

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова»**

(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

Кафедра «Технология и оборудование машиностроительных производств»

Н.В. Тепин, В.А. Баталов

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**по выполнению курсовой работы по дисциплине
«Технологияковки и объемной штамповки»**

Рекомендовано учебно-методическим советом ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» для использования в учебном процессе в качестве элемента ЭУМКД для студентов, обучающихся по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технология обработки металлов давлением», при изучении дисциплины «Технологияковки и объемной штамповки»

Ижевск 2020

Авторы: Н.В. Тепин, канд. техн. наук,
В.А. Баталов, канд. техн. наук

Рекомендовано к изданию на заседании кафедры «ТиОМП» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» (протокол №2/20 от 22.02.2020г.)

Учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине «Технологияковки и объемной штамповки»//Н.В. Тепин, В.А. Баталов. – Ижевск, 2020 – 93 с.

Учебно-методическое пособие содержат рекомендации по проектированию технологии изготовления поковок объемной штамповкой. Предназначено для выполнения курсовой работы, составлено в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Технологияковки и объемной штамповки», разработанной на основе Федерального государственного образовательного стандарта по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Машины и технология обработки металлов давлением». Пособие может быть полезно также при оформлении отчетов и проектов.

© ФГБОУ ВО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова 2020

© Тепин Н.В., Баталов В.А., составление, 2020

Содержание

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| 1. ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ШТАМПОВКИ..... | 6 |
| 2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ..... | 9 |
| 2.1. Алгоритм проектирования поковок | 9 |
| 2.2. Выбор положения и конфигурации поверхности разъема..... | 11 |
| 2.3. Определение расчетной массы поковки | 13 |
| 2.4. Определение исходных классификационных признаков поковки | 14 |
| 2.5. Назначение припусков на механическую обработку..... | 17 |
| 2.6. Назначение напусков на элементы поковки..... | 17 |
| 2.7. Назначение штамповочных уклонов..... | 18 |
| 2.8. Назначение радиусов закруглений..... | 19 |
| 2.9. Проектирование наметки отверстия в поковке | 19 |
| 2.10. Допуски и предельных отклонений на размеры поковки | 21 |
| 2.11. Допуски формы и расположения поверхностей поковки..... | 22 |
| 2.12. Величина остаточного обля и высота заусенца..... | 23 |
| 2.13. Выполнение чертежа поковки | 24 |
| 2.14. Разработка чертежа горячей поковки..... | 24 |
| 3. ШТАМПОВКА ПОКОВОК НА МОЛОТАХ..... | 26 |
| 3.1. Алгоритм проектирования технологического процесса..... | 26 |
| 3.2. Выбор формы и расчет размеров облойной канавки..... | 29 |
| 3.3. Расчет и выбор переходов штамповки | 30 |
| 3.4. Расчет размеров заготовки | 34 |
| 3.5. Расчет параметров разделения исходного металла на заготовки | 37 |
| 3.6. Расчет параметров нагрева под штамповку..... | 38 |
| 3.7. Расчет энергии удара молота | 39 |
| 3.8. Конструирование штампов | 40 |
| 4. ШТАМПОВКА НА КРИВОШИПНЫХ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССАХ..... | 45 |
| 4.1. Особенности разработки технологического процесса..... | 45 |
| 4.2. Выбор формы и расчет размеров облойной канавки..... | 46 |
| 4.3. Расчет и выбор переходов штамповки | 47 |
| 4.4. Расчет размеров заготовки | 51 |
| 4.5. Расчет силы штамповки | 52 |
| 4.6. Конструирование штампов | 53 |
| 5. ШТАМПОВКА ПОКОВОК НА ГКМ | 56 |
| 5.1. Расчет и выбор переходов штамповки..... | 56 |
| 5.2. Конструирование штампов | 60 |
| 6. ЗАВЕРШАЮЩИЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ | 63 |
| 6.1. Обрезка обля и прошивка отверстий..... | 63 |
| 6.2. Правка поковок | 69 |

| | |
|---|----|
| 6.3. Термическая обработка поковок | 70 |
| 6.4. Очистка поковок | 71 |
| 6.5. Калибровка поковок | 73 |
| 6.6. Контроль качества поковок | 73 |
| 7. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛА | 75 |
| 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА | 76 |
| 9. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ | 77 |
| 10. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ | 77 |
| 11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ | 80 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 82 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 84 |

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа предусматривает разработку технологического процесса объемной горячей штамповки на молотах, ГKM, КГШП и других машинах.

Перед началом работы студенты получают индивидуальное задание представляющий собой чертеж детали с указанием годовой программы выпуска изделий.

Разработку технологического процесса производства поковок целесообразно производить в порядке следующих этапов:

- 1) обоснование способа штамповки
- 2) разработка чертежа поковки;
- 3) выбор типа исходной заготовки, расчет ее объема и размеров;
- 4) выбор, обоснование и расчет переходов формоизменения заготовки;
- 5) установление температурного интервала формоизменения заготовки, выбор способа и устройств для ее нагрева, расчет основных параметров нагревательных устройств;
- 6) выбор технологической смазки, способа и устройств для ее нанесения на поверхность ручьев и заготовку;
- 7) расчет силы деформирования и выбор основного кузнечно-штамповочного оборудования;
- 8) определение основных технологических параметров отделочных операций (обрезка обля и удаление перемычек, правка, термообработка, очистка от окалины, калибровка);
- 9) обоснование вида термической обработки поковки;
- 10) разработка мероприятий по контролю качества поковок;
- 11) расчет показателей эффективности использования металла;
- 12) разработка штамповой оснастки
- 13) заполнение технологической карты.

Курсовая работа должна состоять из следующих разделов:

- 1) расчетно-пояснительной записки;
- 2) карты технологического процесса, оформленной на бланке (Приложение А);
- 3) графической части, состоящей из следующих 3d моделей и чертежей:
 - модель и чертеж готовой детали;
 - модель и чертеж «холодной» поковки;
 - модель и чертеж «горячей» поковки;
 - модели и рабочие чертежи ковочного и обрезного инструмента;
 - модель и сборочный чертеж ковочного штампа;
 - модель и сборочный чертеж обрезного штампа.

1. ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ШТАМПОВКИ

Для обоснования способа штамповки необходимо провести анализ конструкции детали. Описать параметры детали: объем, массу, соотношение габаритных размеров и объемов ее частей, тип формы и ее особенности (удлиненная, круглая, сплошная, полая), химический состав и группу материала.

Определить служебное назначение и установить степень ответственности при эксплуатации ее в машине, возможное направление волокон металла.

Проанализировать технологичность конструкции детали. Рациональной формой детали считают такую, при которой все элементы конструкции имеют простую геометрическую форму и плавно сопряжены друг с другом.

Технологически рациональную форму штампуемой детали (значит и поковки) выбирают с учетом следующих положений:

1) площадь поперечного сечения по длине не должна изменяться более чем в 3 раза;

2) предусмотреть возможность одностороннего расположения ребер, бобышек и других выступающих элементов;

3) ребра должны иметь постоянную по длине толщину, постоянный радиус закругления углов и постоянный штамповочный уклон при переменной высоте;

4) при штамповке (высадке) утолщений на концах стержней диаметр высаженной части не должен быть более 4-х диаметров исходной заготовки, а высота высаженного утолщения - не более 0,125 диаметра утолщения;

5) при высадке утолщенной части сложной формы длина высаживаемой части не должен быть больше шести диаметров заготовки;

6) толщина полотна должна быть, не менее 4 мм;

7) при несимметричной, в плоскости разъема, форме детали предусмотреть возможность штамповки поковки одновременно на две (и более) детали с последующей их разрезкой;

8) крупногабаритные разветвленные детали сложной формы рационально разбить на 2 (и более) части простой формы; полученные поковки в последующем соединяют (сваркой, пайкой и т.п.);

9) правые и левые детали конструируют с учетом их изготовления из поковок, полученных в одном штампе.

Охарактеризовать тип, серийность производства. Ориентировочно тип производства можно определить в зависимости от массы и годового объема выпуска поковок (таблица 1).

Таблица 1 - Признаки серийности кузнечно-штамповочного производства

| Годовой выпуск поковок, шт/год при массе | | | Число типоразмеров поковок приходящихся на ед. оборудования | Тип пр-ва |
|---|-------------------|----------------------|---|-----------|
| мелких (до 1кг) | средних (1..10кг) | тяжелых (10...150кг) | | |
| < 25000 | <10000 | <1000 | ≥13 | МС |
| 25000...250000 | 10000...50000 | 1000... 5000 | 6...12 | СС |
| >250000 | >50000 | >5000 | 1...5 | КС, М |
| Обозначения: МС - мелкосерийное пр-во, СС, КС, М - соответственно средне-, крупносерийное и массовое производство | | | | |

По литературным источникам определить место заданной детали в существующих классификациях поковок [1,2,12,15,17], ознакомиться с известными методами получения горячей штамповкой аналогичных деталей, рассмотреть ряд возможных вариантов изготовления, проанализировать их достоинства и недостатки.

Для выбора условно оптимального способа горячей объемной штамповки рассмотрены наиболее универсальные и широко применяемые процессы, осуществляемые, в основном, на универсальном кузнечно-штамповочном оборудовании (таблица 2).

По результатам анализа выбрать наиболее целесообразный метод получения поковки. При оценке вариантов процессов штамповки нужно исходить из следующих критериев: минимальная себестоимость производства поковки, минимальный расход металла, минимальная трудоемкость и т.д.

Должно быть принято решение о применении вида штампа (открытого, закрытого или штампа для выдавливания); какую часть поковки в каком штампе располагать (внизу, вверху, в матрице, в пуансоне). Кроме того, нужно решить вопрос о виде заготовки и возможных потерях материала в отход, а также о последовательности операций и переходов штамповки.

