

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА МАШИНОВЕДЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению *лабораторной работы №1*
по дисциплине **“Технология материалов”**

*для студентов специальностей Т.03.01 “Технология,
оборудование и автоматизация машиностроения” и
Т.04.02 “Эксплуатация транспортных средств”*

Брест 2001

В методических указаниях изложена методика определения параметров литейного производства заготовок деталей машин в песчаных формах.

Лабораторная работа предусмотрена учебной программой дисциплины “Технология материалов” для студентов специальностей Т.03.01 “Технология, оборудование и автоматизация машиностроения” и Т.04.02 “Эксплуатация транспортных средств”.

Составители: Мирошниченко И.А., старший преподаватель
Хоронжевский Ю.А., старший преподаватель

Рецензент: Плющев Ю.И. – зам.главного инженера Брестского машиностроительного завода.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

«Разработка отдельных этапов производства отливок в песчаных формах»

Цель работы

Целью работы является расчет отдельных этапов технологического процесса изготовления отливки в разовой песчано-глинистой литейной форме.

Задание: в соответствии с вариантом индивидуального задания (рис. 1, табл.1) необходимо разработать этапы технологического процесса получения отливки будущей детали в виде пустотелого усеченного конуса с фланцами литьем в песчано-глинистую разовую форму.

В представленном отчете по лабораторной работе необходимо привести следующие данные:

- 1) Начертить эскиз детали с указанием всех требований чертежа;
- 2) Выбрать положение отливки в форме с назначением плоскости разъема модели и формы;
- 3) Выбрать допуски линейных размеров отливок и припуски на механическую обработку;
- 4) Назначить формовочные уклоны модели;
- 5) Нанести припуски и уклоны на эскиз детали;
- 6) Выбрать контур стержней и их знаковые части;
- 7) Рассчитать литниковую систему;
- 8) Начертить эскиз литейной формы в сборе.

Рис.1. Чертеж детали.

Таблица 1.

ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

№ варианта	Размеры детали, мм								Материал	Тип модели	Тип формы	Класс точности
	Д1	Д2	Д3	Д4	К	L	М	δ				
1	120	60	80	180	20	230	25	15	сч	дер	Ф1	7
2	130	60	95	190	20	240	20	15	сч	мет	Ф2	8
3	125	40	95	190	25	225	30	20	кч	пл	Ф3	9
4	140	45	60	170	20	250	25	15	кч	дер	Ф1	10
5	115	45	80	170	25	260	30	25	ст	дер	Ф2	11
6	110	50	80	170	25	230	25	20	кч	мет	Ф3	12
7	120	60	90	200	20	230	25	15	кч	мет	Ф1	8
8	135	55	90	180	25	250	30	20	сч	дер	Ф2	9
9	140	65	100	200	30	280	35	25	ст	пл	Ф3	10
10	130	65	90	200	30	230	30	25	вч	пл	Ф1	11
11	160	70	110	220	20	260	25	15	вч	мет	Ф2	12
12	140	70	100	200	25	260	30	20	ст	дер	Ф3	7 _т
13	130	60	90	180	30	240	35	25	кч	дер	Ф1	7
14	120	60	85	190	20	240	25	15	сч	мет	Ф2	8
15	125	60	90	180	25	230	30	15	сч	мет	Ф3	9
16	140	60	80	160	15	200	20	20	ст	дер	Ф1	10
17	150	70	90	170	15	210	25	25	ст	дер	Ф2	11
18	160	80	100	180	20	220	20	20	ст	дер	Ф3	11
19	170	90	110	190	20	230	25	20	ст	дер	Ф1	12
20	180	100	120	200	25	240	30	25	сч	мет	Ф2	13
21	190	110	130	210	25	250	30	25	сч	мет	Ф3	13
22	200	120	140	220	30	260	35	25	сч	мет	Ф1	12
23	210	130	150	230	30	270	35	25	сч	мет	Ф2	11
24	220	140	160	240	25	280	30	20	кч	мет	Ф3	11
25	230	150	170	250	25	290	25	20	кч	пл	Ф1	11
26	240	160	180	260	20	300	30	20	кч	пл	Ф2	10
27	250	170	190	270	20	310	25	20	кч	пл	Ф3	10
28	260	180	200	280	15	320	20	30	вч	пл	Ф1	9
29	270	190	210	290	15	330	20	30	вч	пл	Ф2	9
30	280	200	220	300	30	340	30	30	вч	пл	Ф3	8

Примечание: сокращенные обозначения:

сч – серый чугун, кч – ковкий чугун, вч – высокопрочный чугун, ст – сталь литейная;

дер – деревянная, мет – металлическая, пл – пластмассовая;

Ф1 – сырая форма, Ф2 – сухая форма, Ф3 – твердеющая в контакте с оснасткой.

1. Выбор положения отливки в форме

Разработку технологии получения отливки следует начинать с изучения чертежа и выяснения ответственных частей детали. Ответственные обрабатываемые поверхности детали желательно располагать в литейной форме внизу или вертикально. Выбирая положение следует учитывать, что наиболее массивные части отливки или преобладающая ее часть должны располагаться в нижней части литейной формы.

Учитывая сложность отливки, модель изготавливают разъемной или неразъемной. Разъемная модель может состоять из двух или более частей.

На эскизе детали плоскость разъема модели (М) и формы (Ф) показывают отрезком или ломанной основной сплошной линией и указывают буквенное обозначение разъема - МФ (рис. 2). Направление разъема показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линии разъема.

При применении неразъемных моделей указывают только разъемы формы – Ф (рис. 3). Положение отливки в форме обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разъема формы (рис. 2, 3)

Рис.2. Обозначение разъема модели (М) и формы (Ф).

Рис.3. Обозначение разъема формы при неразъемной модели.

2. Назначение допусков и припусков на механическую обработку отливки

После выбора положения отливки в форме на чертеж детали наносят припуски на механическую обработку отливки, припуски на усадку и формовочные уклоны. Допуски линейных размеров (прил., табл.2) зависят от номинального размера отливки и классов точности, которые в свою очередь зависят от способа литья, максимального размера отливки и материала (прил., табл.1).

Основной припуск на механическую обработку определяется по величине допуска размеров отливки и величиной ряда припуска (прил., табл.3). На нижние и вертикальные (боковые) поверхности основной припуск назначают в соответствии с допуском и рядом. Припуск на верхние поверхности рекомендуется увеличивать до значения, соответствующего следующему ряду. Такое назначение припуска связано с всплыванием к верхним поверхностям рыхлых шлаковых и газовых включений, явлениями усадки при затвердевании отливки.

Припуск в последующем будет удален механической обработкой со снятием стружки, например, на токарных, фрезерных, строгальных и т. п. станках.

Дополнительный припуск, компенсирующий отклонение расположения элементов отливки, такие как коробление, смещение по плоскости разъема, погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно базы обработки, следует назначать если наибольшее из предельных отклонений превышает половину допуска на соответствующий размер отливки.

Предельное отклонение смещения определяется в зависимости от класса точности и расстояния между центрирующими устройствами формы (прил., табл.4).

Предельное отклонение коробления (прил., табл.5) определяется в зависимости от степени коробления (прил., табл.6).

