

Министерство высшего и среднего специального
образования БССР
БЕЛОРУССКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Технология машиностроения"

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по курсу "Проектирование и производство заготовок"

М и н с к 1 9 8 5

УДК 621.002:658:562.6

В.В.Бабук, В.А.Шкред, А.И.Медведев, М.М.Кане, С.Г.Бохан,
Г.В.Карпенко, В.И.Романенко, Е.Н. Сташевская

В сборнике лабораторных работ рассматриваются вопросы анализа качества различных заготовок деталей машин и основные принципы их проектирования. Лабораторные работы предназначаются для студентов специальности 0501 "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты".

Под редакцией В.В.Бабука, В.А.Шкреда

Рецензенты:

В.Т.Высоцкий, А.В.Бугаев

Б 2704000000-050 154-85
М339-85

© Белорусский политехнический институт, 1985.

Работа № I

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ОТЛИВКОЙ В ЗЕМЛЯНЫЕ ФОРМЫ

Цель работы – практическое освоение проектирования заготовок, получаемых методом литья в песчаные формы, и приобретение навыков оценки их качества.

Работа рассчитана на два академических часа.

Основные положения

Способ литья в песчаные формы является наиболее распространенным и применяется для получения отливок из всех литейных сплавов с широким диапазоном в отношении размеров и массы. Отливки получают в литейных формах, изготовленных из специальных формовочных и стержневых смесей.

Основными операциями технологического процесса получения отливок являются: изготовление модели, выполнение литейной формы, плавка металла и заливка его в формы, выбивка отливок из форм, обрубка и очистка литья.

Литейная форма состоит из трех отдельных частей: нижней, верхней и стержня. Стержень служит для получения в отливке отверстия. Части литейной формы обычно изготавливаются отдельно в опоках, а затем собираются. Опоки служат для изготовления литейных форм и представляют собой ящики без дна, выполненные из чугуна, стали или алюминиевых сплавов.

Материалы, из которых изготовляют литейные формы, называются формовочными смесями. Формовочные смеси по назначению делятся на облицовочные, наполнительные (ими заполняют остальную часть формы) и единые для заполнения всей формы.

Основными составляющими формовочных смесей являются выбитая из опок отработанная смесь, в которую добавляют свежие материалы (глину, песок) и предусмотренные технологией формовки. На поверхности форм и стержней наносят краски и пасты, которые не только уменьшают пригар, но и увеличивают поверхностную прочность форм. Наиболее качественной является цирконсовая краска.

Стержневые смеси по составу разделяются на песчано-глинистые и песчано-масляные на основе растительных масел и синтетических смол.

С целью экономии трудовых и материальных ресурсов все более широкое применение для изготовления форм и стержней находят быстросохнущие, продуваемые углекислым газом смеси, связующим для которых является жидкое стекло; жидкосамотвердеющие смеси (ЖСО), не требующие уплотнения, основой которых является кварцевый песок, связующим — жидкое стекло. Применяются также холоднотвердеющие в течение 20...30 мин и песчано-смоляные смеси для изготовления стержней в нагретых до 250...280°C (горячих) стержневых ящиках, затвердевающие в течение 1...2 мин.

Процесс изготовления литейных форм из смесей может осуществляться методом ручной или машинной формовки в зависимости от типа производства, конфигурации и размеров деталей. Ручная формовка применяется для мелких и средних отливок только в условиях индивидуального и мелкосерийного производства, а также для отливок очень больших габаритов и массы. Машинная формовка обеспечивает высокую производительность процесса, получение точных и качественных отливок и используется в массовом и серийном производстве. При экономической целесообразности и производственной возможности следует стремиться к получению литых деталей в формах, изготавливаемых на машинах.

Из методов машинной формовки следует выделить метод прессования под высоким давлением (9,8...39,2 МПа), который дает возможность получать отливки 13...14 качества точности и с шероховатостью до R_a 10...20 мкм, за счет снижения припусков на обработку снизить трудоемкость механообработки, увеличить выпуск отливок повышенного качества, снизить себестоимость 1 т годных отливок на 10...15 %.

Разработка технологического процесса изготовления отливки начинается с рассмотрения возможных вариантов ее расположения в форме. Поверхность, по которой при сборке формы соединяются ее части, называется поверхностью разъема. Поверхность разъема лучше всего иметь по плоскости, так как в том случае, если поверхность имеет сложную форму, удорожается процесс изготовления модели и модельных плит.

Следует учитывать, что при заполнении литейной формы металлом в верхних горизонтах отливки скапливаются различные загрязнения, образуются усадочные дефекты и раковины. Поэтому наиболее ответственные поверхности детали, имеющие высокую точность и не-

большую шероховатость, в отливке надо располагать в нижней части формы или в вертикальном положении, где большая вероятность их получения без пороков. Это касается и базовых поверхностей, используемых впоследствии при механической обработке отливок. Базовые поверхности отливок желательнее располагать в одной части формы и не допускать их пересечения с поверхностью разъема.

Внутренние полости отливок могут быть получены за счет установки стержней и за счет отпечатка в форме. Внутренние полости литых деталей должны иметь достаточное количество окон или отверстий, размеры и расположение которых могут обеспечить правильное и устойчивое положение стержней в литейной форме, а также удаление из них газов, образовавшихся при заливке формы жидким металлом. Если по условиям работы проектируемая деталь должна иметь какую-то целиком закрытую полость, то в ее конструкции следует предусмотреть окно, которое в дальнейшем будет закрываться крышкой или заглушкой.

Методические указания

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

При проектировании отливок в песчаные формы необходимо учитывать следующие технологические ограничения процесса литья:

1. Следует избегать образования в конструкции отливок полостей, каналов или отверстий с большой протяженностью и малым поперечным сечением, их допустимые размеры приведены в табл.1.
2. Для облегчения процесса извлечения моделей из песчаных форм отливка должна иметь литейные уклоны, устанавливаемые ГОСТ 3212-57 и лежащие в пределах от 30° до 3° . Величина литейных уклонов уменьшается с ростом высоты поверхности модели.
3. Для повышения качества отливок необходимо скругление наружных и внутренних углов при сопряжении или пересечении стенок, величины радиусов скругления зависят от соотношения толщин сопрягаемых стенок и материала отливки (табл.2).
4. Толщина стенок отливки не должна быть меньше допустимой и зависит от материала отливки, ее массы и габаритов (табл.3).

При вычерчивании чертежа заготовки учитываются все припуски на механическую обработку с указанием их величины. Величина припусков зависит от точности получаемой отливки и от технологического маршрута обработки детали, имеющего целью получение требуемой точности и шероховатости. Припуски могут определяться расчетно-аналитическим методом или по таблицам. Значения общих припусков на поверхности деталей, заготовки которых получают методом литья в песчаные формы, даны в табл. 4 и 5.

После определения припусков на обрабатываемые поверхности детали вычерчивается заготовка, при этом внутренний контур обрабатываемых поверхностей, а также отверстий, впадин и выточек, не выполняемых в литье, вычерчивается сплошной тонкой линией. Остатки питателей, выпоров, стяжек, прибылей, если они не удаляются полностью в литейном цехе, изображают на чертеже отливки. Линия отрезки должна соответствовать способу отрезки: при отрезке резцом, дисковой фрезой, пилой и т.д. ее выполняют сплошной тонкой линией, при огневой резке или обламывании - сплошной волнистой линией.

Усадочные ребра, отяжки, технологические приливы, пробы для испытаний, не удаляемые в литейном цехе, на чертеже отливки изображают сплошной основной линией.

После выполнения чертежа отливки производится анализ качества пяти заготовок. Для этого выдаются чертежи заготовки и 3-5 заготовок. Для оценки качества имеющихся заготовок следует произвести измерения их основных размеров (наружных или внутренних диаметров, толщины стенок, габаритных размеров, смещения осей и др.). Вид и количество измеряемых параметров устанавливаются индивидуально по согласованию с преподавателем в зависимости от служебного назначения, конструкции и требований к точности изготовления отливки.

Состояние характерных поверхностей заготовок оценивается по наличию пригара, раковин, окалины и др. дефектов.

При этом основное внимание уделяется следующим поверхностям:

- поверхностям, которые предполагается использовать в качестве баз при механической обработке;
- поверхности, обрабатываемые при изготовлении детали;
- поверхности, характеризующиеся положением их при отливке (нижние, верхние, боковые).

Таблица 1

Минимальные размеры отверстий, выполняемых
стержнями в отливках

Материал отливки : чугун						
Глубина от- верстия, мм	10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...75
Минимальная величина ди- аметра, мм	10	12	14	16	18	20
Материал отливки : сталь						
Глубина от- верстия, мм	10...20	20...30	30...40	40...50	50...60	60...75
Минимальная величина диа- метра, мм	25	27	30	35	40	45

Таблица 2

Величины радиусов скругления, рекомендуемые для
литых деталей

Материал отливки: чугун						
Средняя тол- щина сопряга- емых стенок $(r_1 + r_2)/2, мм$	до 12	12...16	16...20	20...27	27...35	.
Радиус скруг- ления, мм	6	8	10	12	15	
Материал отливки: сталь						
Минимальная толщина со- прягаемых стенок, мм	до 6	6...10	10...15	15...20	20...25	
Радиус скруг- ления, мм	6...10	10...12	12...15	15...20	20...25	

Следует охарактеризовать возможное влияние точности и состояния поверхности 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.