Таблица 2 - Характеристика способов объемной штамповки

| № п/п | Тип оборудования | Материал поковок | Масса поковки, кг | Технологические возможности и область применения | | | | | |
|-------|-------------------------|---|-------------------|--|------------------|------------------------|------|----------------|---|
| | | | | Точность IT | Шероховатость Rz | α/β , град. | КИМ | Тип пр-ва | Конфигурация поковок |
| 1 | Молоты | Любые деформируемые стали и сплавы | 0,1...360 | 15-17 | - | 5-7/ 7-10 | 0,5 | СС КС М | Любой конфигурации и сложности |
| 2 | КГШП | --/-- | 0,1...150 | 14-16 | ≤ 160 | 1-3/ 3-5 | 0,65 | СС КС М | --/-- |
| 3 | ГКМ | --/-- | 0,2...100 | 13-17 | ≤ 160 | 0-1,5/ 3-5 | 0,6 | СС КС М | Осесимметричные средней сложности |
| 4 | Винтовые прессы | Труднодеформируемые, мало пластичные стали и сплавы | 0,1...100 | 14-15 | ≤ 160 | 1-3/ 3-5 | 0,65 | МС СС КС | Мелкие, средней сложности, высокие с тонкими ребрами |
| 5 | Гидравлические прессы | --/-- | 1...3200 | 13-15 | ≤ 160 | 0,5-2/ 1-3 | 0,70 | МС СС КС | Любой конфигурации крупные (с площадью проекции до 2,5 м) в т.ч. типа панелей |
| 6 | Высокоскоростные молоты | Высоколегир. стали, Al-, Mg- и Ti-сплавы | 0,05...12 | 12-14 13 | ≤ 80 | 0-1/ 1-3 | 0,72 | КС СС | Средней сложности типа фланцев, втулок, звездочек, крыльчаток и т.п. |

Примечания: α - штамповочный уклон наружных углов, β – штамповочный уклон внутренних углов;

2. РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА ПОКОВКИ

2.1. Алгоритм проектирования поковок

Исходной информацией для разработки чертежа поковки является чертеж детали с указанными на нем размерами, предельными отклонениями размеров, шероховатостью поверхностей, маркой материала и установочными базами. Перед конструированием поковки необходимо установить условия эксплуатации детали, технологию обработки после штамповки, а также возможность и рациональность:

- изменения конструкции детали для упрощения процесса штамповки;
- увеличения шероховатости поверхностей детали, несопрягаемых в процессе эксплуатации с поверхностями других деталей, для уменьшения объема последующей обработки;
- изготовления двух и более деталей в одной поковке с последующим ее разделением;
- получения детали сваркой отдельных поковок;
- изготовления симметричной поковки, объединяющей две несимметричные детали;
- получения поковки штамповкой из периодического или специального прокатного профиля.
- получения поковки комбинированием штамповки на нескольких видах кузнечно-штамповочных машин;
- замены обработки резанием калибровкой;
- применения групповой поковки, из которой обработкой резанием возможно получать небольшие партии одинаковых по форме, но различных по размерам деталей;
- штамповки поковок без уклонов с последующим обжимом и правкой при обрезке облоя и пробивке перемычки.

Разработка чертежа поковки состоит в последовательном решении следующих вопросов:

- выбор положения поверхности разъема;
- определение ориентировочной массы поковки, назначение припусков на обработку резанием, допусков на изготовление поковки и внешних радиусов поковки;
- назначение напусков на отверстия и проточки, внутренних радиусов закруглений и штамповочных уклонов.

Алгоритм проектирования поковок приведен в таблице 3.

Таблица 3 - Этапы проектирования поковок

| № | Этапы проектирования | Что определяется | Источник информации |
|-----|---|---|---|
| 1. | Выбор положения и конфигурации поверхности разъема | Положение плоскости разъема на контуре чертежа детали | [12, стр.49] |
| 2. | Определение расчетной массы поковки | $M_{пр}$, кг | ГОСТ 7505-89 п. 2.6 |
| 3. | Определение исходных классификационных признаков (индексов) поковки | Группа материала (M1...M3) Класс точности (T1...T5) Степень сложности (C1...C4) | ГОСТ 7505-89 табл.1 приложение 1 приложение 2 |
| 4. | Определение исходного индекса | Номер исходного индекса (1...23) | ГОСТ 7505-89 табл. 2 |
| 5. | Определение основных припусков | Припуски на механическую обработку поверхности | ГОСТ 7505-89 табл. 3 |
| 6. | Определение дополнительных припусков | Припуски, учитывающие смещение поковки, изогнутость, отклонения от плоскостности и прямолинейности, межцентрового и межосевого расстояний | ГОСТ 7505-89 табл. 4, 5, 6 |
| 7. | Определение общих (суммарных) припусков | $P = P_{осн} + \sum P_{доп}$ | ГОСТ 7505-89 п.4.1 |
| 8. | Назначение напусков на элементы поковки | Напуски на невыполнимые элементы (проточки, полости, шлицы и т.д.) | [12, стр.52] |
| 9. | Установление штамповочных уклонов | Уклоны в град: - наружных поверхностей - внутренних поверхностей | ГОСТ 7505-89 табл. 18 |
| 10. | Установление радиусов закруглений углов | Наружные R_n внутренние $R_v = (2...3)R_n$ | ГОСТ 7505-89 табл. 7 |
| 11. | Проектирование наметки отверстий в поковке | Тип перемычки и размеры наметок | [12, стр.54] |
| 12. | Установление допусков и предельных отклонений на размеры поковки | Допуски и отклонения: - на линейные размеры; - на угловые размеры; - на межосевые расстояния; - радиусы закруглений | ГОСТ 7505-89 табл. 8, 14, 16, 17 |

| № | Этапы проектирования | Что определяется | Источник информации |
|-----|---|--|--------------------------------|
| 13. | Установление допусков формы и расположения поверхностей поковки | Допуски и отклонения: - на смещение по поверхности разъема; - на непрямолинейность и неплоскостность; - на несоосность - на отклонения межосевого расстояния | ГОСТ 7505-89 табл. 9,12,13 |
| 14. | Установление допускаемой величины остаточного облоя и заусенца | Допускаемая величина остаточного облоя и высота заусенца | ГОСТ 7505-89, табл. 10, 11 |
| 15. | Выполнение чертежа поковки | - | ГОСТ 3.1126-88 п. 3.1...3.3 |
| 16. | Разработка технических требований (ТТ) к поковке | ТТ (по механическим свойствам, допускаемым дефектам и т.п.) | ГОСТ 8479-70 |
| 17. | Вычисление фактической массы поковки | $M_{п}$ факт. | - |

2.2. Выбор положения и конфигурации поверхности разъема

Поверхность разъема — это поверхность, по которой сопрягаются верхняя и нижняя части штампа. В открытом штампе на этой поверхности предусматривают облойную канавку, заполняемую вытекающим из ручья избытком металла, образующим облой. При выборе положения разъема необходимо выполнить условия:

- поковка должна свободно удаляться из верхней и нижней частей штампа, для чего разъем располагают в плоскости сечения поковки с наибольшим периметром, что обеспечивает наименьшую глубину и наибольшую ширину ручья;

- предпочтительно, чтобы поверхность разъема пересекалась вертикальными образующими поковки, что упрощает контроль смещения частей штампа, например, во время обрезки облоя (рисунок 1, а и б); для плоских поковок разъем может быть смещен к верхней поверхности (рисунок 1, в, г);

- взаимное расположение поверхности разъема и поковки должно исключать поднутрения на боковых поверхностях поковки;

- ручки ориентируют таким образом, чтобы их заполнение осуществлялось за счет осадки, а не выдавливания, при этом полости под тонкие и высокие ребра, бобышки и приливы рекомендуется располагать в верхней половине штампа.

- труднозаполняемые части поковки (тонкие и высокие ребра, бобышки,

выступы и т.д.) следует располагать в верхнем штампе. При штамповке на молоте металл течет легче вверх.

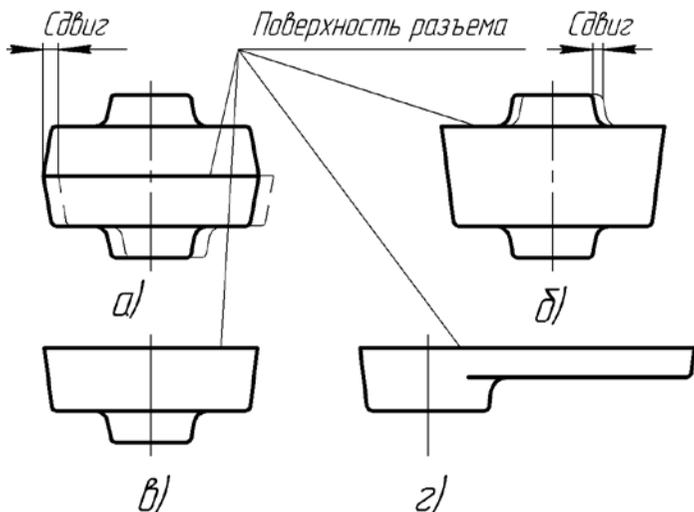


Рисунок 1 - Положение поверхности разъема:
а – правильное, б – нежелательное, в, г – допустимое

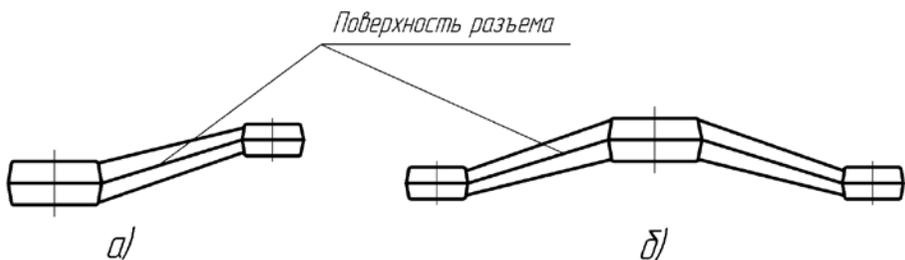


Рисунок 2 - Поверхность разъема:
а – несимметрично изогнутая, б – симметрично изогнутая

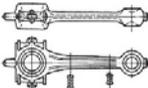
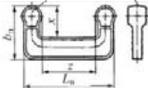
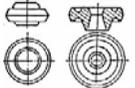
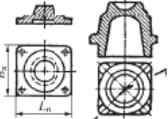
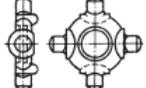
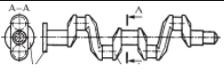
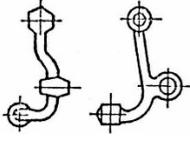
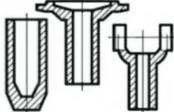
2.3. Определение расчетной массы поковки

Расчетная масса поковки определяется по формуле

$$M_{пр} = K_p \cdot M_d$$

где M_d – масса детали; K_p - расчётный коэффициент, выбираемый по таблице 4.