Общий припуск на обработку следует устанавливать равным сумме основного и дополнительного припусков (прил., табл.7).

Мелкие отверстия, впадины и т. п., невыполняемые при литье на чертеже отливки перечеркиваются сплошной тонкой линией (это напуск).

Данные, необходимые для построения чертежа отливки, сводятся в таблицу:

Размер детали, мм	Допуски размеров, мм	Основной припуск, мм	Дополнительный припуск, мм	Размер отливки, мм

3. Назначение формовочных уклонов модели

Формовочные уклоны модельного комплекта вертикальных поверхностей предназначены для свободного извлечения модели из песчаной смеси после формования и литейных стержней из стержневых ящиков. Они регламентированы ГОСТом 3212-80. При применении песчано-глинистых смесей уклоны назначают в зависимости от диаметра или минимальной ширины углубления и высоты формообразующей поверхности (прил., табл.8).

В зависимости от требований, предъявляемых к поверхности отливки, формовочные уклоны следует выполнять:

- на обрабатываемых поверхностях отливки сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размеров отливки;
- на необрабатываемых поверхностях отливки за счет увеличения или уменьшения размеров отливки. Данные по литейным уклонам сводим в таблицу:

Высота основной формообразующей поверхности, мм.	Формовочный уклон при применении комплекта (мет., дер., пл.)

Уклон стенок стержневого ящика при высоте стержня до 150 мм., рекомендуется брать равным 6° , при высоте 151-250 мм. – 5° , при высоте 250 мм. – 3° [1].

4. Нанесение припусков и уклонов на эскиз детали

Припуски на механическую обработку на чертеже изображают сплошной тонкой линией, параллельной обрабатываемой поверхности. Изображение припуска заканчивают сходящимися линиями. Величину припуска на механическую обработку указывают цифрой (в мм.) перед знаком шероховатости детали. Формовочные уклоны и припуски проставляются на чертеже детали (рис.4)

Рис.4. Обозначение припусков и уклонов.

5. Окраска и маркировка модельного комплекта

Для предохранения деревянных моделей и стержневых ящичков от набухания и предотвращения прилипания к ним формовочных и стержневых смесей их покрывают различными красками. Цвет краски показывает назначение комплекта (для отливок из чугуна – красный, стали – серый, цветных сплавов – желтый). По краске основного цвета наносят различные условные обозначения и маркировку модельного комплекта.

6. Выбор контура литейных стержней и знаковых частей

Литейные стержни предназначены для формирования полости в отливке или в отдельных ее частях. Мелкие же отверстия, пазы и выемки получают при последующей механической обработке сверлением, точением, строганием, фрезерованием. Стержни повторяют конфигурацию внутренней полости отливки, имеют знаковые части (знаки), с помощью которых они закрепляются в литейной форме. Размеры знаков и зазоры между ними и формой S_1, S_2, S_3 определяются по ГОСТу 3606-80. Длина знака определяется в зависимости от диаметра стержня, типа формы (сырая или сухая) и длины стержня (прил., табл.9).

Формовочные уклоны знаковых частей определяются в зависимости от высоты знака и расположения в форме (прил., табл.10). Зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержней назначают в зависимости от высоты знака и типа модельного комплекта (прил., табл.11). Стержни в разрезе штрихуют только у контурных линий (рис. 5).

Рис. 5. Обозначение контура стержней и зазоров.

7. Проектирование и расчет литниковой системы

Литниковая система – это система каналов и устройств для подвода в определенном режиме жидкого металла в полость литейной формы, для отделения неметаллических включений и обеспечения питания отливки при затвердевании. Она включает, как правило, следующие элементы:

стояк – вертикальный канал, соединяющий литниковую чашу (или воронку) со шлакоуловителем;

шлакоуловитель – горизонтальный трапецеидальный канал, соединяющий стояк с питателями и задерживающий шлак и неметаллические включения;

питатель – горизонтальный канал, соединяющий шлакоуловитель с полостью формы;

выпор – вертикальный канал, расположенный в самой верхней части полости формы, служащий для вывода газов из формы, а также для наблюдения за ходом заливки;

прибыль – элемент системы, служащий для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки;

литниковая чаша (воронка) – элемент системы для приема жидкого металла и его направления в стояк или непосредственно в форму.

Элементы литниковой системы показаны на рисунке 6.

Рис. 6. Элементы литниковой системы.

1 – чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатели; 5 – отливка; 6 – прибыль.

После выбора типа литниковой системы (бывает горизонтальная, вертикальная, верхняя, дождевая, сифонная) и места подвода металла к отливке рассчитывают площади поперечных сечений и определяют размеры элементов литниковой системы из условия заполнения формы за оптимальное время τ (с), рассчитываемое по формуле:

$$\tau = S^3 \sqrt{\delta G}, \quad (1)$$

где S – коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава и тип литниковой системы (прил., табл.12);

δ – преобладающая или средняя толщина стенки отливки, мм;

G – общая масса отливки, литников и прибылей, кг.

(масса литниковой системы и припусков для отливок из серого чугуна составляет до 20% от массы детали, для ковкого чугуна 40% ... 60% и для стального литья 40% ... 100%).

Масса детали G^* (кг) определяется по формуле:

$$G^* = V_{\text{дет}} \rho, \quad (2)$$

где $V_{\text{дет}}$ – объем детали, м³;

ρ – плотность сплава, кг/м³ ($\rho_{\text{стали}}=7700$ кг/м³, $\rho_{\text{чугуна}}=7000$ кг/м³).

Площадь сечений питателей $F_{\text{п}}$ (м²) определяют в зависимости от способа заливки металла в форму. Например, при заливке из поворотных ковшей $F_{\text{п}}$ определяется по формуле :

$$F_{\text{п}} = \frac{G}{\mu \tau \sqrt{2gH_{\text{ср}}}}, \quad (3)$$

где G – общая масса отливки, литников и прибылей, кг;

μ – общий коэффициент расхода в литниковой системе (прил., табл.13);

g – ускорение свободного падения, м/с² ;

$H_{\text{ср}}$ – средний гидростатический напор (м), определяемый по формуле:

$$H_{\text{ср}} = H_{\text{ст}} - \frac{h_{\text{в}}^2}{2h_0}, \quad (4)$$

где $H_{\text{ст}}$ – высота стояка от уровня чаши до питателя, (м);

$h_{\text{в}}$ – высота части отливки от питателя до ее самой высокой точки, (м);

h_0 – общая высота отливки, (м).

Все обозначения приведены на рис. 7.

Рис. 7. К расчету литниковой системы.

Площади поперечных сечений шлакоуловителя $F_{ш}$ и стояка $F_{ст}$ определяются из соотношения $F_{п} : F_{шл} : F_{ст}$ в зависимости от материала отливки (прил., табл.14).

В зависимости от площади поперечных сечений шлакоуловителя и питателя определяют их размеры (прил., табл.15, 16). Длину питателя берут в пределах 10–50 мм.

8. Определение размеров и конструкции литейной формы

Размеры опок определяются по рекомендуемой толщине слоёв формовочной смеси на различных участках смеси (прил., табл. 17).