Таблица 3

Технологически допустимая толщина стенок у отливки

Материал отливки: серый чугун			
Наибольший габаритный размер детали, мм	до 250	250...500	500...1000
Минимальная толщина стенок, мм	3...5	5...7	6...10
Материал отливки: ковкий чугун			
Наибольший габаритный размер детали, мм	до 100	100...200	200...500
Минимальная толщина стенок, мм	2,5...4	3...5	4...6
Материал отливки: сталь			
Наибольший габаритный размер детали, мм	до 250	250...500	500...1000
Минимальная толщина стенок, мм	5...6	6...8	8...12

Таблица 4

Припуски и допуски на литые заготовки из серого чугуна II класса точности

Наибольший габаритный размер детали	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер		
		до 50	50...120	120...260
До 120	Верх	3,5 ± 0,5	4,0 ± 0,8	
	Низ, бок	2,5 ± 0,5	3,0 ± 0,8	
120...260	Верх	4,0 ± 0,5	4,5 ± 0,8	5,0 ± 1,0
	Низ, бок	3,0 ± 0,5	3,5 ± 0,8	4,0 ± 1,0

Таблица 6

Припуски и допуски на литые заготовки
из стали II класса точности

Наибольший габаритный размер детали	!Положение по-! !верхности при! !заливке	Номинальный размер		
		до 50	50...120	120...260
До 120	Верх	$4 \pm 0,5$	$4 \pm 0,8$	
	Низ, бок	$4 \pm 0,5$	$4 \pm 0,8$	
120...260	Верх	$5 \pm 0,5$	$5 \pm 0,8$	6 ± 1
	Низ, бок	$4 \pm 0,5$	$4 \pm 0,8$	4 ± 1

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию детали, определить поверхности, у которых необходимо обеспечить наибольшую точность.
2. Проверить, могут ли быть получены требуемые минимальные отверстия в детали литьем и удовлетворяют ли стенки детали требованиям, ограничивающим их толщину, определить требуемую величину уклонов.
3. По таблицам определить припуски на обрабатываемые поверхности, радиусы округлений.
4. Выполнить эскиз заготовки с указанием ее размеров и величины припусков, снимаемых при механической обработке.
5. Вычертить приближенный эскиз заготовки анализируемого типа-размера с указанием контролируемых в работе размеров и характерных поверхностей. Установить критерии оценки состояния поверхностей данного вида заготовок.
6. Произвести измерения этих размеров на 3...5 однотипных заготовках.
7. Подсчитать средние арифметические значения измеренных размеров и установить класс точности анализируемых заготовок.
8. Произвести оценку состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям.
9. Составить отчет.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Чертеж детали с указанием размеров.
4. Чертеж заготовки с указанием размеров и припусков.
5. Результаты измерений заготовок и оценки состояния поверхностей.
6. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Основные технологические операции процесса получения отливок в песчаные формы?
2. Из каких частей состоит литейная форма?
3. Для чего предназначен стержень?
4. Как увеличивают поверхностную прочность форм и стержней и снижают пригар?
5. Как могут быть получены внутренние полости отливок?
6. От чего зависят величина припусков на обработку отливок?
7. Какими методами могут определяться припуски?
8. Как вычерчивается внутренний контур обрабатываемых поверхностей, отверстия, не выполняемые в литье, на чертеже отливки?
9. Какую точность отливки позволяет получить метод прессования под высоким давлением?
10. В какой части формы надо располагать наиболее ответственные поверхности отливки?

Литература

1. Шкаликов М.С. Технология машиностроения. Вып. I. Технология производства отливок и основы проектирования деталей, получаемых методом литья. - М.: Университет Дружбы Народов им. Патриса Лумумбы, 1989, - с. 218.
2. Барташов Л.В. Технолог. и экономика. - М.: Машиностроение, 1983, - с. 152.
3. Филиппов Г.И. Литье заготовки и способы их получения. - Л.: ЛПИ, 1976, - с. 74.

Работа № 2

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ ЛИТЬЕМ В КОКИЛЬ

Цель работы: приобретение практических навыков оценки качества (точности основных размеров и состояния поверхностей) заготовок, получаемых литьем в кокиль, и освоение метода их проектирования.

Работа рассчитана на два 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:

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

Преимущества кокильного литья перед литьем в песчаные формы:

1. Многократное использование.
2. Значительное повышение чистоты и точности отливок.
3. Повышение механической прочности поверхностного слоя отливок.
4. Увеличение выхода годного литья.
5. Повышение производительности труда.
6. Экономия производственной площади.
7. Снижение стоимости отливок.
8. Улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Ограничения:

1. Высокая стоимость кокилей.
2. Сравнительно небольшая отойкость (для стали и чугуна).
3. Сложность получения тонкостенных отливок из-за большой теплопроводности кокилей и связанной с этим быстрой кристаллизацией металла.

В таблице 8 – 14 приведены основные данные по размерам, толщинам стенок, литейным уклонам и др. характеристикам отливок, получаемых литьем в кокиль.

По конфигурации наружной и внутренней поверхности все кокильные отливки можно разделить на 7 групп (рис.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 разреза (горизонтальных и вертикальных).

Отливки из алюминиевых сплавов, отливаемые в кокиль, по ОСТ 23.450-73 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.

Группа отливок и марка сплава устанавливаются конструктором.

Группа отливок указывается в технических требованиях чертежа.

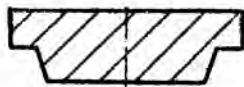
Для отливок, получаемых в кокиль из алюминиевых сплавов, ОСТ 23.1.51-73 устанавливает три класса точности. Для всех классов точности устанавливаются симметричные поля допускаемых отклонений по размерам отливок. Допускаемые отклонения на литейные размеры, включая плоскость разреза, могут быть увеличены на 50% от указанных в табл. 10, но не более 0,5 мм.

Припуски устанавливаются в зависимости от классов точности отливок.

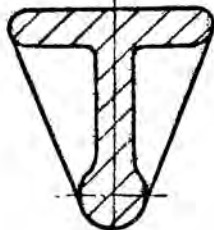
Номинальные припуски на механическую обработку отливок должны соответствовать указанным в табл. 12. Припуски для верхней поверхности не должны превышать припусков, указанных в табл. 12 более чем на 50%.

Припуски на обработку отверстий устанавливаются по величинам припусков, приведенных в табл. 12 для верхних поверхностей отливок.

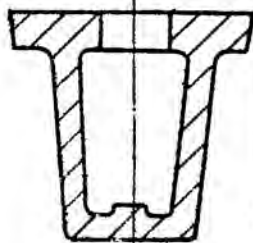
Допускаемые отклонения по массе устанавливаются в зависимости от классов точности отливок.



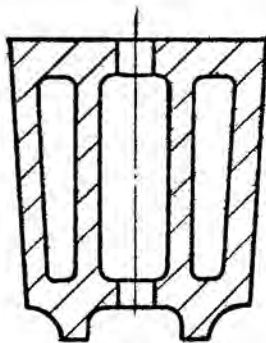
1



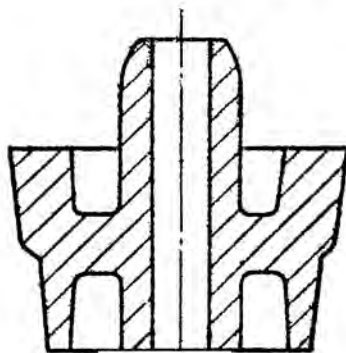
2



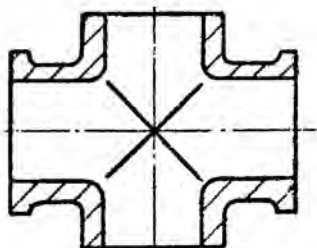
3



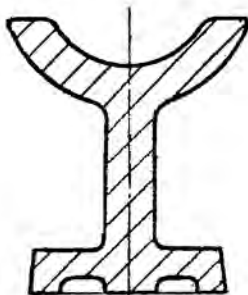
4



5



6



7

Рис. 1. Примеры кокильных отливок

Допускаемые верхние отклонения по массе отливок должны соответствовать табл. 13. Нижнее отклонение по массе ограничивается минусовыми отклонениями по размерам.

Допускаемые отклонения на размеры радиусов сопряжений должны соответствовать табл. 14.

Отливки из чугуна и стали при литье в металлическую форму без механической обработки ее рабочих поверхностей обычно выполняются по 2-ому классу точности ГОСТов 1855-55 и 2009-55 соответственно.

Металлические формы, изготовленные путем механической обработки, 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.

На поверхности отливок не должно быть трещин, неслитий, оквзных раковин, рыхлот 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.

Шероховатость необрабатываемых поверхностей отливок в отдельных случаях должна соответствовать эталону, согласованному между заказчиком и поставщиком.

На необрабатываемых поверхностях отливок места обрезки литников и выпоров, заливки и заусеницы должны быть зачищены. Отклонения на размеры отливок по месту зачистки должны быть в пределах допусков по ОСТ 23.4.57-73.

На необрабатываемых поверхностях отливок следы стыков составных частей формы, вкладышей и толкателей, выступающие или углубляющиеся в тело отливки, не должны быть более I 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 3 мм для отливок второй и третьей групп;

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

в) по количеству на одну отливку (табл. 6), при этом на 100 см^2 поверхности отливки допускаемое количество дефектов не должно быть более 4 с расстоянием между дефектами не менее 10 мм.

Таблица 6

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

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

На необрабатываемых 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 см^2 .

На обрабатываемых поверхностях отливок остаток от литников и выпоров не должен превышать 5 мм, допускаются дефекты в виде плён, 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 табл. 7

Таблица 7

Размеры развернутой поверхности литья, см ²	До			
	1000	1000-3000	3000-6000	Св. 6000
Допустимое количест- во раковин на одной детали	2	3	6	10

Методические указания

Для выполнения работы на 3-4 студента выдается чертеж детали и 3-5 заготовок этой детали, изготовленных литьем в кокиль, а также чертеж детали другого типа-размера, для которой необходимо разработать чертеж заготовки, получаемой этим же методом (чертежи деталей даны в приложении).

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.

При этом должны быть рассмотрены:

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

Следует охарактеризовать возможное влияние точности и состояния поверхностей, анализируемых заготовок на механическую обработ-

ку и качество готовой детали, а также определить, могут ли выявленные дефекты быть допущены (по техническим требованиям) или заготовки должны быть забракованы.

На основании выданного чертежа, используя соответствующие стандарты, необходимо назначить для заданных поверхностей детали припуски на механическую обработку.

Для указанных в табл. 10 классов точности отливок назначаются допускаемые отклонения на размеры.

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 ГОСТ.

Порядок выполнения работы

1. Вычертить приближенный эскиз заготовки анализируемого типа-размера с указанием контролируемых в работе размеров и характерных поверхностей. Установить критерии оценки состояния поверхностей данного вида заготовок.

2. Произвести измерения этих размеров на 3-5 однотипных заготовках. Результаты занести в таблицу.

3. Подсчитать средние арифметические значения измеряемых размеров и установить класс точности анализируемых заготовок.

4. Произвести усредненную оценку состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям. Оценить шероховатость указанных поверхностей в сравнении с образцами. Результаты занести в таблицу.

5. Дать краткую характеристику возможного влияния точности и состояния поверхностей анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали.

6. Выполнить рабочий чертеж заданной детали с соответствующими техническими требованиями.

7. Назначить по ОСТ 23.4.51-73 (табл. 12) припуски на обработку отдельных поверхностей деталей.

8. Назначить по ГОСТ 23.4.51-73 табл. 10 допускаемые отклонения на литейные размеры, включая толщины стенок и радиусы сопряжений, и нанести их на чертеж заготовки.