Таблица 4 - Коэффициент K_p для определения расчетной массы поковки

| Группа | Характеристика детали | Типовые представители | Вид поковки | K_p |
|--------|---|---|---|----------|
| 1 | Удлиненной формы | | | |
| 1.1 | С прямой осью | Валы, оси, цапфы, шатуны |  | 1,3 -1,6 |
| 1.2 | С изогнутой осью | Рычаги, сошки рулевого управления |  | 1,1 -1,4 |
| 2 | Круглые и многогранные в плане | | | |
| 2.1 | Круглые | Шестерни, ступицы, фланцы |  | 1,5 -1,8 |
| 2.2 | Квадратные, прямоугольные, многогранные | Фланцы, ступицы, гайки |  | 1,3 -1,7 |
| 2.3 | С отростками | Крестовины, вилки |  | 1,4 -1,6 |
| 3 | Комбинированной конфигурации, сочетающей элементы групп | Кулаки поворотные, коленчатые валы |  | 1,3 -1,8 |
| 4 | С большим объёмом необрабатываемых поверхностей | Балки передних осей, рычаги переключения коробок, буксирные крюки |  | 1,1 -1,3 |
| 5 | С отверстиями, углублениями, поднутрениями, не оформляемыми при штамповке | Полые валы, фланцы, блоки шестерён |  | 1,8 -2,2 |

2.4. Определение исходных классификационных признаков поковки

Группа стали. Стали, применяемые для получения поковок, подразделяют на три группы: М1, М2 и М3. При назначении группы стали определяющим является среднее массовое содержание углерода и легирующих элементов (Si, Mn, Cr, Mo, W, V).

М1 – сталь с массовой долей углерода до 0,35% включительно и суммарной долей легирующих элементов до 2% включительно.

М2 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,35 до 0,65% включительно или суммарной долей легирующих компонентов свыше 2,0 до 5,0% включительно.

М3 – сталь с массовой долей углерода свыше 0,65% или суммарной долей легирующих компонентов свыше 5,0%.

Класс точности устанавливают в зависимости от технологического процесса и оборудования для ее изготовления (таблица 5), а также исходя из предъявляемых требований к точности поковки.

Таблица 5 - Определение класса точности поковок

| Основное деформирующее оборудование, технологические процессы | Класс точности | | | | |
|---|----------------|----|----|----|----|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| Кривошипные горячештамповочные прессы: | | | | | |
| открытая (облойная) штамповка | | | | + | + |
| закрытая штамповка | | + | + | | |
| выдавливание | | | + | + | |
| Горизонтально-ковочные машины | | | | + | + |
| Прессы винтовые, гидравлические | | | | + | + |
| Горячештамповочные автоматы | | + | + | | |
| Штамповочные молоты | | | | + | + |
| Калибровка объёмная (горячая и холодная) | + | + | | | |
| Прецизионная штамповка | + | | | | |

Степень сложности поковки. По степени сложности поковки подразделяют на четыре группы: С1, С2, С3 и С4.

Степень сложности поковки (индекс С) определяют путем вычисления отношения массы поковки $M_{пр}$ к массе $M_{ф}$ геометрической фигуры минимального объема, в которую вписывается форма поковки. Геометрическая фигура может быть цилиндром, параллелепипедом, шаром или прямой правильной призмой.

Степень сложности поковки соответствуют следующие численные значения отношения $M_{пр}/M_{ф}$

С1 свыше 0,63

С2 свыше 0,32 до 0,63 включительно,

С3 свыше 0,16 до 0,32 включительно,

С4 до 0,16 включительно.

Поковки типа тонких дисков, фланцев и колец с отношением толщины к диаметру $h/d < 0,2$ относятся к поковкам со степенью сложности С4.

Исходный индекс определяется для последующего назначения основных припусков, допусков и допускаемых отклонений (таблица 6). Для определения исходного индекса 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 23).

Исходный индекс можно проверить по формуле:

$$U = N + M + C + 2 \cdot (T - 1) - 2$$

где N - значения характеристики массы поковки (номер строки из таблицы, возможные значения от 1 до 10);

М – группа стали (от 1 до 3);

С – степень сложности (от 1 до 4);

Т – класс точности (от 1 до 5)

Таблица 6 - Определение исходного индекса

| Масса поковки, кг | Группа стали | | | Степень сложности поковки | | | | Класс точности поковок | | | | | Исходный индекс |
|-------------------|--------------|----|----|---------------------------|----|----|----|------------------------|----|----|----|----|-----------------|
| | M1 | M2 | M3 | C1 | C2 | C3 | C4 | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | |
| До 0,5 включ. | | | | | | | | | | | | | 1 |
| Св 0,5 до 1.0" | | | | | | | | | | | | | 2 |
| " 1.0 " 1.8 " | | | | | | | | | | | | | 3 |
| " 1.8 " 3.2 " | | | | | | | | | | | | | 4 |
| " 3.2 " 5.6 " | | | | | | | | | | | | | 5 |
| " 5.6 " 10.0 " | | | | | | | | | | | | | 6 |
| " 10.0 " 20.0 " | | | | | | | | | | | | | 7 |
| " 20.0 " 50.0 " | | | | | | | | | | | | | 8 |
| " 50.0 " 125.0 " | | | | | | | | | | | | | 9 |
| " 125.0 " 250.0 " | | | | | | | | | | | | | 10 |
| | | | | | | | | | | | | | 11 |
| | | | | | | | | | | | | | 12 |
| | | | | | | | | | | | | | 13 |
| | | | | | | | | | | | | | 14 |
| | | | | | | | | | | | | | 15 |
| | | | | | | | | | | | | | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | 17 |
| | | | | | | | | | | | | | 18 |
| | | | | | | | | | | | | | 19 |
| | | | | | | | | | | | | | 20 |
| | | | | | | | | | | | | | 21 |
| | | | | | | | | | | | | | 22 |
| | | | | | | | | | | | | | 23 |

2.5. Назначение припусков на механическую обработку

Припуском на механическую обработку называется слой металла, который назначается технологом на все обрабатываемые резанием поверхности детали. Припуск оценивается толщиной слоя, в который входит заштампованная окалина, обезуглероженная поверхность, незаполнение ручья и смещение штампа, износ гравюры ручья, коробление поковки при обрезке облоя и охлаждении и т.п.

Значение припуска определяют в зависимости от геометрических и технологических факторов: линейных размеров; массы поковки; исходного индекса; шероховатости поверхности; условий резки заготовки и нагрева. На стальные поковки припуски определяются по ГОСТ 7505-89.

Основные припуски ($P_{\text{осн}}$) устанавливаются по таблице 3, а дополнительные - по таблицам 4, 5, 6 [6].

Дополнительные припуски ($P_{\text{доп}}$), учитывающие:

— смещение по плоскости разъема - назначается на размеры элементов, параллельных плоскости разъема.

— отклонения от плоскостности и прямолинейности – назначаются на размеры, перпендикулярные плоскости разъема (высотные);

— отклонение межосевого расстояния – назначаются на диаметры наружных выступов и отверстий с параллельными осями, независимо от типа штампа и способа штамповки.

Общий припуск определяется суммированием основного и дополнительных припусков индивидуально по каждой поверхности поковки

$$P = P_{\text{осн}} + \sum P_{\text{доп}}$$

Кроме того, если применяется пламенный нагрев, значение припуска может быть увеличено.

2.6 Назначение напусков на элементы поковки

Во многих случаях детали имеют элементы, которые невозможно получить горячей штамповкой. Их называют невыполнимыми. К ним относятся: отверстия с осями, находящимися под углом к направлению приложения нагрузки; отверстия с диаметром менее 30 мм; шпоночные пазы; зубчатые и шлицевые соединения; внутренние полости в отверстиях; тонкие рёбра и полотно и т.п.

На невыполнимые элементы назначаются технологические напуски, т.е. «закрываются невыполнимые элементы детали». Назначение напусков приводит к увеличению массы поковки, но это вынужденная мера для упрощения её формы.

2.7 Назначение штамповочных уклонов

Штамповочные уклоны являются технологическими напусками и выполняют две функции: благоприятствуют течению металла в ручье при его заполнении; облегчают извлечение отштампованной поковки из ручья штампа.

Количественной оценкой уклона является угол между образующей боковой поверхности поковки и направлением перемещения инструмента. Различают внутренние и наружные уклоны. Внутренние уклоны назначают на поверхности поковки, которые охватывают элементы гравюры ручья при охлаждении металла в штампе. Наружные уклоны назначают на поверхности, по которым образуются зазоры между гравюрой ручья и поковкой при её охлаждении. Очевидно, что внутренние уклоны назначают большей величины, чем наружные (Таблица 7).

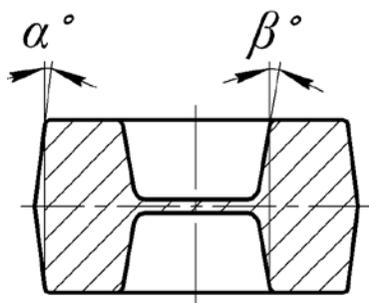


Рисунок 3 - Наружные (α) и внутренние (β) штамповочные уклоны

Таблица 7 - Штамповочные уклоны

| Оборудование | Штамповочные уклоны, градусов | |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| | 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 |

Фактические значения уклонов определяются технологом в зависимости от сложности поковки и глубины полости ручья. Увеличение штамповочных уклонов допускается в следующих случаях:

- на элементы поковки, оформляемые выдавливанием;
- при штамповке мелких поковок для повышения стойкости ручья;
- при штамповке малопластичных материалов;
- если не используется смазка или она малоэффективна.

2.8. Назначение радиусов закруглений

Грани переходов от одной поверхности поковки к другой скругляются радиусами, называемыми радиусами закруглений. Они предназначены для:

- улучшения условий перемещения металла в ручье;
- предотвращения образования зажимов за счёт более плавного течения металла;
- повышения качества поковки;
- повышения стойкости штампов за счет снижения давлений на контактных поверхностях гравюры ручья, предотвращения образования разгарных трещин;
- улучшения условий для очистки поковок.

Аналогично штамповочным уклонам, радиусы закруглений делятся на внутренние и наружные. Внутренними считаются радиусы на сопряжениях поверхности поковки, получаемые обтеканием металла, а наружными - радиусы при его затекании в них.

Минимальные значения наружных радиусов для стальных поковок выбирают из таблицы 7 [6] в зависимости от массы поковки и глубины полости. Внутренние радиусы в 2,5-3,0 раза больше соответствующих наружных.

2.9. Проектирование наметки отверстия в поковке

При штамповке поковок деталей, имеющих отверстия, с целью уменьшения расходов металла и снижения трудоемкости механической обработки делаются наметки в виде конических несквозных отверстий с оставлением перемычки, удаляемой в последующем прошивкой на прошивном штампе или сверлением.

Для двусторонней наметки рекомендуется смещать поверхность внутреннего разъема, а с ним и перемычку по отношению к поверхности внешнего разъема (рисунок 4) что значительно облегчает центрирование поковки в окончательном ручье.