Полученные данные позволяют определить минимальные размеры опок, которые окончательно уточняются по ГОСТ 2133-75 (прил., табл.18,19), при этом расчётные значения увеличивают до ближайшего большего регламентированного размера.

Литейную форму, состоящую из двух полуформ, изготавливают по разъемной модели в такой последовательности: на модельную плиту устанавливают нижнюю половину модели, модели питателей и опоку, в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют. Опоку поворачивают на 180° , устанавливают верхнюю половину модели, модели шлакоуловителя, стояка и выпоров. По центрирующим штырям устанавливают верхнюю опоку, засыпают формовочную смесь и уплотняют. После извлечения модели стояка и выпоров форму раскрывают. Из полуформ извлекают модели и модели питателей и шлакоуловителей, в нижнюю полуформу устанавливают стержень и накрывают нижнюю полуформу верхней. После заливки расплавленного металла и его затвердевания литейную форму разрушают и извлекают отливку.

Рис. 8. Модель верха отливки на модельной плите.

Рис.9. Литейная форма в сборе:
1 – верхняя опока, 2 – прибыль, 3 – газоотводные наколы, 4 – верхняя полуформа, 5 – нижняя плуформа, 6 – литейный стержень, 7 – стояк, 8 – нижняя опока, 9 – центрирующее ушко.

Контрольные вопросы

1. Обоснуйте выбор положения отливки в форме.
2. Поясните понятия "допуск размера" и "припуск", от чего они зависят.
3. В каких случаях назначается дополнительный припуск?
4. Правило нанесения припусков на эскиз детали.
5. Для чего предназначены формовочные уклоны?
6. С какой целью окрашивается модельный комплект?
7. Для чего предназначены литейные стержни?

8. Какие элементы входят в литниковую систему?
9. В условиях какого производства выполнена ваша отливка?
10. Последовательность операций изготовления литейной формы.

Рекомендуемая литература

1. В. К. Могилев, О. И. Лев. Справочник литейщика. М.: Машиностроение, 1988.
2. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
3. ГОСТ 2.423-73 Правила выполнения чертежей элементов литейной формы и отливки.
4. ГОСТ 3606-80. Комплекты модельные, стержневые знаки, основные размеры.
5. ГОСТ 3212-80. Комплекты модельные. Уклоны формовочные.
6. В. А. Васильев, А. В. Васильев. Справочник литейщика, 2-е изд. переработанное и доп. Донецк: Донбас, 1983.
7. Г. Г. Абрамов. Справочник молодого литейщика. 2-е изд. переработанное и доп. М.: Высшая школа, 1983.

Приложения

Таблица 1.

Классы точности размеров и масс и ряды припусков на механическую обработку отливок для различных способов литья.

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип металлов и сплавов		
		Цветные с температурой плавления ниже 700°C	Цветные с температурой плавления выше 700°C, серый чугун	Ковкий, высокопрочный и легированный чугун, сталь
		Классы точности размеров и масс отливок и ряды припусков		
Литьё под давлением в металлические формы	До 100	$\frac{3т-5}{1}$	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1}$
	Св. 100	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1}$	$\frac{5т-7}{1}$
Литьё в керамические формы по выплавляемым и выжигаемым моделям	До 100	$\frac{3-6}{1}$	$\frac{4-7т}{1-2}$	$\frac{5т-7}{1-2}$
	Св. 100	$\frac{4-7}{1-2}$	$\frac{5т-7}{1-2}$	$\frac{5-8}{1-2}$
Литьё в кокиль под низким давлением в металлические формы без и с песчаными стержнями, литьё в песчаные формы, отверждаемые в контакте с оснасткой	До 100	$\frac{4-9}{1-2}$	$\frac{5т-10}{1-3}$	$\frac{5-11т}{1-3}$
	Св. 100 до 630	$\frac{5т-10}{1-3}$	$\frac{5-11т}{1-3}$	$\frac{6-11}{2-4}$
	Св. 630	$\frac{5-11т}{1-3}$	$\frac{6-11}{2-4}$	$\frac{7т-12}{2-5}$
Литьё в песчаные формы, отверждаемые вне контакта с оснасткой, центробежное, в сырые и сухие песчано – глинистые формы	До 100	$\frac{6-11}{2-4}$	$\frac{7т-12}{2-4}$	$\frac{7т-13}{2-5}$
	Св. 100 до 4000	$\frac{7-12}{2-4}$	$\frac{8-13т}{3-5}$	$\frac{9т-13}{3-6}$
	Св. 4000	$\frac{8-13т}{3-5}$	$\frac{9т-13}{3-6}$	$\frac{9-14}{4-6}$

Примечание:

1. В числителе указаны классы точности размеров и масс, в знаменателе – ряды припусков. Меньшие их значения относятся к простым отливкам, изготовленным в условиях массового автоматизированного производства; большие – к сложным отливкам, изготовленным в условиях мелкосерийного и единичного производства; промежуточные – к отливкам средней сложности, изготовленным в условиях механизированного производства.
2. Классы точности масс следует принимать таким образом, чтобы они соответствовали классам точности поковок.

Таблица 2.

Допуски размеров отливок.

Интервалы номинальных размеров, мм	Допуск размеров отливок, мм, не более, для классов точности размеров отливок													
	7Г	7	8	9Г	9	10	11Г	11	12	13Г	13	14	15	16
До 4	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	-	-	-	-	-	-
Св. 4 до 6	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	-	-	-	-	-
6...10	0,5	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	-	-	-
10...16	0,56	0,7	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	-	-
16...25	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12
25...40	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14
40...63	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16
63...100	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18
100...160	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20
160...250	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18	22
250...400	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16	20	24

Таблица 3.

Основной припуск.

Допуски размеров отливок	Основной припуск для рядов, не более, мм					
	1	2	3	4	5	6
Св. 0,40 до 0,50	0,8	1,1	1,5	2,0	3,0	-
	1,0	1,4	2,0	2,6	3,4	
0,50...0,60	0,9	1,2	1,6	2,2	3,2	-
	1,2	1,6	2,2	2,8	3,6	
0,60...0,80	1,0	1,3	1,8	2,4	3,4	4,4
	1,4	1,8	2,4	3,0	3,8	5,0
0,80...1,0	1,1	1,4	2,0	2,6	3,6	4,6
	1,6	2,0	2,8	3,2	4,0	5,5
1,0...1,2	1,2	1,6	2,2	2,8	3,8	4,8
	2,0	2,4	3,0	3,4	4,2	6,0
1,2...1,6	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0
	2,4	2,8	3,2	3,8	4,6	6,5
1,6...2,0	2,0	2,4	2,8	3,4	4,2	5,5
	2,8	3,2	3,6	4,2	5,0	7,0
2,0...2,4	2,4	2,8	3,2	3,8	4,6	6,0
	3,2	3,6	4,0	4,6	5,5	7,5
2,4...3,0	2,8	3,2	3,6	4,2	5,0	6,5
	3,6	4,0	4,5	5,0	6,5	8,0
3,0...4,0	3,4	3,8	4,2	5,0	5,5	7,0
	4,5	5,0	5,5	6,5	7,0	9,0
4,0...5,0	4,0	4,4	5,0	5,5	6,0	8,0
	5,5	6,0	6,5	7,5	8,0	10,0
5,0...6,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	9,0
	7,0	7,5	8,0	8,0	9,5	11,0
6,0...8,0	-	6,5	7,0	7,5	8,5	10,0
		9,5	10,0	11,0	12,0	13,0
8,0...10,0	-	-	9,0	10,0	11,0	12,0
			12,0	13,0	14,0	15,0
10,0...12,0	-	-	10,0	11,0	12,0	13,0
			13,0	14,0	15,0	16,0

Таблица 4.