9. Оформить чертеж отливки с соответствующими техническими требованиями.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Задание и необходимая оснастка.
3. Эскиз заготовки анализируемого типа-размера с указанием контролируемых размеров и характерных поверхностей.
4. Таблица измерений заданных размеров для 3-5 однотипных заготовок.
5. Расчет средних арифметических значений заданных размеров и установление класса точности анализируемых заготовок.
6. Таблица уредненной оценки состояния характерных поверхностей заготовок по выбранным критериям и шероховатости указанных поверхностей в сравнении с образцами.
7. Краткая характеристика возможного влияния точности и состояния поверхностей анализируемых заготовок на механическую обработку и качество готовой детали.
8. 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 назначению 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 ?

Таблица 8

Размеры (мм) отверстий и резьб в отличках

С П Л А В	Отверстия		Диаметр резьбы, $d_{\text{мл}}$	
	Диаметр, $d_{\text{мл}}$	Глубина $h_{\text{мл}}$	Наружной	
			Глубина	Степень
Цинковый				Внутренней
Магний	8	$2d$	$3d$	-
Алюминиевый				20
Медный	10	$1,5d$	$2d$	25

Таблица 9

Формовочные уклоны наружных поверхностей (по ГОСТ 3212-57)

Уклоны /не более/	Измеряемая высота поверхности модели, мм			
	До 20	20-50	50-100	100-200
$1^{\circ}30'$	1°	$0^{\circ}45'$	$0^{\circ}30'$	$0^{\circ}20'$
			200-300	300-800
			800-2000	Св. 2000

Таблица 10

Допускаемые отклонения для отливок из алюминиевых сплавов,
получаемых в кокиль (ОСТ 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 1200
IV	До 200	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	-	-	-
	Св. 200 до 500	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	-
	Св. 500 до 1200	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 2,0$
		$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$
	Св. 1200	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$
V	До 200	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	-	-	-
	Св. 200 до 500	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	-
	Св. 500 до 1200	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 3,0$
		$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,6$
	Св. 1200	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$
VI	До 200	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	-	-	-
	Св. 200 до 500	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,2$	-
	Св. 500 до 1200	$\pm 1,6$	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,5$
		$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
	Св. 1200	$\pm 1,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,2$	$\pm 2,5$	$\pm 3,0$	$\pm 4,5$

Таблица II
 Допускаемые отклонения на толщины стенок и ребер (ОСТ 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	Св. 30 до 50	Св. 50 до 100
IV	До 200	±0,6	±0,7	±0,8	±0,9	±1,0	±1,2
	Св. 200 до 500	±0,7	±0,8	±0,9	±1,0	±1,2	±1,5
	Св. 500 до 1200	±0,8	±0,9	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8
	Св. 1200	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0	±2,5
V	До 200	±0,8	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0
	Св. 200 до 500	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0	±2,5
	Св. 500 до 1200	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0	±2,5	±3,0
	Св. 1200	-	±1,8	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5
VI	До 200	±1,0	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0	±2,5
	Св. 200 до 500	±1,2	±1,5	±1,8	±2,0	±2,5	±3,0
	Св. 500 до 1200	-	±1,8	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5
	Св. 1200	-	±2,0	±2,5	±3,0	±3,5	±4,0

Таблица 12
 Номинальные припуски на механическую обработку отливок (мм) (ОСТ 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 1200	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	5,0	5,0	5,0	5,0
	Св. 1800	3,5	4,0	4,5	5,0	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0
V	До 200	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	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0
	Св. 1200 до 1800	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0
	Св. 1800	4,0	4,5	5,0	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	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	5,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	Св. 1200 до 1800	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0
	Св. 1800	4,5	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0

Низ,
Бок

Таблица 13

Допускаемые отклонения по массе отливок, %

Номинальная масса отливок, кг	Класс точности		
	IV	V	VI
До I	6,0	6,5	7,0
Св. I 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 14

Допускаемые отклонения на размеры радиусов сопряжений, мм

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

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя. /Под ред. А.Н. Малова.- М.: Машиностроение, 1972, т. 2, с. 568.
2. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки заготовки и припуска в машиностроении. Справочник технолога.- М.: Машиностроение, 1976, с. 288.
3. ГОСТ 23.4.50-73, 23.4.51-73. Отливки из алюминиевых сплавов.- М.: Мин. тракторного и сельхозмашиностроения, 1981, с. 47.

Работа № 3

Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых методом порошковой металлургии

Цель работы – практическое освоение методики расчета размеров заготовки, рабочей полости прессинструмента при получении заготовок методом порошковой металлургии; приобретение практических навыков оценки их качества.

Работа рассчитана на 4 академических часа.

Общие положения

Основное преимущество металлокерамического 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 характерным 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 изделий; отношение длины к диаметру (не более 3...4); отношение высоты изделия к толщине стенки (не более 8...10); наличие радиальных выступов, канавок, углублений, резьб, конусности, продольных и радиальных отверстий; изменени

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 15 [2,5].

Таблица 15

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 10 МПа (кг/мм ²)	Ударная вязкость $\times 1000$ Дж/м ² (кгм/см ²)	Твердость НВ
1	2	3	4	5	6
<u>Железный порошок ГОСТ 9849-74</u>					
ПЖ4М2,	Fe -98; C -0,12;	5,3...6,1			
ПЖ4М3	Si -0,25; Mn -0,5; O ₂ -1,0				
<u>Медный порошок ГОСТ 4960-75</u>					
ПМС-1,	Fe -0,02; Cu -99,5;				
ПМС-2	Pb -0,05; O ₂ -0,3				
<u>Никелевый порошок ГОСТ 9722-71</u>					
ПНК-0Т2	Fe -0,015; C -0,15; Ni -99,8				
ПНК-2Т2	Fe -0,010; C -0,3; Ni -99,9				
<u>Оловянный порошок ГОСТ 9723-73</u>					
ПО1, ПО2	Fe -0,02; Cu -0,03; Sn -99,1				
<u>Конструкционные материалы на основе железа</u>					
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

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4	5	6
<u>Конструкционные материалы на основе железа</u>					
ЖГр1-6,6	Fe-основа; C-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
ЖДБНБ-6,6	Fe-основа; Cu-4...5; Ni-4...5	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; C-0,4...	6,6	80	0,4	130
Д4НЗ-6,6	0,6; Cu-3,5...4,0; Ni-2,5...3,0				
ЖДЗ02-6,6	Fe-основа; Cu-2,5...3; Sn-1,5...2,0	6,6	25	0,3	80
ЖГр0,4	Fe-основа; C-0,4...0,6	7,3	110	1,5	150
Д4НЗ-7,3	Cu-3,5...4,0; Ni-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 - I; 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 изготовлялись из малоуглеродистых сталей и чугунов, можно изготавливать либо из чистого железного порошка марки ПЖ4М2, ПЖ4М3, либо из железного порошка, содержащего до 1 % графита.

При проектировании заготовки следует максимально упростить форму детали. На рис. 2 приведены примеры необходимого упрощения формы деталей. При конструировании деталей 1, 5, 6, 8, 9 следует избегать выточек и отверстий с острыми углами. Детали 2, 3, 7 не могут быть спрессованы в окончательном виде. При со-

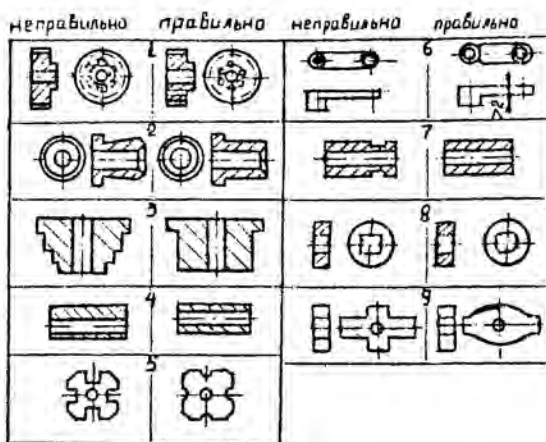


Рис. 2. Примеры конструирования металлокерамических заготовок:

- 1 - прямозубые шестерни можно изготавливать прессованием, начиная с модуля более 0,8 мм; диаметр ступицы зубчатого колеса должен быть минимум на 2 мм 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 2 мм;
- 4 - толщина стенки эксцентрично расположенного отверстия должна быть не менее 1 мм;
- 5 - деталь должна иметь закругленные кромки;
- 6 - переходы от ступицы к плечу рычага целесообразно выполнять так, как показано на рисунке;
- 7 - изготовление канавки прессованием невозможно, необходима дополнительная обработка резанием.

прижении поверхностей следует предусматривать радиус закругления не менее 0,25 мм. При прессовании "глухих" отверстий фланец должен располагаться у дна. Разница между двумя рядом расположенными отверстиями (наружными поверхностями) должна быть не менее 2 мм. 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, шпоночные 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 этой 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, сечения которых изменяется по высоте не более, чем на 25%. Изготовление отверстий любой формы (но размером не менее 2...3 мм), 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.

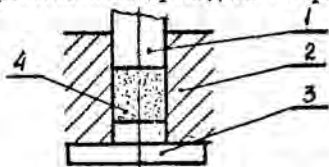


Рис. 3. Схема прессформы:
1 - верхний пуансон; 2 - матрица;
3 - нижний пуансон; 4 - порошок

При необходимости прессования изделий с отношением высоты к диаметру (поперечному размеру) более 1, или когда форма изделия такова, что одностороннее прессование не может обеспечить равномерную плотность по объему изделия, используют прессформы двустороннего прессования, схемы которых приведены на рис. 4, 5, 6.

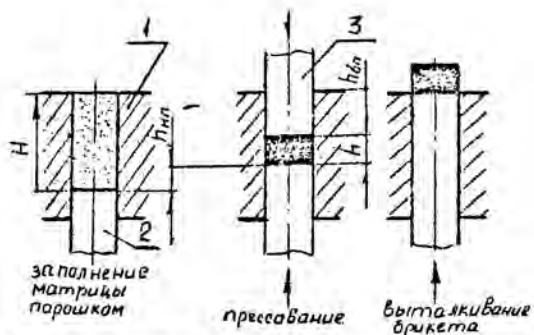


Рис. 4 . Схема прессформы с неподвижной матрицей для двустороннего прессования:

1 - матрица; 2 - нижний пуансон; 3 - верхний пуансон

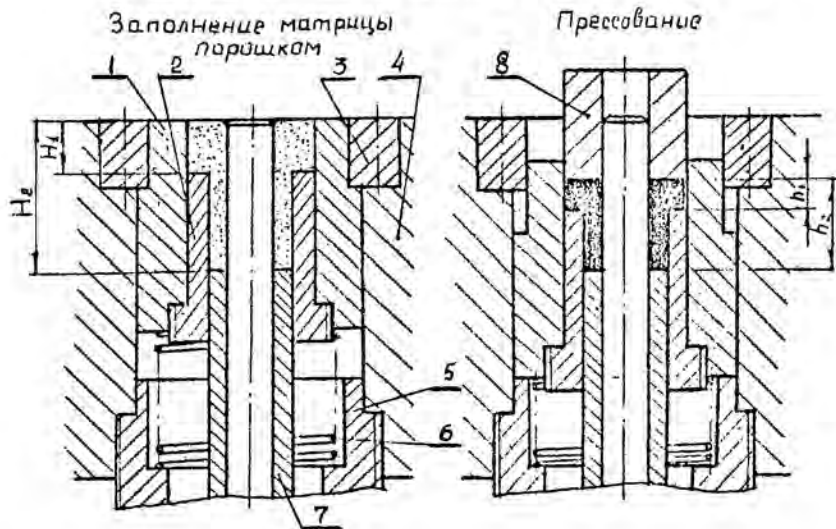


Рис. 5 . Схема прессформы для прессования втулок с наружным верхним буртом:

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

В этом случае матрица может быть неподвижна (усилие прикладывается к верхнему и нижнему пуансонам) рис. 4, 6, подвижна или "плавать", опираясь на пружины (усилие прикладывается к верхнему пуансону), рис. 5.