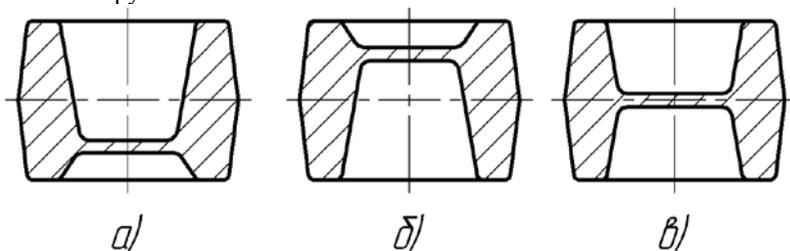


Рисунок 4 - Варианты размещения перемычки в наметке отверстия:
а — рекомендуемый; б — возможный; в — нежелательный

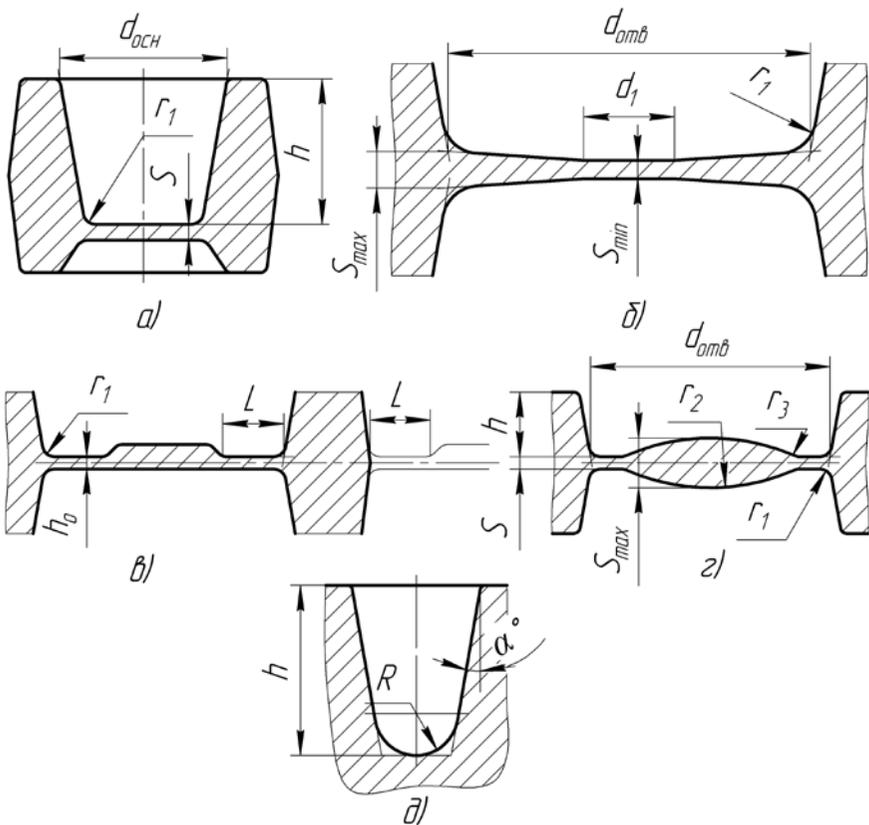


Рисунок 5 - Перемычки в наметках отверстий и углубления:
 а – плоская, б – с раскосом, в – с магазином, г – с карманом, д – глухая

Сквозное отверстие в поковке не может быть получено штамповкой в сплошной заготовке. Если диаметр отверстия более 30 мм, то оно штампуется с перемычкой.

С учётом множества форм поковок существует несколько типов перемычек (рисунок 5):

а) плоская перемычка (рисунок 5, а). Применяется для поковок, у которых отношение размеров $h/d \geq 0,4$. Толщина перемычек рассчитывается из соотношения:

$$S = 0.45 \cdot \sqrt{d_{\text{очн}} - 0.25 \cdot h} - 0.5 + 0.6 \cdot \sqrt{h},$$

или

$$S = 0.1 \cdot d_{\text{очн}} \geq 4\text{мм}$$

б) перемычка с раскосом (рисунок 5, б). Применяется, если отношение $h/d < 0,4$. Размеры рассчитываются из соотношений:

$$\begin{aligned}d_1 &= (0,12 \cdot d_{\text{отв}} + 3) \\S_{\text{min}} &= 0,65 \cdot S, \\S_{\text{max}} &= 1,35 \cdot S\end{aligned}$$

где S определяют, как для плоской перемычки.

Остальные размеры определяются из технологических соображений и графическим построением. Применение перемычки с раскосом позволяет раздать металл и переместить его от центра на периферию, снизить усилие штамповки, повысить стойкость штампов. Перемычка этого типа конструируется в основном на низких поковках типа фланцев;

в) перемычка с магазином (Рисунок 5, в). Применяется для штамповки низких поковок с узкими полостями. Размеры перемычки S и d рассчитываются согласно общим рекомендациям по расчёту размеров облойного мостика. Остальные размеры определяются из технологических соображений и графическим построением. Перемычка с магазином применяется в окончательном ручье в случае фасонирования заготовки в предварительном ручье, причём в этом ручье применена перемычка с раскосом;

г) перемычка с карманом (рисунок 5, г). Применяется, если отношение $h/d < 0,07$ и при $d > 150$ мм. Основные размеры перемычки определяются из соотношений $S = 0,4 \cdot \sqrt{d}$, $S_{\text{max}} = 5 \cdot S$, $r_3 = 5 \cdot h$. Радиус r_2 определяется подбором. Перемычку этого типа рекомендуется применять, если заготовка фасонируется в предварительном ручье с плоской перемычкой;

д) глухая перемычка (рисунок 5, д). Перемычка применяется, если отношение $h/d > 1,7$. Размеры перемычки определяются графическим построением. Глухая перемычка применяется при штамповке высоких поковок и не удаляется прошивкой при обрезке облоя

Радиусы закруглений вершин наметок рекомендуется определять по формуле:

$$r_1 = r + 0,1 \cdot h + 2,$$

где r — внутренний радиус закругления данной поковки,

2.10. Допуски и предельных отклонений на размеры поковки

Допуски и предельные отклонения линейных и угловых размеров стальных поковок, получаемых обычными способами штамповки, устанавливаются ГОСТ 7505-89 [6]:

- на линейные размеры - табл.8;
- на межосевые расстояния - табл.14;
- на угловые размеры - табл.16;
- на радиусы закруглений - табл.17;

— допускаемые отклонения штамповочных уклонов устанавливаются в пределах $\pm 0,25$ их номинальной величины.

2.11. Допуски формы и расположения поверхностей поковки

Смещение по поверхности разъем штампа - m (рисунок 6) - отклонение формы поковки в виде наибольшего линейного переноса по плоскости одной части поковки относительно другой, вычисляется по формуле:

$$m = \frac{a_2 - a_1}{2}$$

где m - величина смещения; a_1 - наименьший размер поковки в направлении линейного переноса; a_2 - наибольший размер поковки в том же направлении.

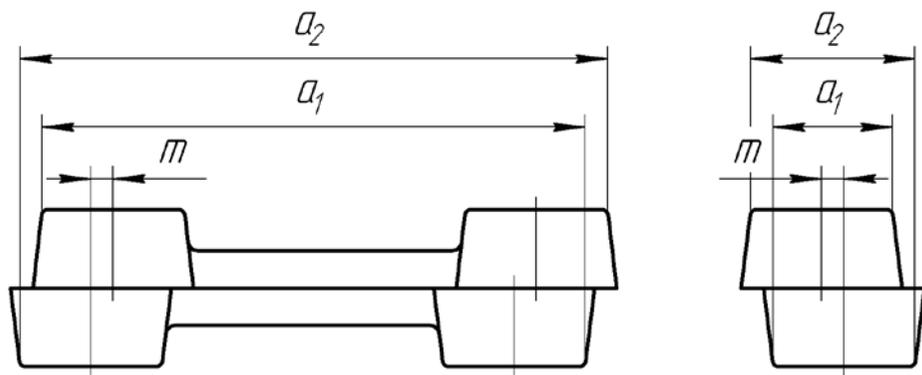


Рисунок 6 - Смещение по поверхности разъема штампа

Допускаемую величину смещения по поверхности разъема штампов в зависимости от массы поковки и конфигурации разъема определяют по таблице 9 [6].

Допускаемые отклонения от прямолинейности и плоскостности (в направлении максимального размера поверхности) устанавливают по таблице 12 [6].

Отклонение от соосности (концентричности) пробитого отверстия – таблице 13 [6]. Допуск соосности распространяется как на поверхности ступенчатого отверстия, так и на отклонение оси отверстия относительно наружной поверхности вращения.

Допуск соосности не пробитых отверстий (наметок) принимают в пределах 0,5...0,8% глубины наметки.

Допуск радиального биения цилиндрических поверхностей не должен превышать удвоенной величины, указанной в таблице 13 [6].

2.12. Величина остаточного облоя и высота заусенца

Остаточный облой (z) - выступ, оставшийся на поковке после обрезки облоя или пробивки отверстия (рисунок 7).

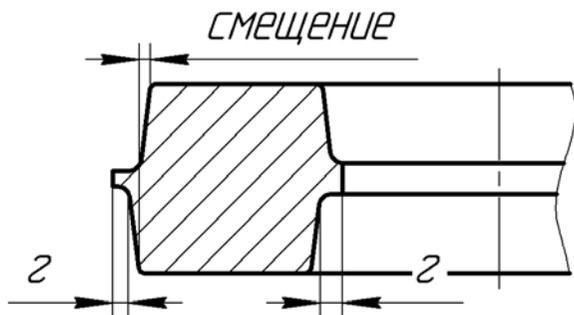


Рисунок 7 - Схема измерения остаточного облоя

Допускаемая величина остаточного облоя определяется по таблице 10 [6]. Заусенец (k) - выступ, образовавшийся на поверхности поковки в не предусматриваемых для размещения облоя местах сочленения частей штампа (зазорах), а также при обрезке облоя и пробивке отверстия и измеряемый по высоте (Рисунок 8).

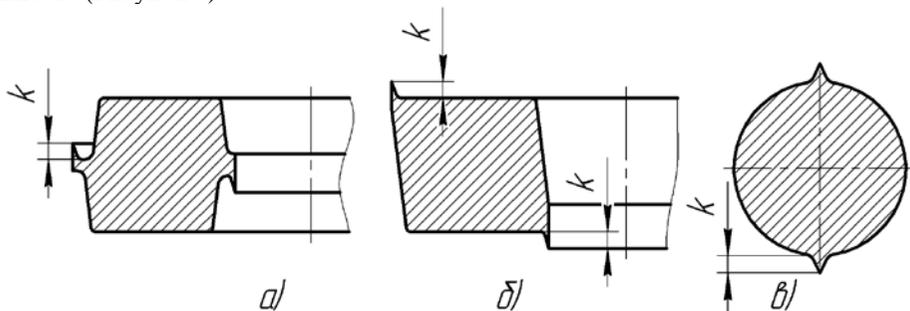


Рисунок 8 - Заусенец: а - при обрезке облоя и пробивке отверстия, б - при безоблойной штамповке, в- при штамповке в штампах с разъемными матрицами

Допускаемая величина заусенца, образовавшегося по контуру пуансона при штамповке в закрытых штампах (безоблойной), определяется по таблице 11 [6].