Предельное отклонение смещения.

L _{ц.у.} , мм	7Т - 7	8 – 9Т	9 - 10	11Т–11	12-13Т	13-14	15-16
До 630	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0
630...1600	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4
1600...4000	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0
Св. 4000	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,0	4,0

Примечание: L_{ц.у.} - расстояния между центрирующими устройствами формы.

Таблица 5.

Предельное отклонение коробления.

L _г , мм	Предельные отклонения коробления, ± мм, для степеней коробления отливок									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До 100	-	-	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,4	0,6
Св.100 до 160	-	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,6	1,0
160...240	-	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,0	1,6
240...400	-	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,6	2,1
400...630	-	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,1	4,0
630...1000	0,10	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,10	4,0	6,0
1000...1600	0,16	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,10	4,00	6,0	10,0
1600...2400	0,24	0,40	0,60	1,00	1,60	2,10	4,00	6,00	10,0	16,0
2400...4000	-	0,60	1,00	1,60	2,10	4,00	6,00	10,00	16,0	24,0
4000...6300	-	-	1,60	2,10	4,00	6,00	10,00	16,00	24,0	40,0
6300...10000	-	-	-	4,00	6,00	10,00	16,00	24,00	40,0	60,0

Примечание: L_г – наибольший габаритный размер отливки.

Таблица 6.

Степень коробления.

Отношение наименьшего габаритного размера отливки к наибольшему	Св. 0,20	0,20...0,10	0,10...0,06	До 0,06
Степень коробления (элемента отливки)	1...7	2...8	3...9	4...10

Примечание: меньшие значения степеней коробления относятся к простым отливкам из лёгких цветных сплавов, не подвергаемых термообработке; большие значения – к сложным, термообрабатываемым отливкам из чёрных сплавов.

Таблица 7.

Дополнительный припуск.

Допуски размеров отливок	Наибольшая погрешность расположения	Дополнительный припуск
1	2	3
Св. 0,50 до 0,60	0,25...0,50	0,1
	0,50...0,60	0,3
	0,60...0,80	0,4
	0,80...1,00	0,6
	1,00...2,00	1,0
0,60...0,80	0,30...0,50	0,1
	0,50...0,60	0,2
	0,60...0,80	0,4
	0,80...1,00	0,5
	1,00...1,20	0,8
	1,20...1,60	1,2

Продолжение таблицы 7.

1	2	3
0,8...1,0	0,4...0,6	0,1
	0,6...0,8	0,2
	0,8...1,0	0,4
	1,0...1,2	0,6
	1,2...1,6	1,0
	1,6...2,0	1,6
1,0...1,2	0,5...0,8	0,2
	0,8...1,0	0,3
	1,0...1,2	0,5
	1,2...1,6	0,8
	1,6...2,0	1,2
	2,0...2,4	2,0
1,2...1,6	0,6...1,0	0,2
	1,0...1,2	0,3
	1,2...1,6	0,6
	1,6...2,0	1,0
	2,0...2,4	1,6
	2,4...3,0	2,4
1,6...2,0	0,8...1,2	0,2
	1,2...1,6	0,3
	1,6...2,0	0,8
	2,0...2,4	1,2
	2,4...3,0	2,0
	3,0...4,0	3,0
2,0...2,4	1,0...1,6	0,3
	1,6...2,0	0,4
	2,0...2,4	1,0
	2,4...3,0	1,6
	3,0...4,0	2,4
	4,0...5,0	4,0
2,4...3,0	1,2...2,0	0,3
	2,0...2,4	0,5
	2,4...3,0	1,2
	3,0...4,0	2,0
	4,0...5,0	3,0
	5,0...6,0	5,0
3,0...4,0	1,5...2,4	0,4
	2,4...3,0	0,6
	3,0...4,0	1,6
	4,0...5,0	2,4
	5,0...6,0	4,0
	6,0...8,0	5,5

Продолжение таблицы 7.

1	2	3
4,0...5,0	2,0...3,0	0,5
	3,0...4,0	0,8
	4,0...5,0	2,0
	5,0...6,0	3,0
	6,0...8,0	5,0
	8,0...10,0	7,0
5,0...6,0	2,5...4,0	0,6
	4,0...5,0	1,0
	5,0...6,0	2,4
	6,0...8,0	4,0
	8,0...10,0	5,5
	10,0...12,0	8,0
6,0...8,0	3,0...5,0	0,8
	5,0...6,0	1,2
	6,0...8,0	3,5
	8,0...10,0	5,0
	10,0...12,0	7,0
	12,0...16,0	11,0
8,0...10,0	4,0...6,0	1,0
	6,0...8,0	1,6
	8,0...10,0	4,0
	10,0...12,0	6,0
	12,0...16,0	8,5
	16,0...20,0	14,0
10,0...12,0	5,0...8,0	1,2
	8,0...10,0	2,0
	10,0...12,0	5,0
	12,0...16,0	8,0
	16,0...20,0	10,5
	20,0...24,0	16,0

Таблица 8.

Формовочные уклоны модельного комплекта.

Высота основной формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон модельного комплекта	
	Металлического, пластмассового	Деревянного
До 10	2°17'	2°54'
Св. 10 до 18	1°36'	1°54'
18...30	1°09'	1°31'
30...50	0°48'	1°02'
50...80	0°34'	0°43'
80...120	0°26'	0°32'
120...180	0°19'	0°23'
180...250	0°19'	0°22'
250...315	0°19'	0°22'
315...400	0°18'	0°21'

Таблица 9.

Длина горизонтальных знаков стержней.

Диаметр стержня, мм	Тип формы	Длина знака, мм, не более при длине стержня, мм							
		До 50	50...80	81...120	121...180	181...250	251...315	316...400	401...500
До 30	Ф1	20	25	30	35	-	-	-	-
	Ф2	15	20	30	35	-	-	-	-
	Ф3	10	15	20	35	-	-	-	-
Св. 30 до 50	Ф1	20	25	30	35	45	50	-	-
	Ф2	20	25	30	35	40	45	-	-
	Ф3	10	15	20	30	35	-	-	-
51...80	Ф1	20	25	30	40	50	55	60	70
	Ф2	20	25	30	35	40	45	-	-
	Ф3	10	15	20	25	30	35	35	40
81...120	Ф1	20	25	35	45	55	60	70	80
	Ф2	25	30	35	40	45	50	55	60
	Ф3	15	20	30	30	35	40	40	45

Таблица 10.

Формовочные уклоны знаковых частей стержня.

