Лабораторная работа №4

Технология изготовления поковки.

Цель работы: Изучить основные операции технологического процесса получения поковки из стали 20Х методом свободной ковки, произвести расчет кузнечной ковки и построить технологическую карту.

Ковка - это высокотемпературная обработка давлением различных металлов (железо, медь и ее сплавы, титан, алюминий и его сплавы), нагретых до ковочной температуры. Для каждого металла существует своя ковочная температура, зависящая от физических (температура плавления, кристаллизация) и химических (наличия легирующих элементов) свойств. Для железа температурный интервал 1250-800 °С для меди 1000-650 °С для гитана 1600-900 °С, для алюминиевых сплавов 480-400 °С.

Различают:

* ковка на молотах (пневматических, паровых и гидравлических)
* ручная ковка
* штамповка.

Изделия и полуфабрикаты, получаемые ковкой, называют поковкой.

При ковке в штампах металл ограничен со всех сторон стенками штампа. При деформации он приобретает внутреннюю форму штампа.

При свободной ковке (ручной и машинной) металл не ограничен совсем или же ограничен с одной стороны. При ручной ковке непосредственно на металл или на инструмент воздействуют кувалдой или молотом.

Свободную ковку применяют также для улучшения качества и структуры металла. При проковке металл упрочняется, завариваются так называемые несплошности и размельчаются крупные кристаллы, в результате чего структура становится мелкозернистой, приобретает волокнистое строение.

Машинную ковку выполняют на специальном оборудовании молотах с массой падающих частей oт 40 до 5000 кг или гидравлических прессах, развивающих усилия 2-200 MН (200-20000 тс), а также на ковочных машинах изготовляют поковки массой 100 т и более. Для манипулирования тяжёлыми заготовками при ковке используют подъёмные краны грузоподъёмностью до 350 т, кантователи и специальные манипуляторы.

Ковка является одним из самых экономичных способов получения заготовок деталей. В массовом и крупносерийном производстве преимущественное применение имеет ковка в штампах, а в мелкосерийном и единичном — свободная ковка.

**Задание**

Ступенчатый вал, изготовленный из стали 20Х, длиной L состоит из 4 участков соответствующих диаметрам $D\_{1}$, $D\_{2}$, $D\_{3},$ $D\_{4}$ и длинами $l\_{1}$, $l\_{2}$, $l\_{3},$ $l\_{4}$. Диаметры участков представлены в таблице 2. Длина каждого участка определяется удвоением соответствующего значения диаметра, т. е. $l\_{i}$=2$D\_{i}$

**Пример расчёта**

Исходные данные выбираем из таблицы 2 согласно своему варианту. Например: $D\_{1}$=155 мм, $D\_{2}$=50 мм, $D\_{3}$=20 мм, $D\_{4}$=125 мм.

Следовательно:

$l\_{1}$=2\*$D\_{1}$= 2\* 155 = 310 мм.

$l\_{2}$= 2\*D2 = 2\*50= 100 мм.

$l\_{3}$= 2\*D3 = 2\*20 = 40 мм

$l\_{4}$= 2\*$D\_{4}$ = 2\*125 = 250 мм

Общая длина вала: Lдет = 310 + 100 + 40+ 250 = 700 мм.

Вычерчиваем чертёж детали па миллиметровке.

Дальнейший расчет для удобства разбиваем на этапы.

**1-й этап. Разработка по чертежу детали чертежа поковки.**

Данная поковка относятся к типу поковок круглого сечения. Назначение основных и дополнительных припусков, а также допусков и напусков на поковку проводим согласно ГОСТ 7829-70.

Основные припуски и предельные отклонения на диаметры $D\_{1}$, $D\_{2}$, $D\_{3}$, $D\_{4}$, назначаем в зависимости от диаметра рассматриваемого сечения и общей длины (Lдст):

на диметр меньше или равном 100 мм, ∆= 7 ± 2 (мм),

на диаметр больше 100 мм, ∆ = 11 ± 3 (мм).

Диаметры отдельных ступеней вала с учетом основных припусков и предельных отклонений, мм :

$D\_{1}$= (155+ 11) ±3= 166 ±3 (мм).

$D\_{2}$ = (50 + 7) ±2 = 57± 2 (мм).

$D\_{3}$= (20 + 7) ±2 =27 ±2 (мм).

$D\_{4}$= (125 +11) ±3= 136 ± 3 (мм).

Назначим припуск и предельные отклонения на длину крайних уступов, средние уступы оставляем без изменения. Так как длины участков и два раза больше соответствующих диаметров, поэтому и припуск на длину участка в два раза больше припуска на диаметр. Припуск и предельные отклонения крайних участков составляют, мм :

первый участок, $l\_{1}$= 310 мм: $δ\_{1}$± 2\*$∆\_{1}$ = 2\* (11 ± 3) = 22 ± 6 (мм)

четвёртый участок, 14 = 250 мм, $δ\_{4}$ ± 2\*$∆\_{4}$ = 2\*( 11 ±2) =22 ± 6 (мм).