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 прессоформы предварительно составляют ее эскизную схему с учетом направления и специфических особенностей прессования.

Высоту матрицы рассчитывают по формуле:

$$H_{\text{матр}} = \frac{\sigma_n}{\sigma_h} (h_n \pm \frac{A_h}{2} + q_h - \Delta h_n \pm \Delta h_{yc}) + 2l, \quad (1)$$

где σ_n - плотность спрессованного изделия, кг/м³; σ_h - насыпная плотность порошка, кг/м³; h_n - номинальная высота готового изделия, мм; A_h - допуск на размер h_n , мм; q_h - припуск на дополнительную обработку, мм; Δh_n - величина упругого последствия которая находится по формуле: $\Delta h_n = 0,005 h_n$; Δh_{yc} - величина усадки, которая находится по формуле: $\Delta h_{yc} = (0,01 \dots 0,02) h_n$. 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 пуансон, принимаемая обычно равной 10...15 мм.

Размер полости матрицы рассчитывается по формуле:

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

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 последствия

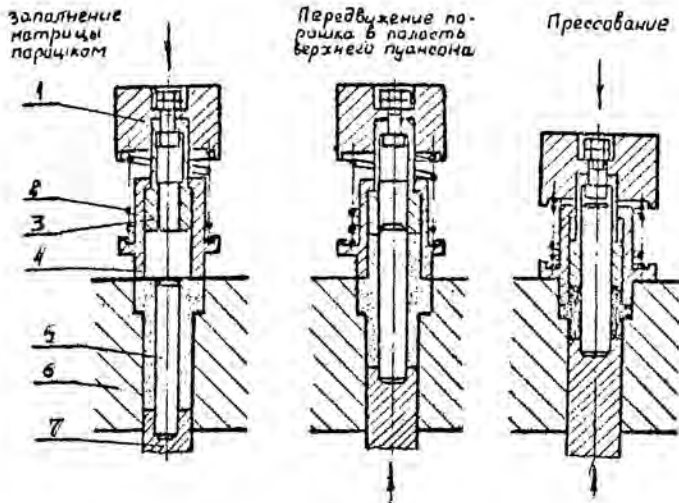


Рис. 6. Схема автоматической прессоформы для прессования втулок с наружным буртом посередине: 1 - основание верхнего пуансона; 2 - пружина; 3 - неподвижная часть верхнего пуансона; 4 - подвижная часть верхнего пуансона; 5 - стержень; 6 - матрица; 7 - нижний пуансон

по размеру D_n , мм. Определяется: $\Delta l_n = 0,003 D_n$ [4]; Δl_{yc} - величина усадки при спекании по размеру D_n , мм. Определяется: $\Delta l_{yc} = (0,01...0,02) D_n$. 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 $D_{матр}$ половину допуска $\Delta D/2$ берут со знаком "-", при расчете $d_{ст}$ половину допуска $\Delta D/2$ берут со знаком "+".

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

определяется по формуле:

$$H_{\text{поздн}} = H_{\text{позднр}} + H_{\text{л}} \quad (63)$$

где $H_{\text{л}}$ — длина вылета, необходимая для крепления пуансона в пуансон-соединителе, либо в зажиме, равной 55, 160 мм, если пуансон не имеет крепления в пуансонсоединителе.

Высота вылета пуансона в эрвм-соединителе должна быть равна высоте захвата чистителем и следовательно обычно 100, 150 мм. Если же пуансон, к которому прилагается эрвм-привод имеет углы, то длина его должна быть равна длине вылета, то есть высота определяются по формуле:

$$H_{\text{поздн}} = H_{\text{позднр}} + H_{\text{л}} + (65, 100) \quad (64)$$

где $H_{\text{позднр}}$, $H_{\text{л}}$ имеют значения, указанные в формуле (63), а вылета вылета пуансона, следовательно для вылета вылета, рассчитывается по формуле (63).

Рекомендуется следующее поведение на соединительном соединении диаметры проточек $H_{\text{п}}/H_{\text{л}}$, $H_{\text{п}}/H_{\text{л}}$, $H_{\text{п}}/H_{\text{л}}$.

Для изготовления деталей из сталей и сплавов в проточках диаметры $H_{\text{п}}$, $H_{\text{л}}$ и диаметры $R_{\text{п}}$ — 25, 11, 25; рекомендуемые диаметры $R_{\text{п}}$ — 10, 11 и диаметр, шероховатость $R_{\text{п}}$ — 5, 1, 25. При более высоких требованиях к точности изготовления изделий они изготавливаются (шлифуются или полируются). При этом диаметры $R_{\text{п}}$ в проточках 77 и диаметры, шероховатость — $R_{\text{п}} = 11, 25, 10, 32$.

В практической работе проточка на калибровку рекомендуется выполнять 0, 25, 0, 5 мм [1]. Калибровка производится по высоте и диаметру. Наружные поверхности соединяются с большими диаметрами, а внутренние с меньшими.

Предел вылета вылета невелик: рекомендуемое значение — одно из важных условий изготовления деталей заданных размеров и формы. При расчете вылета пользуются формулой:

$$W = W_{\text{к}} \cdot W_{\text{л}} \cdot (1 - M) \cdot m_1 \cdot m_2 \quad (4)$$

где W — объем полого изделия, $W_{\text{к}}$; $W_{\text{л}}$ — плотность материала того материала, $W_{\text{к}}$ для стали = 7850 кг/м³; M — диаметр вылета полого изделия; m_1 ; m_2 — коэффициенты, учитывающий влияние

порошка при прессовании; $m_1 = 1,005 \dots 1,01$ (в зависимости от точности изготовления деталей прессформы); m_2 - коэффициент, учитывающий потери 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:

$$\sigma_k = \frac{100}{\frac{a_1}{\sigma_1} + \frac{a_2}{\sigma_2} + \frac{a_3}{\sigma_3} + \dots + \frac{a_n}{\sigma_n}} \quad (5)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_n$ - плотность отдельных компонентов, кг/м³,
 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ - содержание отдельных компонентов в шихте, % (по массе).

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...900°C.

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

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

$$\sigma_{изг} = \frac{m_i}{V}$$

где m_i - масса детали, кг; V - объем детали, м³.

Наряду с плотностью важное значение имеет пористость $P_{од}$, которая выражается формулой:

$$P_{од} = \left(1 - \frac{\sigma_{изг}}{\sigma_k}\right) \cdot 100 \quad (7)$$

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 и др.).

Методические указания

Методика выполнения работы рассматривается на следующем примере.

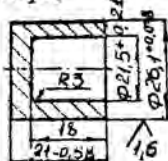


Рис. 7. Втулка

Втулка, показанная на рис. 7, должна иметь следующие технические характеристики; масса 0,032 кг; пористость - 17...25%; $\sigma_c = 170$ МПа; $a_k = 40$ кДж/м²; HV90.

Исходя из заданных свойств детали выбирается материал детали (таблица 5).

В данном случае заданным техническим характеристикам удовлетворяют материалы: Ж-7,3; ЖГр0,5-7,3; ЖД5Н5-6,6. Для изготовления втулки выбирается ЖГр0,5-7,3. Относительная плотность спрессованного изделия, $100 - (17...25) = 83...75(\%)$, плотность спрессованного изделия, которую необходимо получить $\rho_{изг} = 7800 \times (0,83...0,75) = 6800...5800$ кг/м³.

Деталь не имеет: изменений по диаметру, острых углов, выступов, конусности; толщина стенки - 2,3 мм, отношение длины к диаметру составляет 21:26, $I=0,81$, отношение высоты к толщине стенки - 18:2,3=7,8, что не превышает допустимого. Точность изготовления: поверхность $\phi 26, I=0,08 - h 10$, поверхность $\phi 21,5^{+0,21} - h 12$, остальные размеры по 14 качеству, 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 ("главающая" матрица). Схема прессформы приведена на рис. 8.

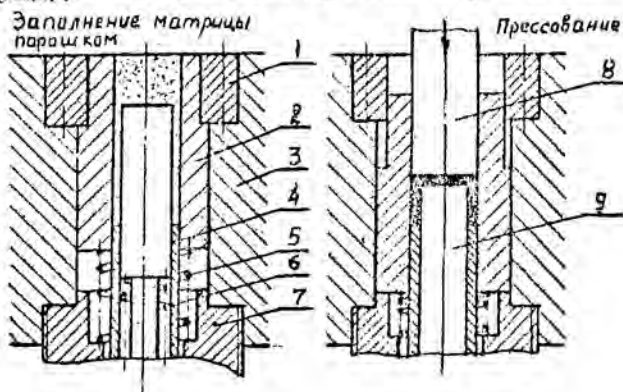


Рис. 8. Схема прессования:

1 - кольцо; 2 - матрица; 3 - обойма; 4 - нижний пуансон; 5, 6 - пружины; 7 - упор; 8 - верхний пуансон; 9 - стержень

Основные размеры рабочей полости прессформы:

$$H_{\text{матр}} = \frac{\sigma_n}{\sigma_n} (h_n + \frac{A_h}{2} + q_h - 0,005 h_n + 0,02 h_n) + 2l,$$

где $\sigma_n = 7300 \text{ кг/м}^3$; $\sigma_n = 2500 \text{ кг/м}^3$; $h_n = 21 \text{ мм}$;

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

$$H_{\text{матр}} = \frac{7300}{2500} \times (21 - \frac{0,58}{2} - 0,005 \times 21 + 0,02 \times 21) + 20 =$$

$= 80,97 \text{ мм}$. Принимается 81 мм.

$$H_{\text{прессовки}} = 21 - \frac{0,58}{2} + 0,02 \times 21 = 21,13 \text{ мм}$$

$$D_{\text{матр}} = D_n - \frac{A_D}{2} - 0,003 D_n + 0,02 D_n + q_D,$$

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

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

Принимается 26,5 мм.

$$D_{\text{прессовки}} = 26,58 \text{ мм}$$

$$d_{\text{стержня}} = d_H + \frac{A_D}{2} + 0,003 d_H - 0,02 d_H - q_{\alpha},$$

где $d_H = 21,5$ мм; $A_D = 0,21$ мм; $q_{\alpha} = 0$.

$$d_{\text{ст.}} = 21,5 + \frac{0,21}{2} + 0,003 \times 21,5 - 0,02 \times 21,5 = 21,24 \text{ мм.}$$

$$d_{\text{пресов}} = 21,17 \text{ мм}$$

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

$$H_{\text{верх. пуан.}} = 81 - 21 - 10 + 10 = 60 \text{ мм}$$

$$H_{\text{стержня}} = H_{\text{матр.}} + L; \quad H_{\text{стержня}} = 81 + 35 = 116 \text{ мм}$$

Масса навески для прессования втулки:

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

$$\text{где } \gamma_k = \frac{100}{\frac{a_1}{\delta_1} + \frac{a_2}{\delta_2}}; \quad \gamma_k = \frac{100}{\frac{0,5}{2200} + \frac{99,5}{7800}} \cong 7740 \text{ кг/м}^3$$

$$\Pi = \frac{7300}{7800} = 0,93$$

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

Для оценки качества заготовок, полученных методом порошковой металлургии, выдается чертёж 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 (6) и (7). Результаты оценки качества заносятся в таблицу 16.