Высота знака, мм	α	β	α_1
	Градусы		
До 30	10	15	4
Св. 30 до 50	7	10	3
51...80	6	8	2
81...120	6	8	2
121...180	5	6	1
181...250	5	6	0

Таблица 11.

Зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержня.

Высота знака, мм	Тип модельного комплекта	Зазор S ₁ , мм, при длине стержня, мм							
		До 50	50...80	81...120	121...180	181...250	251...315	316...400	401...500
До 30	K1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
	K2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
	K3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	K4	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Св. 30 до 50	K1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
	K2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
	K3	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5
	K4	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
51...80	K1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
	K2	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
	K3	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
	K4	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
81...120	K1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
	K2	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9
	K3	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6
	K4	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,5
Зазор S ₂	K1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7
	K2	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
	K3	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
	K4	1,2	1,5	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1

Примечание:

1. K1 – модельный комплект I и II классов точности из металлов и пластмассы; K2 – III класса точности из металла и пластмассы и I класса точности из дерева; K3 – II класса точности из дерева; K4 – III класса точности из дерева.

2. S₃=1,5S₁.

Таблица 12.

Значения коэффициента S.

Сплавы	Литниковая система	
	Горизонтальная	вертикальная
Чугуны	2,0/3,4	- /3,9
Стали:		
углеродистые	0,9-1,75/ -	- / -
легированные	0,4-0,8/ -	- / -
алюминиевые	1,9-2,5/2,3-2,7	2,7-3,0/3,3-4,0
магниевые	2,4-2,8/2,5-2,9	3,0-4,3/3,7-4,2
медные	1,9-2,1/ -	- / -

Примечание:

1. В числителе приведены значения для песчаной формы, в знаменателе – для кокиля.
2. Меньшие значения принимают для мелких отливок, большие – для крупных.

Таблица 13.

Значения коэффициента μ .

Сплав	Сопротивление формы		
	малое	среднее	высокое
Чугун	0,50/0,60	0,42/0,48	0,35/0,41
Сталь	0,42/0,50	0,32/0,38	0,25/0,30

Примечание:

1. В числителе приведены данные для сырой формы, в знаменателе для сухой.
2. Малое сопротивление формы – сопротивление без поворота струи; среднее – при одном повороте струи на 90°; высокое – при двух поворотах струи на 90°.

Таблица 14.

Соотношение площадей питателя, шлакоуловителя и стояка.

Рекомендуемые отношения	Область применения
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = 1 : 1,1 : 1,5$	Для мелких и средних отливок из серого чугуна и медных сплавов
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = 1 : 1,2 : 1,4$	Для крупных отливок из серого чугуна и медных сплавов
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = 1 : 1,1 : 1,2$	Для мелких стальных отливок
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = (1,0 - 1,5) : 1,1 : 1,5$	Для средних и крупных стальных отливок
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = 3 : 2 : 1$	Для отливок из алюминиевых сплавов
$F_{п} : F_{ш} : F_{ст} = 4 : 2 : 1$	Для отливок из магниевых сплавов

Таблица 15.

Размеры трапецидальных питателей.

Fп, см ²	а, мм, при h, мм					b, мм, при h, мм				
	3	5	8	12	16	3	5	8	12	16
0,3	11	7	-	-	-	9	5	-	-	-
0,5	18	11	8	-	-	16	9	5	-	-
0,7	25	16	10	-	-	22	12	8	-	-
0,9	31	19	13	-	-	29	17	10	-	-
1,0	35	21	16	-	-	32	19	10	-	-
1,2	41	25	15	-	-	39	22	12	-	-
1,4	48	29	18	12	-	45	26	15	9	-
1,8	61	37	22	15	12	59	34	19	12	9
2,2	75	45	31	19	15	72	42	25	16	12
2,5	85	51	31	21	16	82	49	38	18	13
3,0	95	57	39	25	19	92	54	36	22	16

Таблица 16.

Размеры шлакоуловителя.

Fш, см ²	а	б	h
	мм		
1,0	11/-	8/-	11/-
1,3	12/11	10/8	12/14
1,6	14/12	10/9	14/15
2,0	15/15	12/10	15/17
2,5	16/15	13/11	16/19
3,2	18/16	14/12	18/21
4,0	22/18	18/13	22/25
5,0	24/22	19/16	24/27
6,3	26/24	20/18	26/30
8,0	30/26	27/19	30/35
10,0	34/30	28/22	33/38
12,5	38/34	30/26	38/43
16,0	42/38	34/29	42/48
20,0	48/42	38/32	48/52

Примечание: В числителе приведены значения при $h = a$, в знаменателе при $h = 1,25a$

Учебное издание

Составители: Игорь Александрович Мирошниченко
Юрий Анатольевич Хоронжевский

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению *лабораторной работы №1*
по дисциплине **“Технология материалов”**

*для студентов специальностей Т.03.01 “Технология,
оборудование и автоматизация машиностроения” и
Т.04.02 “Эксплуатация транспортных средств”*

Ответственный за выпуск: И.А.Мирошниченко
Редактор: Т.В.Строкач
Технический редактор: А.Д. Никитчик

Подписано к печати 5.07.01 Формат 60x84 1/16 Бумага писч №1. Гарнитура Times New Roman. Усл. п.л. 1,5 Уч. изд. л. 1,75 Тираж 150 экз Заказ №
Отпечатано на ризографе Брестского государственного технического университета. 224017, Брест, ул. Московская, 267.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

"Расчет технологического процесса изготовления поковок горячей объемной штамповкой"

Цель работы.

Целью работы является разработка технологического процесса изготовления поковок деталей типа зубчатого колеса методом горячей объемной штамповки на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП).

1. Теоретические сведения.

Горячей объемной штамповкой называют процесс деформирования нагретой до пластического состояния заготовки с помощью специального инструмента (штампа), в результате чего деформируемый металл заполняет полости штампа (ручьи) по конфигурации, соответствующей форме будущей поковки. Кривошипные горячештамповочные прессы имеют высокую производительность, т.к. штамповка на них производится за один рабочий ход инструмента.

Штамповка обеспечивает получение поковок с высокой точностью размеров и высокого качества поверхности. КГШП предназначены для штамповки поковок различной формы из проката в открытых и закрытых штампах.

При штамповке в открытых штампах имеется специальная канавка для выдавливания излишков металла – образуется заусенец (облой), который после штамповки обрезается. В закрытых штампах образование заусенца не предусматривается, следовательно предъявляются более жесткие требования к определению объема исходной заготовки.

ЗАДАНИЕ: В соответствии с вариантом задания (рис.1, табл.1) необходимо разработать этапы технологического процесса получения поковки горячей объемной штамповкой на КГШП и с учетом марки стали выбрать температурный режим процесса.

В представленном отчете о выполнении лабораторной работы должны быть приведены данные:

1. Чертеж заданной детали с указанием размеров и шероховатости поверхности;
 2. Характеристика выбранного оборудования;
 3. Чертеж поковки для чего необходимо:
 - а) выбрать плоскость разъема штампа;
 - б) определить припуски и кузнечные напуски;
 - в) рассчитать наметку под прошивку;
 - г) рассчитать заусенечную канавку.
 4. Определение размера заготовки;
 5. Определение температурного интервала для нагрева заготовки и обработки на прессе.
- При оформлении лабораторной работы все чертежи выполняются аккуратно от руки.