У поковок, изготовленных на горизонтально-ковочных машинах, допускаемая величина заусенца в плоскости разреза матриц (рисунок 8, в) не должна превышать удвоенной величины остаточного облоя по табл. 11[6].

2.13. Выполнение чертежа поковки

После решения этих вопросов, зафиксированных в расчетно-пояснительной записке, приступают к оформлению чертежа поковки в соответствии с ГОСТ 3.1126-88 [3].

Чертеж поковки рекомендуется выполнять в масштабе 1:1. Контуры готовой детали на чертеже поковки следует показать штрихпунктирной или сплошной тонкой линией, наглядно показывающей припуски и напуски. Простановка размеров на чертеже поковки должна производиться от согласованных исходных баз механической обработки с удобством их измерения, простоты и удобства проверки припусков. На чертеже можно не указывать размеры для построения линии разреза.

В примечании к чертежу указывают степень сложности, марку и группу стали, точность изготовления, вид нагрева, а также не указанные на чертеже штамповочные уклоны, радиусы закруглений, допуски на вертикальные и горизонтальные размеры.

На чертеже поковки также указывают основные технические требования на приемку поковок, а именно: термообработку и твердость поковок, допустимую величину остаточного облоя после обрезки и прошивки, способ очистки поверхности от окалины, глубину внешних дефектов и дефекты формы (сдвиг штампов, эксцентricность сечения и отверстий, кривизну или коробление).

В технические требования могут быть включены указания мест маркировки, отпечатка при испытании твердости, вырезки образца для механических испытаний. Рекомендуется место маркировки назначать на поверхностях, не контактирующих с обрезным пуансоном и не обрабатываемых резанием.

Чертеж поковки выполняется ассоциативным на основе 3D модели поковки. Это позволяет выполнять основные виды, необходимые разрезы, сечения, выносные элементы, местные разрезы, оценить массу поковки по построенной модели.

После оформления чертежа поковки приступают к разработке технологического процесса применительно к выбранному оборудованию.

2.14. Разработка чертежа горячей поковки

Полость окончательного (чистового) ручья выполняют по чертежу горячей поковки.

Чертеж горячей поковки составляется по чертежу холодной и вычерчивается в том же масштабе. Номинальные размеры на чертежах горячей и холодной поковок отличаются между собой на величину тепловой усадки, разной для различных металлов и сплавов. Кроме этого, приходится учитывать неравномерность усадки отдельных (тонких и длинных быстро остывающих) элементов поковки.

Для ориентировочных расчетов температуру окончания штамповки стали принимают равной 900—1000 °С, что соответствует линейной усадке примерно 1,5%.

Размеры на чертеже горячей поковки даются без допусков с учетом особенностей разметки поковки на штампе и разметки шаблонов. Для этого необходима указывать полностью все данные для построения линии разъема, проставляя от нее размеры по высоте.

На чертеже изображают поковку, получаемую в окончательном ручье молотового штампа. Поэтому изменения формы, выполненные после штамповки на молоте (пробивка отверстий, гибка и пр.), не указывают.

В примечаниях к чертежу обычно даются сведения о величине учтенной усадки, неговоренных штамповочных уклонах и радиусах закругления.

3. ШТАМПОВКА ПОКОВОК НА МОЛОТАХ

3.1. Алгоритм проектирования технологического процесса

Разработка технологического процесса штамповки состоит из следующих основных этапов:

- 1) расчет размеров исходной заготовки;
- 2) расчет переходов формоизменения заготовки;
- 3) расчет силы деформирования и выбор оборудования;
- 4) расчет основных параметров отделочных операций;
- 5) разработка штамповой оснастки.

Алгоритм проектирования технологического процесса штамповки на молотах приведен ниже (таблица 8).

Таблица 8 - Этапы разработки технологического процесса штамповки

| № | Этапы проектирования | Что определяется | Источник информации |
|----|--|--|---------------------|
| 1. | Определение классификационных признаков | Группа поковки (1,2) Подгруппа (1...6) Тип поковки (А, Б) | [12, с.59] |
| 2. | Расчет размеров облойной канавки и объема облоя | Тип и размеры облойной канавки, расчет объема облоя | [12, с.75] |
| 3. | Выбор переходов штамповки | Эпюра сечений, расчетная заготовка и коэффициенты подкатки (для поковок 1 группы). | [12, с.79] |
| | | Размеры осаженной заготовки (для поковок 2 группы) | [12, с.91] |
| 4. | Определение размеров исходной заготовки | Объем, длина и диаметр исходной заготовки | [12, с.,88, с.92] |
| 5. | Определение параметров разделения исходного металла на заготовки | Способ разделения исходного металла на заготовки | [11, с.205] |
| | | Температура разрезки | [11, с.218] |
| | | Усилие разрезки прутка на заготовки | [11, с.216] |
| | | Тип оборудования, технологические характеристики | [11, с.235, с.384] |
| 6. | Определение параметров нагрева под штамповку | Температурный интервал штамповки | [11, с.264] |

| № | Этапы проектирования | Что определяется | Источник информации |
|-----|---|--|---------------------|
| | | Продолжительность нагрева заготовок | [11, с.272, с.31]2 |
| | | Тип оборудования, технологические характеристики | [11, с.289, с. 33]3 |
| 7. | Выбор основного технологического оборудования | Масса подвижных частей, энергия удара | [12, с.154] |
| | | Тип молота, технологические характеристики | [11, с.376] |
| 8. | Определение параметров обрезки облоя и пробивки перемычек | Температура обрезки | [12, с.613] |
| | | Усилие обрезки облоя и пробивки перемычек | [12, с.614] |
| | | Тип оборудования, технологические характеристики | [11, с.345] |
| 9. | Определение параметров правки (при необходимости) | Температура правки | [12, с.666] |
| | | Усилие правки | [12, с.659] |
| 10. | Определение основных параметров термической обработки поковок | Вид термической обработки поковки | [11, с.521] |
| | | Температурный режим | [11, с.526] |
| 11. | Определение основных параметров очистки поковок | Способ очистки | [12, с.666] |
| | | Тип оборудования, технологические характеристики | [12, с.680-685] |
| 12. | Разработка мероприятий по контролю качества поковок | Методы контроля, применяемый инструмент | [12, с.709] |
| 13. | Определение параметров калибровки (при необходимости) | Усилие калибровки | [12, с.672] |
| | | Тип оборудования, технологические характеристики | [11, с.348] |
| 14. | Расчет показателей эффективности использования металла | КИМ, КВТ, КВГ | [8, с. 52] |
| 15. | Конструирование молотового штампа | Проектируются окончательный и предварительный | [12, с.98] |

| № | Этапы проектирования | Что определяется | Источник информации |
|-----|----------------------------------|--|---------------------|
| | | штамповочные ручки. | |
| | | Проектируются заготовительные штамповочные ручки | [12, с.103] |
| | | Определяется взаимное расположение ручьев на зеркале штампа | [12, с.123] |
| | | Определяется минимальная толщина стенок молотового штампа | [12, с.126] |
| | | Определяются размеры штампов | [12 с.128], [17] |
| | | Проектируются элементы взаимного направления и крепления половин штампов | [12, с.152] |
| | | Определяется материал штампа и технические требования | [12 с.691], [9] |
| | | Составляется чертеж штампа | [2, с.35], [9] |
| 16. | Конструирование обрезного штампа | Зазор между матрицей и пуансоном | [12, с.615] |
| | | Конструирование матрицы | [12, с.617, с.619] |
| | | Конструирование пуансона | [12, с.622] |
| | | Конструирование обрезного штампа (простого или совмещенного) | [12, с.636, с.665] |
| 17. | Заполнение технологической карты | | [12, с.157] |

3.2. Выбор формы и расчет размеров облойной канавки

Форма облойной канавки и ее размеры назначаются при конструировании окончательного ручья штампа после определения характера деформации заготовки в нем (осадка или выдавливание) и степени сложности поковки [12, с.76].

На рисунке 9 показана наиболее распространенная форма облойной канавки с плоским мостиком и магазином.

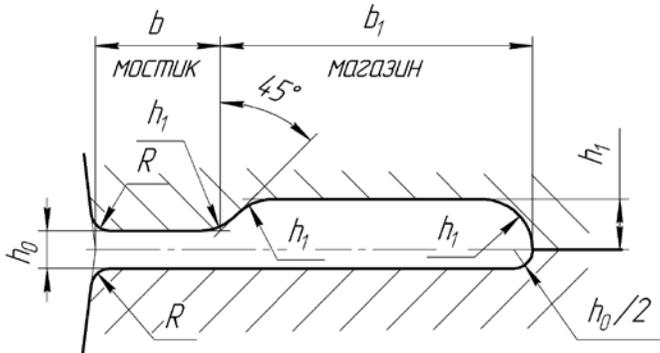


Рисунок 9 - Облойная канавка I типа

В зависимости от размеров поковки в плане рассчитывается высота облойного мостика

$$h_o = 0.015 \cdot \sqrt{F_n},$$

или для тел вращения

$$h_o = 0.015 \cdot D_n$$

где F_n – площадь поковки в плане, мм^2 , D_n – диаметр поковки в плане, мм.

Затем, округлив полученный результат подбирают по справочным данным ближайшее значение h_o , определяют номер канавки (от 1 до 11) и соответственно номеру другие размеры канавки.

В зависимости от степени сложности поковки и условий штамповки возможно применение канавок других типов [12, с.75], выбор размеров которых выполняется аналогичным образом.

Объем облоя определяется по формуле

$$V_o = S_o \cdot P_n$$

где P_n – периметр поковки по линии разреза;

Для поковок массой менее 3 кг вместо периметра P_n по плоскости разреза в расчетах рекомендуется использовать периметр по центру тяжести облоя, то есть по линии, проходящей на расстоянии $(b + b_1)/2$ от крайней точки контура поковки.

Средняя площадь поперечного сечения облоя

$$S_o = \xi \cdot S_{\text{об.к.}}$$

где ξ – коэффициент, учитывающий степень заполнения облойной канавки: у круглых в плане поковок в среднем 0,5 – 0,6, у прочих поковок около 0,6 – 0,8 [12, с.78], $S_{об.к}$ – площадь поперечного сечения облойной канавки [12, с.76].