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

Сделать выводы о годности деталей.

Таблица 16

№ детали	Контролируемые параметры						Расчетн. параметры		
	наруж. диаметр, мм	внутр. диаметр, мм	высота, мм	внешний вид	шероховатость	масса, г, кг	объем, м ³	плотность, кг/м ³	пористость, П, %

1
2
3
4
5

Средн.
арифм.
Квали-
тет
точно-
сти

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 чертеж 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 $\sigma_{изг}$ и Π .
10. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Преимущества и недостатки получения заготовок методом порошковой металлургии.
2. Какал 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. ., БРНПО ПМ,—с. 141.

Работа № 4

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОКОВОК, ШТАМПУЕМЫХ НА МОЛОТАХ, ПРЕССАХ И ГЧМ

Цель работы - практическое освоение проектирования заготовок, получаемых штамповкой на молотах, прессах, ГЧМ, и приобретения навыков оценки их качества.

Работа рассчитана на 2 академических часа.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Проектирование чертежа штампованной заготовки

Чертеж 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; определяются штамповочные уклоны; выбираются радиусы закруглений; определяются форма и размеры наметок отверстий и перемычки под их прошивку; оформляется чертеж заготовки в соответствии с требованиями ГОСТ 7505-74 и с указанием технических требований на изготовление поковки.

Выбор формы поковки

При выборе формы поковки следует учитывать следующие рекомендации:

1. Выполнение сквозных отверстий или 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 поволок, но не менее 30 мм.

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

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

2. Если перепад диаметров готовой детали превышает 5 - 7 мм, а высота ступени 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 ГЧМ /.

Выбор поверхности разъема штампов

При установлении поверхности разъема штампов руководствуются следующими правилами в соответствии с табл. I 7.

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

2. Глубина выемок должна быть по возможности меньше. Это правило может быть сформулировано еще таким образом: линия разъема должна, по возможности, совпадать с плоскостью двух наибольших взаимно перпендикулярных размеров поковки. Однако от этого правила следует отступать, если при ином разъеме достигается значительное уменьшение массы поковки (например за счет получения в поковке углублений или отверстий), экономия на отходах (за счет 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 в верхней и нижней половине штампа по плоскости разъема должен быть одинаков.

Если у поковки, имеющей форму тела вращения, длина меньше трех диаметров, ее удобнее и проще штамповать в торец и в нижней половине штампа допустить глубокую выемку. При длине детали больше трех диаметров – плоскость разъема следует намечать по продольной оси детали.









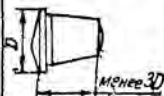
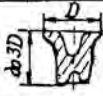


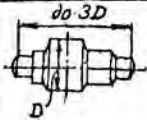
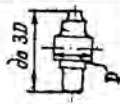


3. Плоскость разъема не должна совпадать с верхней плоскостью детали. В противном случае невозможно контролировать взаимное смещение частей штампа.

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

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

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

Выбор линии разреза штампов

неправильно	правильно	номера пунктов правил	неправильно	правильно	номера пунктов правил
		1			3
		2			4
		2			4 и 5
		2			6

Назначения допусков и припусков на обрабатываемые поверхности

Величины и правила назначения припусков, допусков и кузнечных напусков при штамповке стальных поковок регламентируются ГОСТом 7505-74.

Стандарт предусматривает разделение стальных поковок по точности изготовления на два класса: класс I – поковки повышенной точности, класс II – поковки нормальной точности. Поковки более высокой точности, достигаемой калибровкой, выделены в специальный класс. Класс точности изготовления поковок следует устанавливать в зависимости от предъявляемых требований к точности размеров поковок, 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 чертеже поковки.

Стандарт предусматривает также классификацию поковок, а) 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), б) по степени сложности поковок (четыре степени сложности С1-С4) и в) по конфигурации поверхности разъема штампа (плоская и изогнутая).

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

Если по условиям производства нет необходимости в такой точности, может быть принят II класс точности. Однако при этом допуски на вертикальные размеры поковки можно принимать в пределах 0,5-0,7 от соответствующих допусков, предусматриваемых ГОСТом 7505-74.

Допуски на горизонтальные размеры можно оставить без изменения по сравнению со значениями, рекомендуемыми ГОСТом 7505-74.

ГОСТ 7505-74 указывает также величину наибольших припусков на последующую механическую обработку поковки в зависимости от перечисленных выше факторов, а также от размеров поковки и требуемой шероховатости поверхности.

Практически величина припуска Π составляет 0,5-6 мм и ориентировочно может быть определена по эмпирической формуле

$$\Pi = 0,4 + 0,015h + 0,0015l$$

где h и l - наибольшие размеры поковки по высоте и в плоскости разъема, мм.

Величины припусков, установленные ГОСТ 7505-74, 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 I-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 до 6,0 кг — до 0,8 мм, для поковок свыше 6,0 кг — до 1, 0 мм.

Поскольку при штамповке на КШП 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 7505-74.

Штамповочные уклоны

Уклоны в штампованной поковке назначаются для облегчения удаления поковки из штампа. Это достигается за счет снижения вертикального усилия, необходимого для преодоления сил трения и уменьшения пути, на котором эти силы преодолеваются.

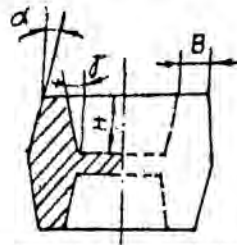
Штамповочные уклоны устанавливаются при штамповке на молотах и прессах на всех вертикальных поверхностях поковок, а при изготовлении последних на ГМ — на всех поверхностях выступов, углублений и сквозных отверстий, выполняемых пуансонами. При штамповке ступенчатых поковок на ГМ уклоны назначаются также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

Величина штамповочных уклонов определяется в 7° для внешних и 10° для внутренних поверхностей при штамповке на молотах и соответственно 5 и 7° при штамповке на прессах с выталкивателем и ГМ. При изготовлении поковок с впадинами или сквозными отверстиями на горизонтально-ковочных машинах уклоны на поверхностях впадин или отверстий не должны превышать 3° . При штамповке в закрытых штампах на прессах величина штамповочных уклонов принимается в пределах $1^{\circ}30' - 1^{\circ}$, а при использовании ГМ — $1^{\circ} - 0^{\circ}30'$. Внутренние уклоны при пустотелых штамповках принимаются несколько больше $1-3^{\circ}$.

Если по конструктивным соображениям уклоны желательны, их рекомендуется делать максимально возможными или по ГОСТ 7505-74. Если же они не желательны, то можно назначить их максимальными по табл. 18

Т а б л и ц а 18

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



Д о п у с т и м о			Р е к о м е н д у е т с я		
$H:B$	α°	γ°	$H:B$	α°	γ°
До 2	1°	$1,5^\circ$	До 1	1°	$1,5^\circ$
4	2°	3°	3	2°	3°
6	3°	5°	4	3°	5°

Радиусы и закругления

Радиусы закруглений бывают наружные R , образующиеся при заполнении металлом углов в углублениях штампов и внутренние Z образуемые пуансонами и выступами штампов при вдавливании их в металл. Чем больше радиусы закруглений в углах штампов и на соответствующих поверхностях поковок, тем выше стойкость штампов (т.к. ниже концентрация напряжений в углах штампов при их работе) и меньше необходимое усилие штамповки (т.к. металл легче вдавить в углы штампов с большими радиусами).

Наименьшие радиусы закруглений внешних углов поковок приведены в табл.19. Практически достаточно, чтобы значения этих радиусов были на 0,3-1 мм больше величины нормального припуска на механическую обработку этой поковки, независимо от того, к каким сопрягаемым поверхностям относятся эти радиусы - к подвергаемым или неподвергаемым 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 закругления у обработанной

длина в назначенного припуска, то необходимо его увеличить до значения, равного указанной длине. Необходимо отметить и следующее: радиусы закругления в каждой поперечке.

Наименьшие технологические радиусы округления при штамповке R в отдельных случаях приведены в табл. 20. При штамповке из высокопрочных сталей указанные значения радиусов увеличиваются в 1,5 раза.

Т а б л и ц а 19.

Наименьшие радиусы закруглений R внешних углов поперечек R по ГОСТ 7505-74

Масса поперечки, кг	Наименьшие радиусы закруглений R мм при глубине поперечки h мм			
	до 10	от 10 до 25	от 25 до 50	от 50
до 1,0	1	1,5	2	3
от 1,0 до 6	1,5	2	2,5	3,5
от 6 до 16	2	2,5	3	4
от 16 до 40	2,5	3	4	5
от 40 до 100	3	4	5	7
от 100	4	5	6	8

Таблица 20

Внутренние радиусы закруглений r



Высота ребра h мм	Радиус r мм	Высота ребра h мм	Радиус r мм
до 5	3	от 25 до 35	8
от 5 до 10	4	от 35 до 50	10
от 10 до 16	5	от 50 до 70	12,5
от 16 до 25	6	от 70 до 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 двух сторон. Между верхней и нижней наметками располагается перемычка /пленка/. Формы наметок и перемычек зависят от размеров конструктивных элементов заготовок. На рис. 9 показаны наиболее часто применяемые формы наметок и перемычек.