Таблица 1.

Варианты индивидуальных заданий.

Варианты	D ₀	D1	D2	L	L1	Класс точности поковки	Марка стали
1	20	30	60	60	50	4	25
2	35	45	65	65	40	4	30ХГС
3	40	50	80	70	65	4	45ХГ
4	65	75	95	75	60	4	40Х
5	40	55	70	85	60	5	30ХМА
6	35	70	90	80	40	5	18ХГТ
7	40	80	100	110	100	5	Ст.3
8	45	60	160	140	110	5	45
9	40	60	80	40	30	4	40ХФА
10	30	80	100	60	50	4	35ГСА
11	40	60	100	40	20	1	40Х
12	30	50	110	40	30	1	50ХН
13	20	50	100	30	20	5	20ХГСА
14	45	65	120	40	30	5	50Х
15	30	50	140	45	35	5	18ХГТ
16	20	40	80	50	40	5	45ХН
17	25	45	90	55	30	4	40
18	20	30	60	45	35	4	45Х
19	30	50	75	80	70	4	45ХГ
20	35	50	85	40	30	4	30ХМ
21	40	55	95	60	50	4	18ХГХ
22	40	60	105	65	55	5	15
23	30	80	115	70	60	5	20ГХ
24	50	90	125	80	70	5	35ХМ
25	40	60	130	85	75	5	15НМ
26	45	70	435	75	65	5	10
27	35	90	145	90	80	4	15
28	50	100	150	95	85	4	20
29	60	80	155	100	90	4	40ХМА
30	55	100	160	100	80	4	30Х

2. Выбор штамповочного оборудования.

Прессы выбирают, исходя из назначения детали, технологических возможностей изготовления поковки, экономической целесообразности применения выбранного метода получения поковки.

Ориентировочную массу поковки G, (кг) определяют по формуле:

$$G = V_n \rho, \text{ кг},$$

Где $V_n = n \cdot V_d$ – объем поковки, м³

$\rho = 7870 \text{ кг/м}^3$ - плотность стали;

$n = 1.2 - 1.4$ – коэффициент, учитывающий увеличение объема детали на припуски, напуски, уклоны;

V_d – объем детали, м³.

В зависимости от массы поковки устанавливается усилие КГШП (табл.2).

Таблица 2.

Ориентировочные данные для выбора усилия прессы в зависимости от массы поковки.

Номинальное усилие прессы, т	630	1000	1600	2000	2500	3150	4000
Масса поковки G, кг	До 0,5	0,5 – 2	2 - 3	3 – 12		12 - 25	

3. Разработка чертежа поковки.

Чертеж поковки является одним из главных технологических документов. По нему определяют количество переходов при штамповке, количество ручьев штампа и их конфигурацию.

Разработка чертежа поковки выполняется в следующей последовательности (рис. 3):

- а - чертеж детали;
- б - выбор плоскости разъема и назначение припусков и допусков на механическую обработку;
- в - определение уклонов, радиусов закругления и наметки под прошивку;
- г - определение штамповочных уклонов.

3.1. Выбор плоскости разъема (рис. 3, б).

Плоскость разъема делит поковку на две части. Положение плоскости разъема должно обеспечивать:

- 1) свободное удаление поковки из штампа;
- 2) наименьшую величину уклонов.

Более высокую часть поковки следует располагать внизу, где легче разместить выталкиватель для удаления поковки из штампа.

Смещение линии разъема вверх или вниз по оси симметрии ведет к увеличению уклонов и массы поковки. Как правило, разъем устанавливают в плоскости двух взаимно перпендикулярных наибольших габаритных размеров детали.

3.2. Определение припусков и допусков (рис.3, б).

Припуски назначают на все поверхности, подлежащие механической обработке со снятием стружки, по ГОСТу 7505-89 с учетом класса точности поковки, размеров, шероховатости поверхности, групп стали, степени сложности поковки и ее массы.

Припуски и допуски устанавливаются в зависимости от конструктивных характеристик поковки (прил., табл. 1) и определяются исходя из шероховатости обработанной поверхности детали, изготавливаемой из поковки, а также в зависимости от размеров и массы поковки. Класс точности, группа стали, степень сложности должны быть указаны на чертеже поковки.

Группа стали определяется в зависимости от массовой доли углерода и суммарной массовой доли легирующих элементов.

Степень сложности определяется путем вычисления отношения массы (объема) Gп поковки к массе (объему) геометрической фигуры, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая форма может быть шаром, параллелепипедом, цилиндром, призмой.

При вычислении отношения $\frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}}$ принимают ту из геометрических фигур, масса (объем) которой наименьший.

Степеням сложности поковок соответствуют следующие численные значения отношения $\frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}}$ ($\frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{ф}}}$):

C1 – св. 0,63

C2 – св. 0,32 до 0,63

C3 – св. 0,16 до 0,32

C3 – до 0,16

Для назначения основного припуска, допуска и допускаемых отклонений определяется исходный индекс (прил., табл. 2).

Припуск на механическую обработку включает основной (прил., табл. 3), а также дополнительный, учитывающий отклоненные формы поковки, такие как смещение по поверхности разъема штампов (прил., табл. 4), изогнутость и отклонение от плоскостности и прямолинейности (прил., табл. 5). Общий припуск равен сумме основного и дополнительного.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров назначаются в зависимости от исходного индекса и размеров поковки (прил., табл. 6).

3.3. Определение штамповочных уклонов (рис.3, в).

Штамповочные уклоны необходимы для облегчения удаления поковки из штампа и облегчения заполнения металлом полости штампа. Они устанавливаются на всех поверхностях поковки, которые расположены параллельно движению ползуна прессы.

Уклоны выбираются в зависимости от вида штамповочного оборудования по ГОСТ 7505-74 (прил., табл. 7). При штамповке на прессах с выталкивателем рекомендованы внешние уклоны брать $\gamma=5^\circ$, а внутренние $\alpha=7^\circ$.

Нанести уклоны на чертеж поковки.

3.4. Определение наметки под прошивку (рис3, в).

При штамповке в штампах с одной плоскостью разъема нельзя получить сквозное отверстие в поковке, поэтому на КГШП делают только наметку отверстия с перемычкой-пленкой, удаляемой, как правило, одновременно с заусенцами на обрезных прессах.

Конструирование наметок под прошивку сводится к определению толщины пленки S , рассчитываемой по формуле:

$$S=0,45 \sqrt{d_{\text{оп}}-0,25 \frac{L_{\text{п}}}{2}} -5 + 0,6 \sqrt{\frac{L_{\text{п}}}{2}},$$

Где $d_{\text{оп}}$ – внутренний диаметр поковки, мм;

$L_{\text{п}}$ – высота поковки, мм.

Перемычку нанести на чертеж детали.

3.5. Определение величины радиусов закруглений (рис.3,г).

Все пересекающиеся поверхности поковки сопрягают по радиусам, это необходимо для лучшего заполнения полости штампа, предохранения его от преждевременного износа и для ликвидации концентраторов напряжений, приводящих к поломке штампа.