3.3. Расчет и выбор переходов штамповки

В зависимости от выбранного способа штамповки, в значительной степени определяющего характер технологического процесса, различают две группы молотовых поковок:

1 группа — удлиненные и изогнутые поковки, штампуемые перпендикулярно оси заготовки (штамповка плашмя); для этих поковок характерна значительная величина отношения их длины к средней ширине в плане; деформация заготовки в штамповочных ручьях протекает главным образом при формоизменении по двум осям — в направлении высоты и ширины поковки, в направлении же главной оси (длины поковки) деформация весьма незначительна;

2 группа — круглые и квадратные поковки или поковки, близкие к ним по форме в плане (два взаимно перпендикулярных размера в плане приблизительно равны); поковки с отрезками (основные элементы имеют круглую или квадратную форму); штампуются вдоль оси заготовки (штамповка осадкой в торец); деформация в штамповочных ручьях протекает при различных видах формоизменения: осаживании (высадке), выдавливании и прошивке.

Поковки 1 группы. При выборе ручьев используют так называемую расчетную заготовку, эпюры сечений расчетной заготовки и коэффициенты подкатки.

Расчетной заготовкой называется условная заготовка с круглыми поперечными сечениями, площадь каждого из которых равна площади поперечного сечения соответствующей части поковки плюс площадь поперечного сечения облоя, расположенного по обе стороны заготовки. Длина расчетной заготовки равна длине поковки l_n , а площади поперечных сечений и соответственно диаметры определяются следующим образом

$$S_з = S_n + 2 \cdot S_o = S_n + 2 \cdot \xi \cdot S_{об.к};$$

$$d_{р.з.} = 1,13 \sqrt{S_{р.з.}}$$

где S_n – соответствующие площади сечений поковки; $S_{об.к}$ – площади сечений облойной канавки, определяются по справочным данным с учетом номера канавки.

Для расчета объема любой части заготовки пользуются эпюрой сечений. Ординаты эпюры сечений, взятые в масштабе M в виде отрезка h , соответствуют площадям $S_з$ поперечных сечений расчетной заготовки. Площади отдельных участков этой эпюры, умноженные на принятый масштаб M , представляют собой величины объемов соответствующих участков расчетной заготовки. При этом линия с ординатой h_{cp} (рисунок 10), соответствующая площади среднего сечения

расчетной заготовки S_{cp} , отсекает на эпюре сечений избыточную площадь f_1 , равную недостающей площади f_2 , величина которой соответствует объему, подлежащему при штамповке перемещению вдоль оси.

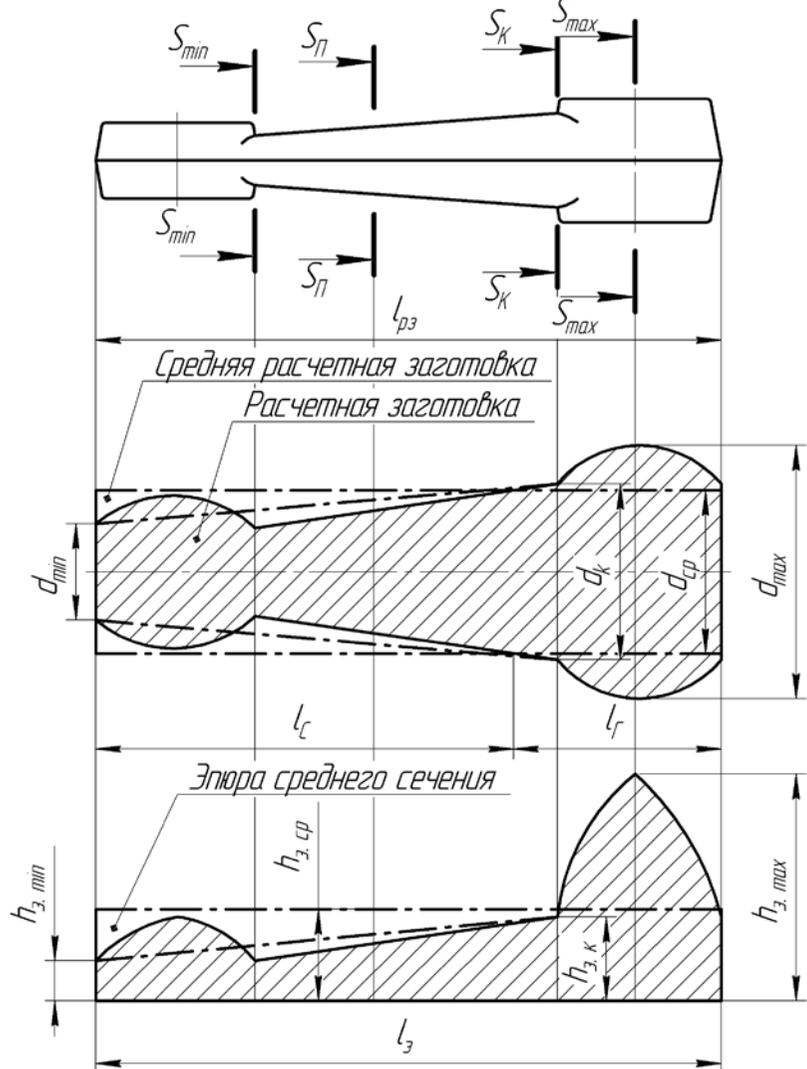


Рисунок 10 - Элементарная расчетная заготовка и эпюра ее сечений

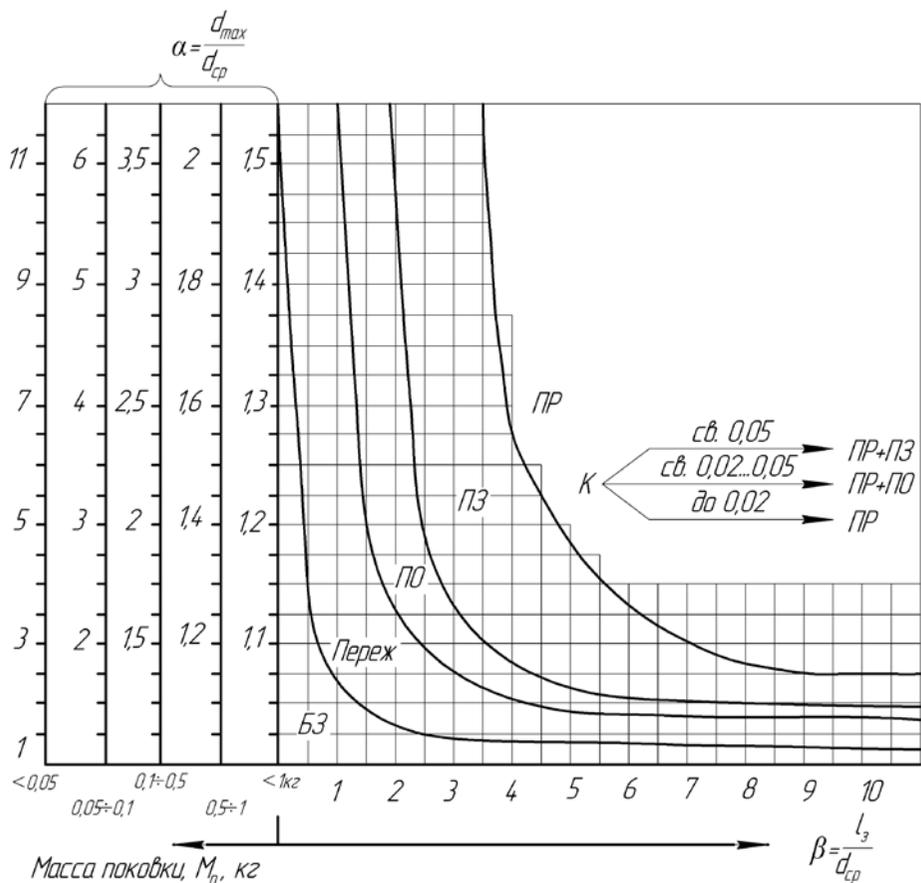


Рисунок 11 - Диаграмма пределов применения заготовительных ручьев (по А.В. Ребельскому); зоны: БЗ-без заготовительных ручьев, Переж.-пережимной; ПО-подкатной открытой; ПЗ- подкатной закрытой; ПР- протяжной

Средней расчетной заготовкой называется цилиндрическая заготовка, длиной равной длине поковки $l_3 = l_n$, а объем V_3 равен сумме объемов поковки V_n , и облоя V_o . Площадь поперечного сечения средней расчетной заготовки определяется по формуле:

$$S_{cp} = \frac{V_n + V_o}{l_n} = \frac{V_3}{l_3}$$

После построения и соответствующего корректирования расчетных заготовок, а также приведения их к элементарным (с одной головкой и одним стержнем, рисунок 10) надо для каждой элементарной заготовки определить

значения d_{min} , d_{max} , $l_{p.з.}$ и диаметр стержня l_c и диаметр d_k в месте перехода от головки к стержню.

Затем следует подсчитать геометрические показатели заготовки α , β , k по формулам

$$\alpha = \frac{d_{max}}{d_{cp}}, \quad \beta = \frac{l_{p.з.}}{d_{cp}}, \quad k = \frac{d_k - d_{min}}{l_c}.$$

От значения этих показателей зависит количество металла, перемещаемого вдоль оси заготовки, и трудность этого перемещения. Диаграмма, составленная для элементарных расчетных заготовок, позволяет по известной массе поковки и вычисленных значениях α , β , k выбрать тот или иной заготовительный ручей или их сочетание (рисунок 11). При выборе переходов следует учитывать, что применение подкатного ручья исключает применение формовочного и пережимного, если последний предназначается для перераспределения объема заготовки только вдоль ее оси. Коэффициент k , характеризующий конусность стержня элементарной расчетной заготовки, следует подсчитывать только в тех случаях, когда значения α и β указывают, что необходим протяжной ручей. Тогда при небольшой конусности стержня ($k < 0,02$) рекомендуется применить только одну протяжку или протяжку с последующим пережимом (или открытой подкаткой); при средней конусности стержня ($k = 0,02 - 0,05$) следует применять только протяжку с последующей открытой подкаткой; при большой конусности стержня ($k > 0,05$) – только протяжку с последующей закрытой подкаткой.

В соответствии с получаемыми размерами расчетной заготовки можно определить общий необходимый коэффициент подкатки по формуле

$$k_{по} = \frac{S_{max}}{S_{cp}} = \frac{d_{max}^2}{d_{cp}^2}$$

Возможные величины коэффициентов подкатки k_n , достигаемые в отдельных ручьях, указаны в таблице 9.