Оформление наметок и перемычек на чертеже заготовки начинается с расчета диаметра прошивки отверстия d

$$d = d_g - 2Z_{ном} - 2z,$$

где d_g - диаметр отверстия готовой детали; $Z_{ном}$ - номинальный припуск на сторону отверстия; z - внутренний радиус наметки по табл. 20.

Затем определяется диаметр наметки в плоскости развѐма штампа d_0

$$d_0 = d + 2z.$$

Наибольший диаметр наметки D определяется по формуле

$$D = d_0 + h \operatorname{tg} \gamma,$$

где h - высота /глубина/ наметки; γ - угол внутреннего штамповочного уклона $\gamma = 10^\circ$.

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

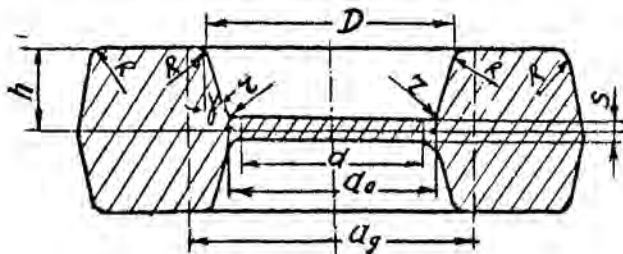
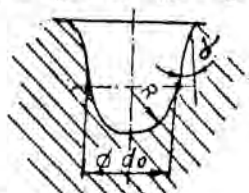


Рис. 9. Форма наметок и перемычки под прошивку

Если отношение $2h/D \geq 1,7$ (или углубление наметки требуется более $0,2SD$), то прошивка отверстия не выполняется. В этом случае ограничиваются односторонней или двухсторонней наметкой (см. рис. 10), на котором показана глухая наметка без последующей прошив-

ки отверстия. Если глубина глухой наметки не ограничена глубиной выемки у готовой детали, то рекомендуется дать полное закругление вершины полости (рис 10) одним радиусом.



$$R = \frac{d_0}{2 \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\alpha}{2} \right)}$$

Рис. 10. Глухая наметка

В частности, при $\alpha = 10^\circ$ и полном закруглении вершины наметки $R = 0,595 d_0$.

Оформление чертежа поковки

Чертеж поковки разрабатывают на основе чистового чертежа детали. Готовую деталь на чертеже поковки показывают штрихпунктирной линией (сплошной тонкой линией), давая лишь необходимые контуры детали, наглядно показывающие наличие припуска на обработку. Подобное 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. Допустимы уменьшенные масштабы (1:2) при вычерчивании крупногабаритных поковок (свыше 750 мм) и увеличение последнего (2-1) для поковок оложных форм размером менее 50 мм.

Система простановки размеров поковки должна полностью соответствовать системе размеров детали и учитывать: исходные базы механической обработки; удобство проверки величины припуска путем 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 разреза на поковке, а также не следует проставлять размеры от линии разреза. Все размеры на чертеже поковки проставляются с допуска-

ми, что необходимо для контроля поковок.

На чертеже поковки наносятся технические требования в порядке, оговоренном ГОСТ 2.316-68. Они располагаются параллельно основной надписи чертежа. Состав технических требований на поковке регламентирован ГОСТ 8479-70.

Технические требования содержат обычно следующую информацию, расположенную в указанной последовательности: термообработка и твердость поковок; класс точности изготовления, степень сложности поковки; допускаемая величина заусенца и смещения штампов; точность неоговариваемых размеров поковки; допуски по несоосности прошиваемых в поковках наметок к внешним контурам поковки; допускаемые отклонения по изогнутости, неплоскостности и непрямолинейности (для плоских поверхностей), а также радиальному облению (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 твердости, места образцов, вырезаемых для механических испытаний и др.); указания о маркировании и клеймении; ссылки на другие документы, содержащие технические требования, распространяющиеся на данное изделие, но не приведенные на чертеже.

Место отпечатка твердости следует указать на плоской поверхности, лучше на необрабатываемой, учитывая также удобства укладки поковки на стол пресса для испытания твердости. Место клеймения предпочтительно указать на необработанной поверхности, в противном случае надо учесть последовательность дальнейшей механической обработки с тем, чтобы снятие клейменной поверхности производилось после перенесения клейма на ранее обработанную поверхность. Пример оформления чертежа поковки см. на рис. II.

2. Анализ качества поковок

К технологическим погрешностям при штамповке относятся: неточность диаметральных и продольных размеров, одвиг по разьему, несоосность пропиливаемых в поковках отверстий к внешним контурам, непараллельность торцовых поверхностей, изогнутость, остатки заусенца. Эти погрешности определяются путем измерения заготовок.

Кроме того, такие виды погрешностей, как забоины, недоштамповка, незаполнение формы, заштамповка окалина - устанавливаются внешним осмотром -/визуально/.

Для измерения диаметральных и продольных размеров, величины сдвига /смещения / следует использовать штангенциркуль с ценой деления 0,05 мм. Остатки заусенца измеряются штангенциркулем с ценой деления 0,1 мм, используя его как-глубиномер.

Изогнутость поковок типа "стержень" определяется в призме, с помощью индикатора, часового типа, закрепленного в стойке, аналогично проверке бляшечки.

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

Несоосность пропильного в поковке отверстия к внешнему контуру можно определить как половину максимальной разности толщин стенок полого цилиндра, измеренных в четырех равнорасположенных по окружности точках.

Результаты измерений и внешнего осмотра заготовки необходимо сопоставить с требованиями, изложенными в чертеже анализируемой заготовки и сделать соответствующие выводы.

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

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить чертеж детали, выданной для проектирования заготовки.
2. Выбрать метод штамповки.
3. Выбрать форму заготовки, назначить плоскость разьема, уклоны, радиусы округлений, припуски и допуски на обрабатываемые поверхности
3. Выполнить чертеж /эскиз/ заготовки /поковки/.
4. Изучить чертеж заготовки, выданный для анализа ее качества.
5. Выполнить измерения заданных параметров заготовки и анализ ее качества.
6. Составить отчет.

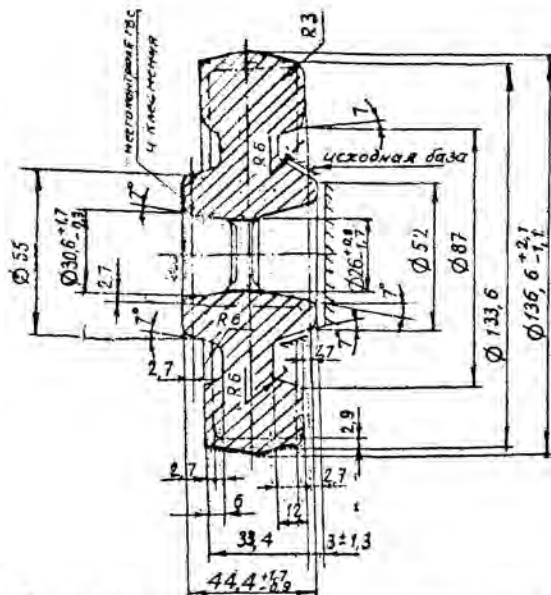


Рис. II. Пример оформления чертежа поковки по ГОСТ 7505-74.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы, основные положения и расчеты по выбору конструктивных элементов поковки.
2. Эскиз /чертеж/ поковки с указанием технических требований.
3. Протокол измерений заданных параметров анализируемой поковки.
4. Результаты анализа качества заготовки и выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие методы штамповки стальных заготовок Вы знаете?
2. При каких условиях возможно получение сквозного отверстия в заготовках штампуемых на КТМ и ГКМ ?
3. Какие требования следует учитывать при выборе плоскости разреза?
4. Какие факторы влияют на величину припусков на обрабатываемые поверхности?
От чего зависит величина предельных отклонений размеров заготовок, получаемых методами штамповки?

5. Каким образом определяют массу поковки ?
6. Каким образом выбирают значения штамповочных уклонов ?
7. Как назначить радиусы закруглений ?
8. Какие формы перемычек вы знаете и от чего они зависят ?
9. Изложите правила оформления чертежа поковки .
10. Какие технические требования следует указать на чертеже заготовки (поковки).
11. Чем отличается штамповка в открытых штампах от штамповки в закрытых штампах ?
12. Каким стандартом регламентируется точность штампованных поволок ? Виды технологического брака и методы его обнаружения.

Литература

1. ГОСТ 7505-74. Поковки стальные штампованные. - М.: Издательство стандартов, 1975, - с.29.
2. Головнев И.Ф. Конструирование кованых и штампованных поволок и деталей. - М.: НТО Машпром, 1963, - с.24
3. Вербицкий Е.И., Добровольский.И.Г. Курсовое проектирование по горячей штамповке. - Мн.: Высшая школа, 1978, - с.208.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 1976, - с.288.

РАБОТА № 6

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ПОПЕРЕЧНО-КЛИНОВОЙ ПРОКАТКИ

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

Основные положения

Методом поперечно-клиновой прокатки рекомендуется изготавливать заготовки из конструкционных сталей, имеющие несколько ступеней со значительными перепадами диаметров /см. рис. Г2/. При этом значительно увеличивается производительность труда по сравнению с обработкой таких деталей методом резания и уменьшается расход металла на 30 - 60 %.

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

Заготовки, полученные методом поперечно-клиновой прокатки, могут быть использованы непосредственно на участках механической обработки или в качестве промежуточных заготовок для штамповки в открытых или закрытых штампах.

Наиболее распространенной схемой поперечно-клиновой прокатки является прокатка цилиндрических поверхностей плоским клиновым инструментом в открытых калибрах. Инструментом служат плоские клинообразные элементы, устанавливаемые на плиты поперечно-клиновых машин, работающих в автоматическом режиме. Штучная заготовка укладывается поперек заходной части на поддерживатель инструмента. Оба инструмента, перемещаясь навстречу друг другу синхронно и параллельно, внедряются в заготовку, вызывая ее вращение /см. рис. Г3/. Инструменты имеют боковые наклонные деформирующие грани формообразующего участка М, которые заставляют перемещаться 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 наклона α и заострения β . На участке прокатки и калибровки Б на мостике К происходит калибровка деформируемого металла по мере его выхода с наклонной грани на калибрующую плоскость мостика.