Наименьшие радиусы закруглений внешних углов поковок определяются по ГОСТ 7505-74 в зависимости от массы поковки и глубины полости ручья штампа (прил., табл.8).

Величины внутренних радиусов закруглений поковок устанавливается по согласованию между изготовителем и потребителем.

3.6. Расчет заусенечной канавки (рис.4).

При штамповке в открытых штампах вдоль внешнего контура полости в плоскости разреза штампа предусматривается заусенчатая канавка. Она предназначена для выдавливания излишков металла, образующего облой (заусенец). Форма ее - узкая входная полость, обеспечивающая высокое сопротивление истечению металла. Благодаря этому металл более полно заполняет весь профиль штампа и отдельные углубления. Заусенечная канавка имеет пережимной мостик, толщина которого h_3 определяется для поковок круглых в плане по формуле:

$$h_3 = 0,015d_{2п},$$

Где $d_{2п}$ – наружный диаметр поковки, мм.

Форма и размеры канавок для заусенца прессовых штампов выбирают по табл. 3, исходя из толщины мостика заусенца h_3 .

Таблица 3.

Размеры канавок для заусенца.

№ канавки	h_3 , мм	h_1 , мм	b , мм	b_1 , мм	Площадь канавки для заусенца S_3 , мм ²
1	0,6	3	3	16	52
2	1	3	7	22	80
3	2	4	9	25	135
4	4	6	11	30	268
5	6	8	13	35	436
6	10	11	15	40	768

Рис.4.

Заусенечная канавка для КГШП

4. Определение размеров заготовки.

При определении размеров заготовки необходимо учесть объем металла, идущего в заусенец, перемычку и потери металла на угар при нагреве (окалина).

Объем заготовки находят по формуле:

$$V_{заг} = (V_{п} + V_3 + V_{пер}) * \frac{100 + \delta}{100},$$

Где $V_{п}$, V_3 , $V_{пер}$ – объемы поковки, заусенца и перемычки, соответственно, мм³;

δ – потери металла на угар, %.

Потери на угар определяются в зависимости от метода нагрева заготовок:

- при нагреве в электронагревательных устройствах $\delta_{эл} = 0,3-1\%$;

- при использовании пламенных печей с безокислительным нагревом $\delta_{пл} = 2-3\%$.

Объем заусенца при штамповке на КГШП определяется:

$$V_3 = k S_3 P_n,$$

Где: $k = 0.5$ – коэффициент заполнения канавки;

S_3 - площадь поперечного сечения канавки для заусенца в мм² (табл.3);

P_n – периметр поковки в плоскости разреза, мм (в нашем случае равен длине окружности по наружному диаметру поковки).

Объем перемычки равен:

$$V_{пер} = \pi d_{оп}^2 S/4;$$

Где $d_{\text{оп}}$ – внутренний диаметр поковки с учетом припусков;

S – толщина перемычки, мм.

Диаметр исходной заготовки находят из соотношения:

$$D_{\text{заг}} = 1,08 \sqrt[3]{\frac{V_{\text{заг}}}{m}};$$

Где $m = \frac{L_{\text{заг}}}{D_{\text{заг}}}$ – коэффициент (рекомендуется брать в пределах 2,8 – 1,5 ближе к 2,8 с тем, чтобы облегчить резку заготовки.) При повышении значения $m > 2,8$ возникает опасность искривления нагретой заготовки при штамповке.

Полученный диаметр округляют до ближайшего по ГОСТ 2590-71:

5; 5.6; 6.3; 7; 8; 9; 10; 11... (и т. д.) до 20; 21; 22; 24; 25; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 38; 40; 42; 44; 48; 50; 53; 60; 63; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 105; 110; 120; 125; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 210; 220; 240; 250. (мм)

Исходя из выбранного по ГОСТу диаметра заготовки, находят длину заготовки

$$L_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}}}{S_{\text{заг}}} = (4 V_{\text{заг}}) / (\pi D_{\text{заг}}^2 \text{ГОСТ}), \text{ мм.}$$

Операции штамповки приведены на рисунке 5.

5. Определение температурного режима под штамповку.

Каждый сплав имеет определенный температурный интервал, наиболее благоприятный для обработки давлением.

Верхнее значение интервала соответствует температуре начала, а нижнее – температуре окончания горячей штамповки. Температурный интервал выбирают по таблице справочников (табл. 4), а режим нагрева заготовки (продолжительность нагрева, скорость нагрева) назначают исходя из состава стали и размера заготовки. Продолжительность выдержки обычно берут из расчета 1 мин. на 1 мм. диаметра или толщины.

Таблица 4.

Температурные интервалы штамповки углеродистых и легированных сталей.

Марка стали:	Температура начала ковки, максимальная, T °C	Температура конца ковки, T °C		Рекомендуемый интервал температур ковки, T °C
		Не выше	Не ниже	
Ст. 0,1,2,3	1300	800	700	1280-750
Ст. 4,5,6,7	1250	850	750	1200-800
10, 15	1300	800	700	1280-750
10, 25,30,35	1280	830	720	1250-800
40,45,50	1240	870	760	1200-800
40X, 45X 50X	1200	870	800	1130-830
18ХГТ, 40ХГ	1200	850	780	1180-800
30ХМ,30ХМА,35ХМ20ХГ,40ХФА,15НМ	1200	850	830	1180-850
40ХН,45ХН,50ХН	1200	870	780	1180-830
20ХГСА,35ХГСА	1200	870	800	1160-830
30ХГС,30ХГСА,35ХГСА	1180	870	800	1140-830
40ХМА	1180	900	800	1160-850

6. Обрезка заусенца и прошивка перемычки.

Операции обрезки заусенца и прошивки перемычки обычно совмещают на одном прессе, схема которого приведена на рисунке 6.

7. Контрольные вопросы для защиты работы.

1. В чем отличие штамповки в открытых штампах от штамповки в закрытых штампах?
2. Для чего необходим заусенец при штамповке в открытых штампах?
3. Чем определяется мощность штамповочного оборудования?
4. Для чего необходимы допуски, припуски и штамповочные уклоны?
5. Каков химический состав стали, из которой выполнена деталь?
6. Какова величина наружных и внутренних уклонов штампа?
7. Что входит в понятие «кузнечные напуски»?
- 8.

Литература

1. А.М. Дальский и др. Технология конструкционных материалов, М., «Машиностроение», 1985.
2. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
3. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х томах под ред. Е. И. Семёнова, М., «Машиностроение», 1985.

Приложение.

Таблица 1

Конструктивная характеристика поковки	Обозначение и определение конструктивных характеристик
1. Класс точности	T1 – 1-й класс T2 – 2-й класс T3 – 3-й класс T4 – 4-й класс T5 – 5-й класс
2. Группа стали	M1 – сталь с массовой долей углерода до 0,35% включ. и суммарной массовой долей легирующих элементов до 2,0% включ.; M2 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включ. или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 2,0 до 5,0% включ.; M3 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,65% или суммарной массовой долей легирующих элементов свыше 5,0%.
3. Степень сложности	C1 – 1-я степень C2 – 2-я степень C3 – 3-я степень C4 – 4-я степень
4. Конфигурация поверхности разъёма штампа	П – плоская; Ис- симметрично изогнутая; Ин – несимметрично изогнутая.