Таблица 9 - Коэффициенты подкатки

| Ручей | k_n |
|--------------------|-------|
| Формовочный | 1,2 |
| Подкатной открытый | 1,3 |
| Подкатной закрытый | 1,6 |
| Предварительный | 1,1 |
| Окончательный | 1,05 |

Комбинацию ручьев таким образом выбирают, чтобы $k_{no} \leq k_{np}$, где k_{np} равен произведению k_n выбранных ручьев. Например, если выбраны ручьи подкатной закрытый, предварительный и окончательный, то $k_{np} = 1,6 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \approx 1,8$. Если $k_{no} > 1,8$, то необходимо применить протяжной ручей.

Для поковок с плавно-изогнутой главной осью в плане (криволинейные рычаги) эпюру сечений и расчетную заготовку нужно строить по геометрической развертке поковки. Для поковок с несколькими перегибами (коленчатые валы), когда гибка происходит с защемлением, развертку надо делать для участка, где нет защемления, а для участков с защемлением расчетную заготовку строят по сечениям. Для таких поковок, а также для поковок с резким перегибом определяют, кроме указанных выше, еще ручки второго вида (гибочный, формовочный).

При оформлении расчетной заготовки и эпюры сечений должны приводиться таблицы с указанием расчетных значений площадей поперечных сечений, диаметров расчетных заготовок и ординат эпюр сечений.

Поковки 2 группы. При штамповке поковок круглых, квадратных в плане необходимо предусмотреть предварительную осадку заготовки и соответственно в штампе площадку для осадки. Иногда вместе с осадкой в заготовке выполняют наметку или выступ.

Если диаметр исходной заготовки близок к диаметру поковки, то площадку для осадки не применяют.

При большом диаметре поковки ($D > 300$ мм) можно производить осадку заготовки на другом молоте, так как штамп с осадочной площадкой получается очень большим.

При выборе размеров осаженой заготовки следует исключить возможность образования зажимов при штамповке.

3.4. Расчет размеров заготовки

Форма и абсолютные размеры исходных заготовок под штамповку определяются типом поковки и выбранным вариантом технологического процесса.

Определяется объем исходной заготовки (без учета возможного отхода металла на клещевину)

$$V_{зг} = V_{п} + V_{о} + V_{уг}$$

Объем поковки V_n рассчитывается с учетом половины положительного допуска для наружных размеров и половины отрицательного допуска для внутренних размеров поковки.

Объем отхода металла в облой V_o рассчитывается как сумма объемов отхода металла на перемычку под прошивку сквозных отверстий V_{np} (глухие, не прошиваемые перемычки учитываются в V_n) и на облой по периметру поковки V_o . V_{np} определяется исходя из размеров полости в поковке.

Отход металла на угар V_y определяется в зависимости от способа нагрева. При нагреве в мазутной печи объем угара составляет 2 – 3% от объема заготовки; в газовой печи – 1,5 – 2% при индукционном нагреве – 0,5 – 1%.

Поковки 1 группы. Для поковок с удлиненной осью в соответствии с расчетной заготовкой определяется ее среднее сечение S_{cp} , по которому с учетом выбранных переходов штамповки и способа укладки исходной заготовки в ручьи определяется среднее сечение исходной заготовки $S_{зз}$. По таблице 10.

Таблица 10 - Определение площади сечения исходной заготовки

| Переходы штамповки | Площадь сечения исходной заготовки | Замечания |
|---|---|--|
| Штамповка без заготовительных переходов | $S_{зз} = (1,02 - 1,05) \frac{V_{зз}}{l_n}$ | Меньшее значение коэффициента применять, когда исходная заготовка закладывается до конца штамповочного или заготовительного ручья, большее, если она закладывается не до конца ручья |
| Пережимы или формовка | $S_{зз} = (1,05 - 1,3) \frac{V_{зз}}{l_n}$ | |
| Подкатка | $S_{зз} = (1,02 - 1,2) \frac{V_{зз}}{l_n}$ | |
| Протяжка | $S_{зз} = \frac{V_2}{l_r}$ | |
| Протяжка и подкатка | $S_{зз} = S_{np} - K(S_{np} - S_{нд})$ | |
| Примечание: $S_{зз}$ - площадь сечения исходной заготовки; $V_{зз}$ - объем исходной заготовки; l_n - длина поковки; l_2 - длина головки расчетной заготовки; V_2 - объем головки расчетной заготовки . | | |

По расчетному значению $S_{зз}$ определяется диаметр исходной заготовки $D'_{зг} = 1,13\sqrt{S_{зг}}$ или сторона квадрата сечения $A'_{зг} = 1,13\sqrt{S_{зг}}$. Полученные значения округляются до ближайшего большего значения сортамента, предусмотренного ГОСТом. Зная d_0 и объем $V_{зг}$, определяют длину исходной заготовки $L_{зг}$:

$$L_{зг} = 1,27 \frac{V_{зг}}{D_{зг}^2}$$

Окончательная длина заготовки устанавливается с учетом принятого способа штамповки: а) штамповка из заготовки на несколько поковок с последовательным отделением отштампованной поковки от прутка на отрубном ноже (штамповка от прутка), б) штамповка поковок из заготовки на две поковки с поворотом; в) штамповка из штучной заготовки.

Пределы применения этих способов показаны на рисунке 12, пунктирной линией расширенная зона штамповки с поворотом для поковок простых форм.

Поковки 2 группы. Для поковок круглых и близких к ним в плане, штампуемых в торец, заготовки, во избежание потери устойчивости при осадке и обеспечения благоприятных условий для резки прутков на заготовки на прессножницах, должны удовлетворять условию:

$$1,5 < m = \frac{L_{зг}}{d_0} \leq 2,8$$

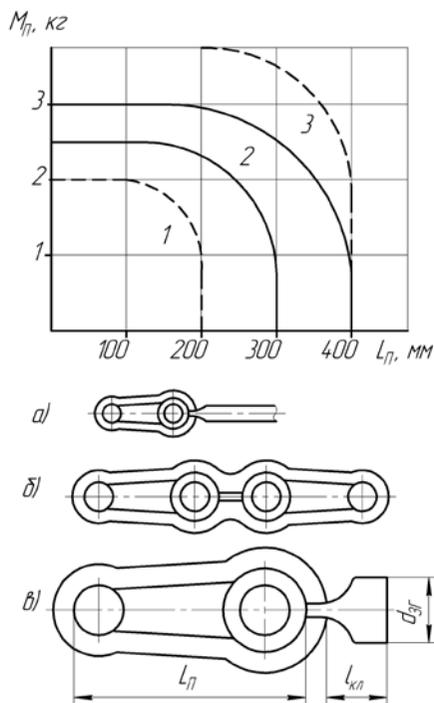


Рисунок 12 - Диаграмма пределов применения различных заготовок: зоны штамповки: 1- штамповка от прутка, 2- с поворотом заготовки 3 — из отдельной заготовки

Задавшись m , можно найти диаметр круглой или сторону квадратной заготовки по формулам:

для круга:

$$D'_{3Г} = 1,08 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{3Г}}{m}};$$

для квадрата:

$$A'_{3Г} = \sqrt[3]{\frac{V_{3Г}}{m}}.$$

Полученное расчетное значение округляют до ближайшего значения, предусмотренного ГОСТом на прокат, а затем рассчитывают длину заготовки:

$$L_{3Г} = 1,27 \frac{V_{3Г}}{D_{3Г}^2}.$$

3.5. Расчет параметров разделения исходного металла на заготовки

Разделка металла на мерные заготовки, предназначенные для объемной штамповки, может производиться на сортовых ножницах, кривошипных прессах, ломкой на хладноломах, резкой на металлорежущих, анодно-механических и абразивных станках, газовой резкой.

При разделке исходного прутка (болванки) необходимо обеспечить большую точность длины и ровные торцы заготовки. Соблюдение этих условий облегчает установку заготовки в штамп, повышает качество поковки, сокращает расход металла, способствует высокой экономичности производства.

Резка на ножницах и прессах является основным и наиболее производительным способом получения заготовок в цехах горячей объемной штамповки. Резка на пилах применяется для разделки прутков цветных металлов и их сплавов, а также периодического проката и заготовок из труб. При этом обеспечивается хорошее качество реза и высокая точность.

Резка на ножницах высокоуглеродистых и легированных сталей (особенно неотожженных) зачастую вызывает образование торцовых трещин. Эта опасность увеличивается с ростом сечения разрезаемого проката. В целях исключения подобного брака металл перед резкой нагревают до температуры 450—650 °С в специальных печах, обслуживающих ножницы. Подогрев стали способствует также снижению усилия резки и повышению стойкости ножей. Кроме того, прокат освобождается также от масляных пятен, а в зимнее время от обледенения, затрудняющих резку.

Подогреву перед резкой подвергаются высокоуглеродистые и легированные стали, начиная с диаметра 50—60 мм и выше, а при резке высоколегированных сталей подогрев применяется и для более мелких сечений. Для резки на ножницах титановых сплавов исходный материал нагревают до 650—850 °С. Прутки из меди и других пластичных металлов режут в холодном состоянии.

Формула расчета силы разрезки прутка на ножницах:

$$P = (0,7 \dots 0,8) \cdot \sigma_B \cdot F,$$

где σ_B предел прочности материала при температуре разрезки, МПа, F - площадь поперечного сечения заготовки, мм².

Технические характеристики ножниц приведены в справочнике [11, с.235, с.384]

3.6. Расчет параметров нагрева под штамповку

Основными параметрами, характеризующими режим нагрева металла перед штамповкой, являются температура печи при посадке заготовок, скорость нагрева металла, конечная температура нагрева, время выдержки при заданной температуре, общая продолжительность нагрева, температурный интервал штамповки.

Правильное определение температурного интервала штамповки имеет большое значение для получения качественных поковок. Повышенная температура началаковки может привести к перегреву и пережогу металла. Заниженная температура началаковки повышает затраты энергии и трудоемкость изготовления поковки, а также может привести к образованию внутренних трещин в изделии.

Несоблюдение температуры концаковки приводит к образованию крупнозернистой структуры при слишком высокой температуре концаковки или к наклепу и трещинам при слишком низкой температуре концаковки.

Рекомендуемые интервалы температур штамповки углеродистых и легированных сталей приводятся в таблице 11.