Подсчитываем длину отдельных участков поковки $l\_{i}$ и общую длину поковки $l\_{пок}$:

$l\_{1пок}$=(310+22) ± 6= 332 ± 6 (мм).

$l\_{2пок}$=100 (мм). .

$l\_{3пок}$=40 (мм).

$l\_{4пок}$=( 250 + 22) ± 6 = 272 ± 6 (мм).

$L\_{пок}$=$l\_{1пок}$+$l\_{2пок}$+$l\_{3пок}$+$l\_{4пок}$=(332 ± 6) + 100 + 40+ (272 ± 6) = 744±12(мм).

По найденным размерам вычерчиваем чертёж поковки на миллиметровке.

**2-й этап. Определение объема и массы поковки.**

Для подсчета объема поковки разбиваем ее на 4 части:

$V\_{пок}$= $V\_{1}$+$V\_{2}$+$V\_{3}$+$V\_{4}$

где: $V\_{1}$ - объем цилиндра длиной $l\_{1}$= 33,2 см и $D\_{1}$= 16,6 см;

V2 - объем цилиндра длиной $l\_{2}$ = 10,0 см и $D\_{2}$= 5,7 см;

V3 - объем цилиндра длиной 13 = 4,0 см и D3 = 2,7 см;

V4 - объем цилиндра длиной 14 = 27,2 см и D4 = 13,6 см;

Объём поковки рассчитываем по номинальным размерам, выраженных в сантиметрах.

$V\_{1}$=$\frac{π×D\_{1}^{2}}{4}×l\_{1}$=$\frac{3,14\*16,6^{2}}{4}\*33,2$=7182$см^{3}$

$V\_{2}$=$\frac{π×D\_{2}^{2}}{4}×l\_{2}$=$\frac{3,14\*5,7^{2}}{4}\*10$=255$см^{3}$

$V\_{3}$=$\frac{π×D\_{3}^{2}}{4}×l\_{3}$=$\frac{3,14\*2,7^{2}}{4}\*4$=23$см^{3}$

$V\_{3}$=$\frac{π×D\_{4}^{2}}{4}×l\_{4}$=$\frac{3,14\*13,6^{2}}{4}\*27,2$=3949$см^{3}$

Объем всей поковки:

$V\_{пок}$= 7182 + 255 + 23 + 3949 = 11409$см^{3}$

Масса поковки:

$$M\_{пок}=V\_{пок}\*ρ=\frac{11409\*7,85}{1000}=89,6 кг$$

где $ρ=7,85 г/см^{3}$ - плотность стали.

**3-й пап. Определение объема и массы исходной заготовки.**

Объем исходной заготовки определяем по формуле:

$$V\_{заг}=V\_{пок}+V\_{уг}+V\_{об}$$

где: $V\_{пок}$ - объём поковки определяемый по чертежу поковки.

$V\_{уг}$ - объём потерь метала на угар при его нагреве,

 $V\_{об}$ - объём потерь металла при обрубке концов вала поковки.

Но сначала определим отходы $V\_{об}$ получаемые при обрубке концов поковки, т.e. установим технологию изготовления детали. Если ковать вал из заготовки, отрубаемой от проката на одну поковку, то отходы появятся с обоих концов. Если ковать вал от куска проката, с последующей обрубкой его, то отход на обработку поковки будет с одного конца.

Примем вариант ковки вала из заготовки, отрубаемой на один вал. Объём отходов на обработку концов вала, ковку которого ведём под молотом, рассчитываем по формуле:

$V\_{об}$=0,23\*d3

Тогда объём отходов с отрубаемыми концами составит:

Для левого конца вала $V\_{об}^{’}$ = 0,23\*$16,6^{3}$ = 1052$см^{3}$

Для правого, конца вала $V\_{об}^{’’}$ = 0,23\*$13,6^{3}$ = 519$см^{3}$

$V\_{об}$=$V\_{об}^{’}$+$V\_{об}^{’’}$=1052+578=1630 $см^{3}$

Причём, учитывая, что ковка проводится с одного нагрева, поэтому потери от угара составят не более 2% объёма заготовки. Массу заготовки принять за 100%, тогда объём металла, который требуется на угар, составит:

$V\_{уг}$=$\frac{(V\_{пок}+V\_{об})\*0,02}{1-0,02}=\frac{\left(11409+1630\right)\*0,02}{0,98}$=266$см^{3}$

Окончательный объём заготовки:

$V\_{заг}=V\_{пок}+V\_{уг}+V\_{об}$=11409+1630+266=13305 $см^{3}$

Масса исходной заготовки:

$$M\_{заг}=\frac{13305\*7,85}{1000}=104,5 кг$$

**4-этап. Определение размеров заготовки.**

Наибольший диаметр поковки 166 мм и площадь максимального сечения будет:

$$F\_{пок max}=\frac{π×D^{2}}{4}=\frac{3,14\*16,6^{2}}{4}=216,3см^{3}$$

Площадь поперечного сечения исходной заготовки должна быть:

$$F\_{заг}=y\*F\_{пок max}=1,3\*216,3=281,2см^{2}$$

где у коэффициент уковки, равный 1,1-1,3 для поковок из проката. Тогда для проката круглого сечения диаметр заготовки находим из равенства:

$$D\_{заг}=2\*\sqrt{\frac{F\_{заг}}{π}}=2\sqrt{\frac{281,2}{3,14}}=18,9 см$$

Это соответствуют прокату с диаметром 190 мм, заготовку для поковки выбираем по ГОСТ 2590-88 «Прокат стальной горячекатаный круглый».