Примечание:

Для определения исходного индекса по табл. 2 в графе «Масса поковки» находят соответствующую данной массе строку и, смещаясь по горизонтали вправо или по утолщенным наклонным линиям вправо вниз до пересечения с вертикальными линиями, соответствующими заданным значениям группы стали М, степени сложности С, класса точности Т, устанавливают исходный индекс (от 1 до 32).

Исходный индекс должен быть указан на чертеже поковки.

Таблица 3.**Основные припуски на механическую обработку (на сторону), мм**

Исходный индекс	Длина, ширина, диаметр, глубина и высота детали.											
	До 40			40 – 100			100 – 160			160 – 250		
	100 12,5 V	10 1.6 V	1.25 V	100 12.5 V	10 1.6 V	1.25 V	100 12.5 V	10 1.6 V	1.25 V	100 12.5 V	10 1.6 V	1.25 V
1	0.4	0.6	0.7	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9
2	0.4	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8	0.9
3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0
4	0.6	0.8	0.9	0.6	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1
5	0.6	0.8	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2
6	0.7	0.9	1.0	0.8	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3	1.4
7	0.8	1.0	1.1	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3	1.4	1.1	1.4	1.5
8	0.9	1.1	1.2	1.0	1.3	1.4	1.1	1.4	1.5	1.2	1.5	1.6
9	1.0	1.3	1.4	1.1	1.4	1.5	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.8
10	1.1	1.4	1.5	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.8	1.4	1.7	1.9
11	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.8	1.4	1.7	1.9	1.5	1.8	2.0
12	1.3	1.6	1.8	1.4	1.7	1.9	1.5	1.8	2.0	1.7	2.0	2.2
13	1.4	1.7	1.9	1.5	1.8	2.0	1.7	2.0	2.2	1.9	2.3	2.5

14	1.5	1.8	2.0	1.7	2.0	2.2	1.9	2.3	2.5	2.0	2.5	2.7
15	1.7	2.0	2.2	1.9	2.3	2.5	2.0	2.5	2.7	2.2	2.7	3.0
16	1.9	2.3	2.5	2.0	2.5	2.7	2.2	2.7	3.0	2.4	3.0	3.3
17	2.0	2.5	2.7	2.2	2.7	3.0	2.4	3.0	3.3	2.6	3.2	3.5
18	2.2	2.7	3.0	2.4	3.0	3.0	2.6	3.2	3.5	2.8	3.5	3.8
19	2.4	3.0	3.3	2.6	3.2	3.6	2.8	3.5	3.8	3.0	3.8	4.1
20	2.6	3.2	3.5	2.8	3.5	3.8	3.0	3.8	4.1	3.4	4.3	4.7
21	2.8	3.5	3.8	3.0	3.8	4.1	3.4	4.3	4.7	3.7	4.7	5.1
22	3.0	3.8	4.1	3.4	4.3	4.7	3.7	4.7	5.1	4.1	5.1	5.6
23	3.4	4.3	4.7	3.7	4.7	5.1	4.1	5.1	5.6	4.5	5.7	6.2

Таблица 4.

Смещение по поверхности разъёма штампов.

Масса Поковки кг	Припуски для классов точности, мм								
	Плоская поверхность разъёма (П)								
	T1	T2	T3	T4	T5				
						Симметрично изогнутая поверхность разъёма (Ис)			
						T1	T2	T3	T4
					Несимметрично изогнутая поверхность разъёма (Ин)				
					T1	T2	T3	T4	T5
До 0,5 вкл.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Св. 0,5 до 1,0					0,2				
»1,0»1,8»					0,2	0,3	0,4		
»1,8»3,2»		0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5
»3,2»5,6»									
»5,6»10,0»		0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
»10,0»20,0»					0,5	0,6	0,7	0,9	
»20,0»50,0»					0,6	0,7	0,9	1,2	
»50,0»125,0»		0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,2
»125,0»250,0»					0,6	0,7	0,9	1,6	2,0

Таблица 5.

Изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности.

Наибольший размер поковки	Припуски для классов точности				
	T1	T2	T3	T4	T5
До 100 включ.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4

Св. 100»160»	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5
»160»250»	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
»250»400»	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
«400»630»	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0
«630»1000»	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2
«1000»1600»	0,6	0,8	1,0	1,2	1,6
»1600»2500»	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

Таблица 8.

Радиусы закруглений наружных углов поковок.

Масса поковки	Минимальная величина радиусов закруглений, мм, при глубине полости ручья штампа, мм			
	До 10 включ.	10 – 25	25 – 50	Св. 50
До 1,0 включ.	1,0	1,6	2,0	3,0
Св. 1,0 до 6,3 включ.	1,6	2,0	2,5	3,6
Св. 6,3 до 16,0 включ.	2,0	2,5	3,0	4,0
Св. 16,0 до 40,0 включ.	2,5	3,0	4,0	5,0
Св. 40,0 до 100,0 включ.	3,0	4,0	5,0	7,0
Св. 100,0 до 250,0 включ.	3,4	5,0	6,0	8,0

Таблица 7.

Штамповочные уклоны.

Оборудование	Штамповочные уклоны, град	
	На наружной поверхности	На внутренней поверхности
Штамповочные молоты, прессы без выталкивателей	7	10
Прессы с выталкивателями, горизонтально – ковочные машины	5	7
Горячештамповочные автоматы	1	2

Таблица 7.

Допуски и допускаемые отклонения линейных размеров поковок, мм

Исход- ный индекс	Длина, ширина, диаметр, глубина и ширина поковки							
	До 40		40 – 100		100 - 160		160 – 250	
1	0,3	+0,2 -0,1	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2
2	0,4	+0,3 -0,1	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2
3	0,5	+0,3 -0,2	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3
4	0,6	+0,4 -0,2	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3
5	0,7	+0,5 -0,2	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3
6	0,8	+0,5 -0,3	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4
7	0,9	+0,6 -0,3	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5
8	1,0	+0,7 -0,3	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5
9	1,2	+0,8 -0,4	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7
10	1,4	+0,9 -0,5	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8
11	1,6	+1,1 -0,5	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9
12	2,0	+1,3 -0,7	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0
13	2,2	+1,4 -0,8	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1
14	2,5	+1,6 -0,9	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2
15	2,8	+1,8 -1,0	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3
16	3,2	+2,1 -1,1	3,6	+2,4 -1,2	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5
17	3,6	+2,4	4,0	+2,7	4,5	+3,0	5,0	+3,3

		-1,2		-1,3		-1,5		-1,7
18	4,0	+2,7 -1,3	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9
19	4,5	+3,0 -1,5	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1
20	5,0	+3,3 -1,7	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4
21	5,6	+3,7 -1,9	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7
22	6,3	+4,2 -2,1	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0
23	7,1	+4,7 -2,4	8,0	+5,3 -2,7	9,0	+6,0 -3,0	10,0	+6,7 -3,3