + K_{h2} \times d_{K2}^3), \quad (4.8)$$

где d_{K1}^3, d_{K2}^3 – диаметры концевых элементов изделия, мм;

K_{h1}, K_{h2} – коэффициенты, определяемые по графику рис. 4, для каждого торца заготовки, (для $\alpha=20^\circ$).

Допуск на длину прутка принимается равным 2 мм, т.е. $\pm 1,0$ мм.

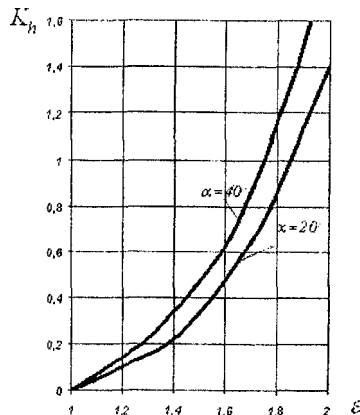


Рисунок 4.3 - График зависимости коэффициента K_h от степени обжатия, заготовки ϵ и угла наклона α деформируемой грани клиновидного инструмента

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить чертеж заготовки, выданный для анализа ее качества. Ознакомиться с техническими требованиями на ее изготовление.
2. Произвести анализ качества заготовки путем сопоставления измеренных параметров заготовки с заданными.
3. Изучить чертеж детали, выданной для разработки чертежа прокатанной заготовки.
4. Определить степень обжатия заготовки на каждой ступени.
5. Назначить припуски на токарную обработку заготовки.
6. Рассчитать отклонения на диаметральные и продольные размеры.
7. Сформулировать технические требования на получение заготовки.
8. Выполнить чертеж заготовки в соответствии с требованиями ГОСТа.
9. Рассчитать размеры прутка для прокатки заготовки.
10. Составить отчет.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы, задание и необходимая оснастка.
2. Эскиз заготовки анализируемого типа-размера с указанием контролируемых размеров, параметров и технических требований.
3. Таблица измеренных значений анализируемых размеров (параметров).
4. Выводы о соответствии параметров заготовки заданным.
5. Чертеж спроектированной заготовки, оформленной по ГОСТу.
6. Результаты расчета припусков и предельных отклонений размеров.
7. Эскиз прутка для прокатки и его объем.
8. Коэффициент использования материала.
9. Выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сущность процесса поперечно-клиновой прокатки и его значение.
2. Допустимая степень обжатия заготовки за один проход.
3. Как рассчитываются отклонения на размеры заготовки?
4. Как назначаются припуски на диаметральные и продольные размеры?
5. Как рассчитать размеры прутка под прокатку?
6. Как определяется объем прутка под прокатку?
7. Какие виды технологического брака характерны для прокатки заготовок и методы его обнаружения?
8. Как определяется объем концевых отходов металла при прокатке?
9. Как изменяется огранка, кривизна и конусность заготовки?
10. Как рассчитывается коэффициент использования материала?

Литература

1. Клушин В.А., Макушов Е.М., Шукин В.Я. Совершенствование поперечно-клиновой прокатки. – Мн.: Наука и техника, 1980. - 280 с.
2. Методические рекомендации. Расчет технологических процессов и проектирование инструмента поперечно-клиновой вальцовки. - Воронеж: ЭНИКМАШ, 1976. - 99с.

Учебное издание

Составители: Левданский Алексей Маратович,
Кудрицкий Ярослав Владимирович.

СБОРНИК МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

к лабораторно-практическим занятиям по дисциплине
«Проектирование и производство заготовок»
для студентов специальности I-36 01 01
«Технология машиностроения»

Ответственный за выпуск: Левданский А. М.

Редактор: Строкач Т. В.

Компьютерная вёрстка: Кармаш Е.Л.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 21.05. 2007. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 3,95.
Уч. изд. 4,25. Тираж 100 экз. Заказ №543. Отпечатано на ризографе учреждения
образования «Брестский государственный технический университет». 224017,
Брест, ул. Московская, 267