Длина заготовки (проката) определяется из соотношения:

$$L\_{заг}=\frac{V\_{заг}}{F\_{заг}}=\frac{13305}{281.2}=47,3 см=473 мм$$

**5-этап. Анализ расхода металла.**

 Проводим анализ расхода металла.

Коэффициент использования металла, учитывающий потери при изготовлении поковки.

η=$\frac{М\_{пок}}{М\_{заг}}\*100\%$=$\frac{89,4}{104,2}\*100\%$=85,8%

Коэффициент использования металла, учитывающий потери при механической обработке, определяется отношением:

КИМ=$\frac{М\_{дет}}{М\_{пок}}\*100\%$

причем массу детали определяем, исходя из размеров, указанных на чертеже детали.

$$М\_{дет}=ρ\*V\_{дет}=\frac{π}{4}\*ρ\_{i}\sum\_{i=1}^{n}\left(D\_{i}^{2}\*l\right)=$$

$$=\frac{3.14}{4}\*7,85\*\left(15,5^{2}\*31+12,5^{2}\*25+5^{2}\*10+2^{2}\*4\right)=71605,3 г=71,6 кг$$

КИМ=$\frac{71,6}{89,4}\*100\%=80\%$

Помимо полученных коэффициентов использования металла пользуются величиной общего коэффициента использования металла, учитывающего все потери материала заготовки в процессе изготовления детали, включая потери в кузнечных, механических и вспомогательных цехах:

$КИМ\_{общ}$=$\frac{М\_{дет}}{М\_{пок}}\*100\%$=$\frac{71,6}{104,2}\*100\%=68,7\%$

Сравнивая между собой полученные величины КИМ и $КИМ\_{общ}$, устанавливаем, что при изготовлении поковки нашей детали основные потери металла составляют потери на припуски и допуски на поковку, т.е. коэффициент выхода годного в кузнечном цехе равен η = 85.8%, а $КИМ\_{общ}$=68,7%. Следовательно, при разработке мероприятий по увеличению $КИМ\_{общ}$ в первую очередь необходимо искать пути уменьшения потерь на припуски и допуски на поковку.

Таким образом, размеры исходной заготовки для изготовления поковки будут равны: длина 475 мм, диаметр круглого сечения - 190 мм.

**6-этап. Разработка технологического процесса ковки.**

При разработке технологического процесса ковки необходимо стремится к наименьшему числу проходов, к минимуму отхода материала и получению детали с высокими механическими свойствами.

**Карта технологического процесса ковки детали под молотом, Температурный интервал ковки 1100-850°С.**

**Материал: сталь 20Х.**

Таблица 1.







**Содержание отчёта**

1. Титульная часть.
2. Цель работы.
3. Теоретическая часть. 11одробные расчёты.
4. Практическая часть. Выполненные на миллиметровке чертежи детали, иоковки, заготовки, а также карчу технологического процесса ковки.

Выводы.

Задание к лабораторной работе

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | D1мм | D2мм | D3мм | D4мм |
| 1 | 150 | 140 | 100 | 80 |
| 2 | 160 | 140 | 60 | 55 |
| 3 | 170 | 140 | 80 | 100 |
| 4 | 180 | 140 | 90 | 60 |
| 5 | 185 | 120 | 65 | 90 |
| 6 | 175 | 130 | 90 | 100 |
| 7 | 165 | 100 | 120 | 150 |
| 8 | 155 | 85 | 65 | 40 |
| 9 | 145 | 90 | 80 | 50 |
| 10 | 135 | 150 | 120 | 70 |
| 11 | 80 | 150 | 140 | 100  |
| 12 | 55 | 160 | 140 | 60 |
| 13 | 100 | 170 | 140 | 80 |
| 14 | 60 | 180 | 140 | 90 |
| 15 | 90 | 185 | 120 | 65 |
| 16 | 100 | 175 | 130 | 90 |
| 17 | 150 | 165 | 100 | 120 |
| 18 | 40 | 155 | 85 | 65 |
| 19 | 50 | 145 | 90 | 80 |
| 20 | 70 | 135 | 150 | 120 |
| 21 | 60 | 85 | 150 | 140 |
| 22 | 50 | 100 | 160 | 140 |
| 23 | 90 | 75 | 170 | 140 |
| 24 | 80 | 125 | 180 | 140 |
| 25 | 70 | 135 | 185 | 120 |
| 26 | 60 | 115 | 175 | 130 |
| 27 | 50 | 110 | 165 | 100 |
| 28 | 45 | 100 | 155 | 85 |
| 29 | 65 | 90 | 145 | 90 |
| 30 | 75 | 85 | 135 | 150 |

Схема вала L=2D