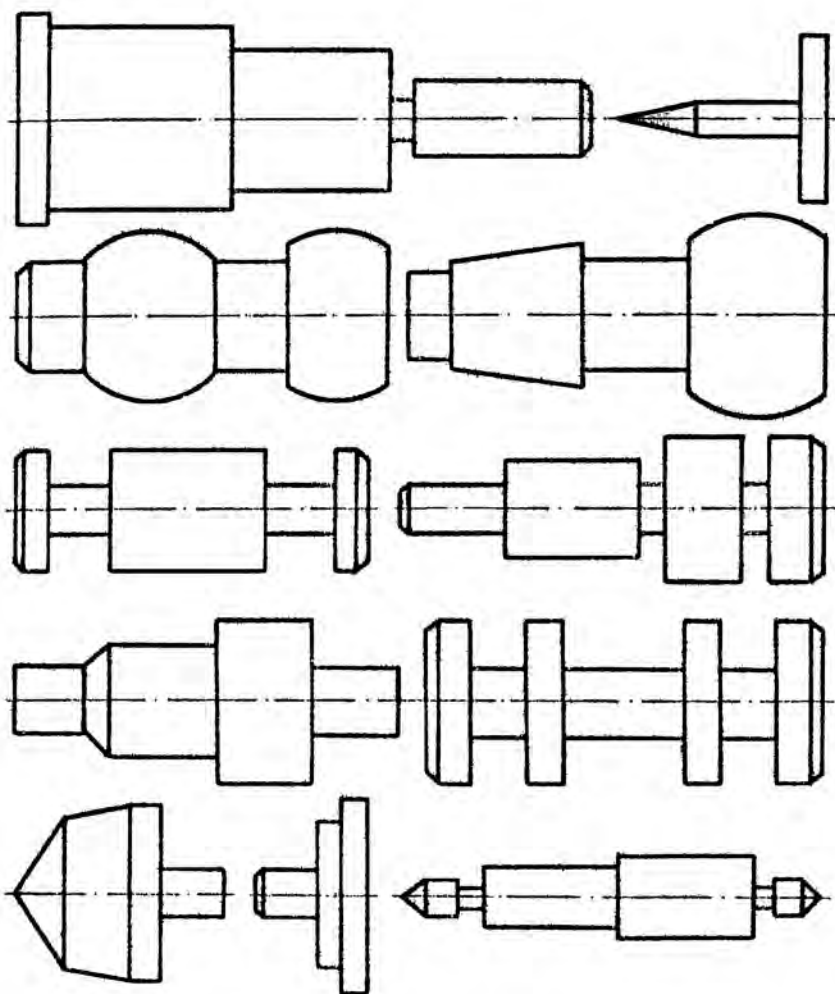


Рис. 12 Детали, получаемые методом поперечно-клиновой прокатки

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°C.

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

$$\epsilon = \frac{d_0}{d_{pi}},$$

где d_0 — диаметр исходной заготовки, мм.; d_{pi} — диаметр заготовки после прокатки. Предельная степень обжатия заготовки за один проход $[\epsilon] = 2$.

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

При поперечно-клиновой прокатке возможны следующие погрешности.

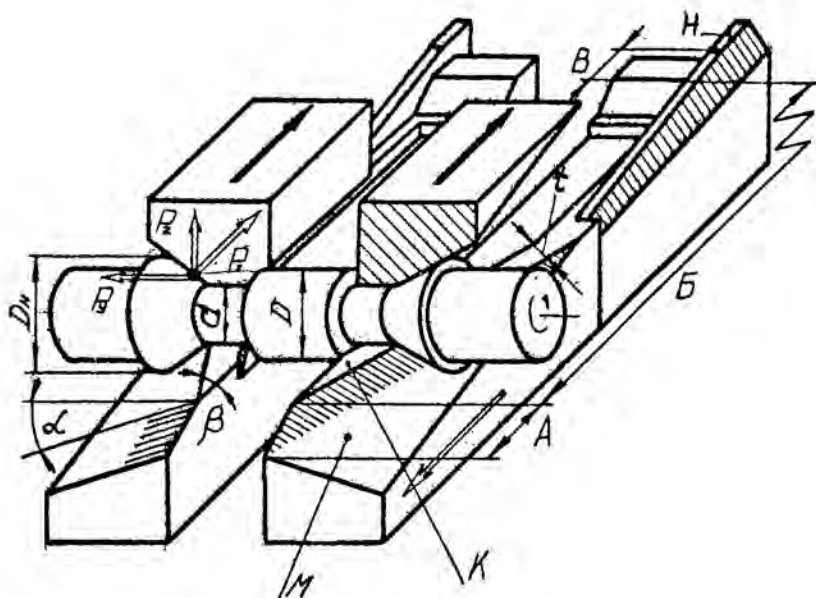


Рис.13 Схема процесса поперечно-клиновой прокатки

К технологическим погрешностям заготовок относятся:

1. Смятие при выходе прокатанных 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 отсутствия на инструменте плавного выхода /уклона/, обеспечивающего постепенное ослабление контакта между прокатываемой заготовкой и инструментом и прокаливанием одного из инструментов относительно заготовки. Последнее обстоятельство может быть причиной характерного для клиновой прокатки вида брака - недоката.

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

Конусность прокатываемых участков и огранка поперечного сечения заготовки объясняется клиновой конотрукцией 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/ определяются: смятие, недокат, смещение заготовки и поперечный закат.

Искривление оси детали определяется путем измерения радиального обiena 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 измеряют диаметры шейки вала в двух крайних сечениях ступени и расстояние между сечениями. Затем по формуле вычисляют конусность.

Огранку измеряют с помощью индикатора часового типа на отдельных ступенях заготовки, установленной на призму с углом 90°.

Индикатор часового типа закрепляется в стойке. Деталь устанавливается на призму ступенью, на которой определяется огранка.

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

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 прокатанной заготовки получают путем прибавления к наибольшим предельным размерам готовой детали припусков $2Z$ для диаметральных размеров и Z для остальных. Значения припусков на сторону Z приведены в табл. 24.

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. 24.

Таблица 24
Радиусы скругления 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 их ширине, превышающей 8 мм.

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

$$es = es_{u1} + es_{u2} + es_p + es_z,$$

$$ei = ei_{u2} + ei_z,$$

где es_{u1} - отклонение на износ рабочего инструмента, мм; es_{u2} , ei_{u2} - отклонения, учитывающие погрешность изготовления рабочего инструмента; es_p - отклонения от параллельности опорных /под инструмент/ поверхностей поперечно-клиновой машины;

Таблица 2.2

Припуски на механическую обработку на сторону для заготовок, получаемых методом поперечно-кленовой прокатки для деталей с шероховатостью $R_{a, \text{ср}} \dots 20$ мкм. [2]

Масса прокатанной заготовки, кг	Диаметр заготовки, мм		Длина прокатанной заготовки, мм						
	До 50	Св. 50	До 120	Св. 120					
До 0,25	0,4	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	1,5
0,63 - 1,60	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6
1,60 - 2,50	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7
2,50 - 4,00	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9
4,00 - 6,30	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	2,1
6,30 - 10,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,2
10,0 - 16,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,3

Примечание: при меньшей шероховатости обрабатываемых поверхностей к припускам прибавляют:

а) при шероховатости $R_{a, \text{ср}} \dots 2,5$ - 0,3...0,5 мм;

б) при шероховатости $R_{a, \text{ср}} \dots 1,25$ и менее - 0,5...0,8 мм.

es_t, ei_t - отклонения по температурному интервалу, учитывающие усадку инструмента.

Допустимые отклонения номинальных продольных размеров - верхнее es_L и нижнее ei_L - определяются по формулам:

$$es_L = es_{uL} + es_{uR} + es_t,$$

$$ei_L = ei_{uR} + ei_c + ei_t,$$

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

Отклонения номинальных размеров заготовок по отдельным элементам приведены в табл. 23 а, б. Приведенные выше зависимости для определения верхних и нижних отклонений продольных размеров распространяются на все "внешние" размеры. Для "внутренних" продольных размеров отклонения рассчитываются по этим же зависимостям, но понимаются затем с обратным знаком.

Допуски на кривизну и коробление заготовки см. табл. 23 б.

Таблица 23

Отклонения размеров заготовок, получаемых поперечно-клиновой прокаткой по 2-му классу точности ГОСТ 7505-74, мм., а / определяемые по массе заготовки /

Масса прокатанной заготовки, кг	es_{uL}	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

б/ определяемые по размерам заготовки /

Диаметр или длина	es_t	ei_t	es_{uL}	ei_{uR}	Кривизна
1	2	3	4	5	6
До 50	+0,05	-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	+0,26	-0,26	+0,09	-0,09	0,6

1	2	3	4	5	6
250 - 360	+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 НВ , 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-килевой прокатки

$$d_p = d_{max} + es_{d_{max}},$$

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

Номинальный диаметр прутка d_0 выбирается из сортамента по ГОСТ 2590-71, как ближайшее большее значения по отношению к d_p . При этом должно выполняться условие

$$d_{max} - ei_{d_{max}} \leq \frac{d_0 - ei_{d_0}}{K_y},$$

где $ei_{d_{max}}$ - нижнее отклонение наибольшего диаметра прокатанной заготовки ; ei_{d_0} - 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_0 определяется по формуле

$$L_0 = 1,27 \cdot \frac{V_0}{(d_0 - 0,5 ei_{d_0})^2}.$$

Объем прутка V_0 вычисляется по формуле

$$V_0 = K_y \cdot V_{п.з} + V_K,$$

где $V_{п.з}$ - объем прокатанной заготовки, подсчитанный по наибольшим предельным размерам; V_K - объем концевых отходов, определяемый по формуле:

$$V_K = 0,75\pi (K_{H1} \cdot d_{K1}^3 + K_{H2} \cdot d_{K2}^3),$$

где d_{K1}, d_{K2} - диаметры концевых элементов изделия, мм;
 K_{H1}, K_{H2} - коэффициенты, определяемые по графику рис. 14, для каждого торца заготовки, /для $\alpha = 20^\circ$ /.

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

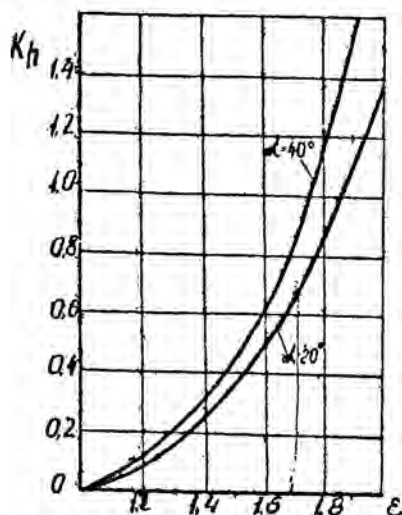


Рис. 14. График зависимости коэффициента K_H от степени обжатия, заготовки ϵ и угла наклона α деформируемой грани клинового инструмента

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 измеряются огранка, кривизна и конусность заготовки?
10. Как рассчитывается коэффициент использования материала?

Л и т е р а т у р а

1. Клушин В.А., Макушок Е.М., Шукин В.И. Советничествование 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, -99 с.

Работа № 6

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ ЗАГОТОВОК

Цель работы – приобретение практических навыков оценки качества (точности основных размеров и состояния сварных швов) сварных заготовок и освоение методики их проектирования.

Работа рассчитана на два академических часа.

1. 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 производства 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 ЦСУ СССР к 1980 году в СССР производство сварных конструкций составило около 80 млн. 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. 24.

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 24

Свариваемость стали в зависимости от отношения легирующих примесей к содержанию углерода

Сумма приме- сей в %	Свариваемость при содержании углерода в %				
	хорошая	удовлетворит.	ограниченная	плохая	
До I	До 0,25	0,25 - 0,3	0,3 - 0,45	Свыше 0,45	
I - 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, горячей между электродом и свариваемыми деталями. Электрическая дуга или электрический разряд в газовом промежутке характеризуется:

- низким напряжением на электродах (25-40 В);
- высокой температурой столба дуги (8000-10000°С);
- 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 малой толщины (до 3 мм) и специальных марок сталей. Однако в этом случае требуются более сложная и дорогостоящая аппаратура, увеличивается расход электроэнергии, в результате повышается себестоимость сварки.

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

Сравнительные данные некоторых показателей источников питания даны в табл.25.

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 25

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 оварного 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, наплывы, поры, шлаковые и окисные включения, а также дефекты формы швов.

2. Методические указания

2.1. 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 до сварки, 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 (отдаленно 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.

2.2. Конструирование сварной заготовки

Конструирование сварной заготовки выполняется в три этапа.

1. Производится анализ чертежа детали. При этом изучаются: марка отали, ее свариваемость и возможность расчленения детали на простейшие элементы, технические требования на изготовление 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 оконча-

тельной 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 обозначением сварных швов по ГОСТ 2.312-72 (см. п. 2.4.), простановкой размеров с допусками и шероховатости 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. 29 - 32

2.3. 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. 28). Затем назначают режим сварки: выбирают 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 потолочном швах диаметр электрода не должен превышать 4 мм. Чем больше толщина свариваемого металла, тем больше должен быть диаметр электрода (см. табл. 26).

Таблица 26

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. 27 с учетом коэффициента наплавки, характеризующего производительность сварки. Наиболее часто применяемые в машиностроении типы и марки электродов см. в таблице 27.

Таблица 27

Характеристики электродов и их назначения

Тип электрода	Марка электрода	Механические свойства металла шва			Коефф. наплавления г/А.ч.	Род тока	Назначение электрода
		σ_T МПа	σ_B МПа	α_H кДж/м ²			
Э42	СМ-5	320	450	1200	7,2	П,Пер.	I
	АНО-5	360	470	1400	11	П,Пер.	I
	АНО-8	330	450	1400	8,5	П,Пер.	I
	АНО-1	380	460	1300	15	П,Пер.	I, 2
Э42А	УОНИ 13/45	360	450	2200	8,5	ПО	Ia, 2a
	СМ-11	360	480	2200	9,5	ПО,Пер.	I, 2
	УП 2/45	380	460	2400	10	ПО,Пер.	Ia, 2a
	ОЗС-2	380	460	1800	8,5	ПО,Пер.	Ia, 2a
Э46	АНО-4	370	480	1500	8,3	П,Пер.	I
	МР-3	380	480	1500	7,8	ПО,Пер.	Ia
Э50	УОНИ 13/55	420	520	2000	9	ПО	Ia, 2a
	УП-1/55	400	540	2400	10	ПО,Пер.	Ia, 2a
	УП-2/55	400	540	2400	10	ПО,Пер.	Ia, 2a
	К-5А	-	520	1500	9	ПО,Пер.	I, 2

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

В графе "Назначение электрода" I - для сварных конструкций из низкоуглеродистых сталей, Ia - для сварных конструкций наиболее ответственных из низкоуглеродистых сталей, 2 - для сварных конструкций из низколегированных сталей и 2a - для наиболее ответственных и напряженных сварных конструкций из низколегированных сталей.

Электродные стержни обычно изготавливаются из проволоки марок Св-08 и Св-08А, Св-08ГА, Св-10ГА, Св-10Г2.

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-легированными

покрытиями предел прочности сварного шва несколько 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:

$$j = (20 + 6d_3)d_3,$$

где j - сила тока, А; d_3 - диаметр электрода, мм.

В зависимости от требуемой силы сварочного тока, толщины стенок свариваемой заготовки и заданного качества сварного шва выбирается 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-306, 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:

$$T_0 = \frac{60 \cdot F \cdot \ell \cdot \rho}{K_n \cdot j},$$

где F - площадь поперечного сечения шва, см²; ℓ - длина шва, см; ρ - плотность наплавленного металла, г/см³; K_n - коэффициент наплавки (по табл.27), г/А·ч; j - 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 28

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

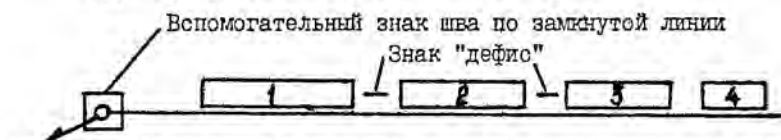
Обозначение шва	Конструктивные элементы		S	с = в или h	e не более или К	q
	подготовленных кромок деталей	шва сварного соединения				
У6			4	I ± I	12	0,5 ^{+1,0} _{-0,5}
			6		16	
			8	2 ⁺¹ ₋₂	18	0,5 ^{+2,0} _{-0,5}
			10		22	
У9			12-14	2 ⁺¹ ₋₂	28	0,5 ^{+2,0} _{-0,5}
			16-18		32	
			20-22		36	
			24-26		42	
Т3			5-6	0 ⁺²	4 ⁺² ₋₁	
			7-9		5 ⁺² ₋₁	
			10-15		6 ⁺² ₋₁	
			16-21		7±2	
Т6			12-14	5-6	16	3
			16-18	7-8	18	5
			20-22	9-10	20	
			24-26	11-12	24	

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

Шов сварного соединения независимо от способа сварки условно изображают: видимый – сплошной основной 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 Δ и размер катета согласно стандарту на типы и конструктивные элементы швов сварных соединений;

4 – вспомогательные знаки;

Условное обозначение шва наносят:




- на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны;
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны.

Примечания. 1. За левую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку.

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

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

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов:

-  – усиление шва снять;
-  – наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу;
-  – шов по замкнутой линии. Диаметр знака 3...5 мм;

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

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности гва наносят на полке 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 предъявляются одни и те же технические требования.

Таблица 29

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 30
Припуски на фрезерование плоскостей шириной до 200 мм

Толщина, мм	Припуск на толщину при длине заготовки			
	черновое фрезерование		чистовое фрезерование после чернового	
	до 100 мм	св. 100 мм до 250 мм	до 100 мм	св. 100 мм до 250 мм
св. 6 до 30	1,0	1,2	0,7	1,0
св. 30 до 50	1,0	1,5	1,0	1,0
св. 50	1,5	1,7	1,0	1,3

Допуск на толщину для чернового фрезерования по $\text{H}14$, для чистового - по $\text{H}11$

Таблица 31
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 по $\text{H}12$, на чистовое - по $\text{H}10$.

Таблица 32
Припуски на подрезание торцов

Диаметр детали, мм	Длина детали, мм			
	до 18	св. 18 до 50	св. 50 до 120	св. 120 до 250
до 30	0,4	0,5	0,7	0,8
св. 30 до 50	0,5	0,6	0,7	0,8
св. 50 до 120	0,6	0,7	0,8	1,0

Допуск на подрезание торцов по $\text{H}12$.

3. Последовательность выполнения работы

1. Вычертить эскиз анализируемой заготовки с указанием контролируемых размеров разделок и швов. Установить критерии оценки состояния сварных швов.

2. Произвести измерения геометрических параметров разделок и швов и результаты занести в таблицу.

3. Произвести оценку качества составных частей сварной заготовки, качества сборки и сварки.

4. Дать краткую характеристику качества подготовки составных частей, сборки и сварки.

5. Провести анализ чертежа детали, полученного в соответствии с заданием, с целью определения степени свариваемости металла заготовки и возможности расчленения ее на простые элементы.

6. Наметить типы сварных соединений и формы подготовки кромок под сварку.

7. Назначить припуски на поверхности, подлежащие обработке после сварки заготовки.

8. Выполнить эскизы составных частей заготовки с простановкой размеров, допусков и шероховатости поверхностей.

9. Составить эскиз сварной заготовки с указанием размеров, допусков на размеры, шероховатости поверхностей и технических требований.

10. Выбрать тип, марку и диаметр электродов, определить необходимую силу сварочного тока, его род и полярность.

11. Выбрать источник питания электрической дуги.

12. Рассчитать основное время, необходимое для сварки заготовки.

4. Содержание отчета

1. Название работы

2. Содержание задания

3. Эскиз анализируемой заготовки

4. Таблица измерений параметров разделок и швов.

5. Результаты анализа качества подготовки составных частей, сборки и сварки.

6. Эскизы отдельных элементов проектируемой сварной заготовки и эскиз спроектированной сварной заготовки.

7. Тип и марка электрода.

8. Расчет силы сварочного тока.

9. Сварочное оборудование.
10. Расчет основного времени.
11. Выводы.

5. 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 сварных 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, 1968,—с. 552.
2. Технология металлов и других конструкционных материалов /Учебное пособие для механических специальностей втузов машиностроительного профиля /Под общей ред. А.М. Дмитриевича.—Мн.: Высшая школа, 1973,—с. 528.

СОДЕРЖАНИЕ

Работа 1.	Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых отливкой в земляные формы /В.В. Бабук, С.Г. Божан /	3
Работа 2.	Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых литьем в кокиль / А.М. Медведев /	II
Работа 3.	Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых методом порошковой металлургии /Е.И. Сташевская /	24
Работа 4.	Анализ качества и проектирование поковок, штампуемых на молотах, прессах и ГУМ / М.М. Кане /	39
Работа 5.	Анализ качества и проектирование заготовок, получаемых методом поперечно-клиновой прокатки / Карпенко Г.В. /	52
Работа 6.	Анализ качества и проектирование сварных заготовок / В.И. Романенко, В.А. Шкред /	62

Валентин Владимирович БАБУК
Виктор Андреевич ШКРЕД
Анатолий Иванович МЕДВЕДЕВ и др.

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по курсу "Проектирование и производство заготовок"

Редактор Л.В.Иванова

Подписано в печать 17.06.85. АТ 17200

Формат 60x84^I/16. Бумага т. № 2. Офс.печать.

Усл.печ.л. 3,9. Уч.-изд.л.3,5. Тир.300.Зак.836. Цена 10 коп.

Отпечатано на ротэпринте БИИ. 220027, Минск, Ленинский пр., 65.