Таблица 11 - Температурные интервалыковки сталей и сплавов, °С

| Марка стали | Температура началаковки | Температура концаковки | | Рекомендуемый интервал |
|---------------|-------------------------|------------------------|---------|------------------------|
| | | не выше | не ниже | |
| Ст. 0,1,2,3 | 1300 | 800 | 700 | 1280-750 |
| Ст.4,5,6 | 1250 | 850 | 750 | 1200-800 |
| Ст.7 | 1200 | 850 | 750 | 1170-780 |
| 10,15 | 1300 | 800 | 700 | 1280-750 |
| 20,25, 30, 35 | 1280 | 830 | 720 | 1250-800 |
| 40,45,50 | 1260 | 850 | 760 | 1200-800 |
| 15X,20X | 1250 | 870 | 760 | 1200-800 |
| 40X, 45X | 1200 | 870 | 800 | 1180-830 |
| 18ХГТ | 1200 | 850 | 780 | 1180-800 |
| 30ХГСА | 1180 | 870 | 800 | 1140-830 |
| 12ХНЗА | 1200 | 870 | 760 | 1180-800 |

Температура печи устанавливается в зависимости от марки, формы и размера профиля нагреваемого металла. Подавляющее большинство заготовок сечением до 100 мм из конструкционных сталей сажают в печь при температуре 1200—1300 °С.

Для определения фактического времени нагрева конкретных заготовок лучше пользоваться нормативными данными или справочной литературой [11, с.272, с.312]. При этом следует учитывать характер взаимного расположения заготовок на поду печи.

3.7. Расчет энергии удара молота

В соответствии с ГОСТ 28032-89 [9] главным параметром молота является энергия удара (E_N). Для штамповочных молотов стандарт предусматривает следующие значения энергии удара: 16; 25; 31,5; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 630; 1000; 1600 кДж.

Кроме того, молоты могут характеризоваться массой подвижных частей G_0 (кг). Масса подвижных частей связана с эффективной энергией через скорость, для молота с неподвижным шаботом формула примет вид:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_N}{G_0}}$$

При штамповке круглых в плане поковок необходимую для штамповки массу (кг) подвижных частей паровоздушного штамповочного молота определяют по формуле [12, стр.154]:

$$G_0 = 5,6 \times 10^{-4} \sigma (1 - 0,0005 D_n) \times \\ \times \left\{ 3,75 \left(b + \frac{D_n}{4} \right) \times (75 + 0,001 \cdot D_n^2) + D_n \left(\frac{b^2}{2} + \frac{b \cdot D_n}{4} + \frac{D_n^2}{50} \right) \times \right. \\ \left. \times \ln \left[1 + \frac{2,5(75 + 0,001 D_n^2)}{D_n h_o} \right] \right\}$$

где σ – временное сопротивление разрыву материала поковки при температуре штамповки, МПа; D_n - диаметр поковки, мм; b – ширина мостика; h_o – высота мостика, мм.

Для удлиненных в плане поковок [9, стр.155]:

$$G_0 = 5,6 \times 10^{-4} \sigma (1 - 0,0005 D_{np}) \times \\ \times \left\{ 3,75 \left(b + \frac{D_{np}}{4} \right) \times (75 + 0,001 \cdot D_{np}^2) + D_{np} \left(\frac{b^2}{2} + \frac{b \cdot D_{np}}{4} + \frac{D_{np}^2}{50} \right) \times \right. \\ \left. \times \ln \left[1 + \frac{2,5(75 + 0,001 D_{np}^2)}{D_{np} h_o} \right] \right\} \times \left(1 + 0,1 \cdot \sqrt{\frac{l_n}{b_{cp}}} \right)$$

где D_{np} - приведенный диаметр поковки, мм; $D_{np} = 1,13 \cdot \sqrt{F_n}$; F_n - площадь проекции поковки в плане, мм²; l_n — длина поковки в плане, мм; b_{cp} — средняя ширина поковки в плане ($b_{cp} = F_n/l_n$), мм.

Массу падающих частей молота G_0 можно также определить по упрощенной формуле.

$$G_0 = (3 \dots 5) \cdot F_n$$

где: F_n - площадь проекции поковки в плане, см².

Затем согласно таблице 12 подбирается ближайший по массе падающих частей молот.

Таблица 12 - Штамповочные паровоздушные молоты двойного действия

| Параметр | Модель | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | МА2140 | МА2143 | МА2145 | МА2147 | М2150 | М2152 | М2154 |
| Номинальная масса подвижных частей G_0 , кг | 1 000 | 2 000 | 3 150 | 5 000 | 10 000 | 16 000 | 25 000 |
| Энергия удара E_N , кДж | 25 | 50 | 80 | 125 | 250 | 400 | 630 |

3.8. Конструирование штампов

Конструирование штампов определяется выбранными переходами штамповки и в отдельных случаях корректируются в соответствии с выбранным типоразмером основного технологического оборудования. Конструирование штампов выполняется в следующей последовательности.

1. Проектируются окончательный и предварительный штамповочные ручки.

Размеры окончательного штамповочного ручья соответствуют размерам горячей поковки. В плоскости разъема окончательного ручья конструктивно выполняется облойная канавка. Предварительный штамповочный и заготовительно-предварительный ручки также изготавливаются по чертежам горячей поковки соответствующих переходов [12, с.98].

При необходимости конструируются клещевая выемка, которая используется для размещения части прутка или клещей, удерживающих заготовку, а также для облегчения удаления поковки из ручья. Клещевая выемка для предварительного и окончательного штамповочных ручьев может выполняться общей.

2. Проектируются заготовительные штамповочные ручки.

Заготовительные ручки молотового штампа следует конструировать в соответствии с рекомендациями [12, с.103]. Они служат для предварительного деформирования исходной заготовки, для придания ей формы, удобной для штамповки в штамповочных ручьях и для снижения отхода металла в облой.

3. Определяется взаимное расположение ручьев на зеркале штампа. Ручьи должны располагаться в порядке технологического процесса – первый со стороны нагревательного устройства [12, с.125].

Если штампуют без предварительного ручья, то центр окончательного ручья должен совпадать с центром штампа. Если на штампе имеются предварительный и окончательный ручки, то центры этих ручьев рекомендуется располагать так, чтобы центр штампа отстоял от центра окончательного ручья примерно на 1/3. Центром зеркала штампа считается пересечение осей хвостовика и шпоночного паза.

4. Определяется минимальная толщина стенок молотового штампа.

Толщина стенки между ручьями (рисунок 13) определяется по формуле:

$$S_2 = \left(\frac{11h \cos \alpha_1}{\sqrt{h + 0,4R}} - 7 \right) \cos \alpha_2.$$

Расстояние от крайнего ручья до края штампа:

$$S_1 = \frac{11h \cos \alpha_1}{\sqrt{h + 0,4R}} - 7.$$

где S_1 , S_2 , h , R , α_1 , α_2 – показаны на рис. 4.

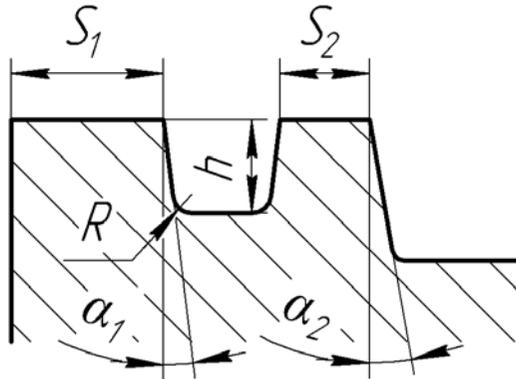


Рисунок 13 - Схема к расчету толщины стенок ручья

5. Определяются размеры штампов. Размеры штампов в плане выбираются из условия исключения смятия зеркала. Свободная от ручьев и направляющих замков поверхность соударения (зеркало) должна составлять не менее 300 см^2 на 1 тонну массы падающих частей молота. Опорная поверхность хвостовика во избежание смятия должна составлять не менее 450 см^2 на 1 тонну массы падающих частей молота.

Размеры штампа по высоте определяются из условия прочности и с учетом запаса на ремонт штампа. Для обеспечения достаточной прочности для штампа высота каждого из его кубиков должна быть не менее H_{min} , определяемой по графику (рисунок 14) с учетом глубины h_{max} наиболее глубокого ручья штампа.

Наибольшая масса верхнего штампа не должна превышать 30% номинальной массы падающих частей молота. Масса нижнего штампа не ограничивается (в пределах максимально допустимых габаритных размеров).

Заготовки (кубики) для штампов и их размеры с допусками подбирают по сортаменту ОСТ 24.952.01 [17].

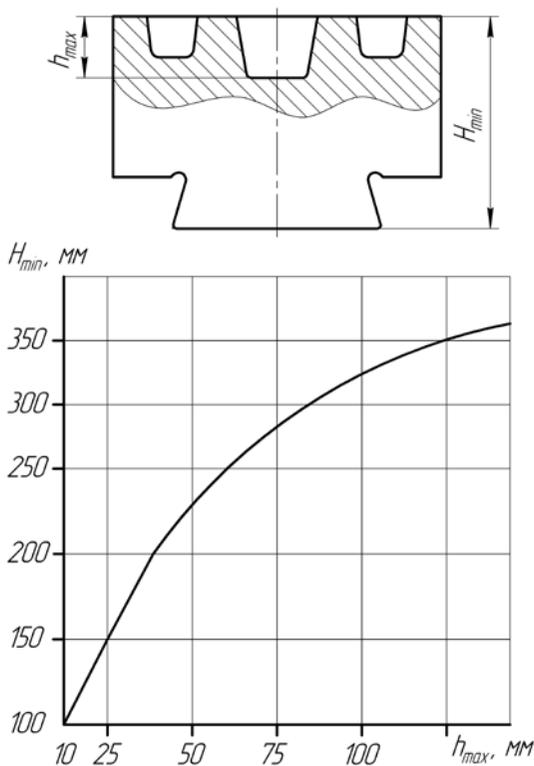


Рисунок 14 Зависимость наименьшей высоты штампа от глубины ручья

6. Проектируются элементы взаимного направления и крепления половин штампов. Половины молотовых штампов совмещаются при установке по контрольному углу, который используется в качестве технологической базы при механической обработке гравюр ручьев.

При штамповке поковок с изогнутой линией разреза, а также при повышенных требованиях к поковкам по смещению используются замки или колонки.

Устанавливаются присоединительные размеры хвостовиков верхнего и нижнего штампов в соответствии с таблицей 37 [12, с.152]. Пример оформления габаритных и присоединительных размеров штампа приведен на рисунке 15.

7. Определяется материал штампа и технические требования.

Марки сталей для изготовления монолитных штампов и вставок [12, с.691] — 5ХНМ; 5ХГМ; 5ХНВ; 5ХНСВ по ГОСТ 5950-2000.

Требования к молотовым штампам устанавливаются ГОСТ 21546-88 [9]. ГОСТ 21546-88 оговаривает требования к конструкции, качеству материалов, качеству обработки и требования надежности.

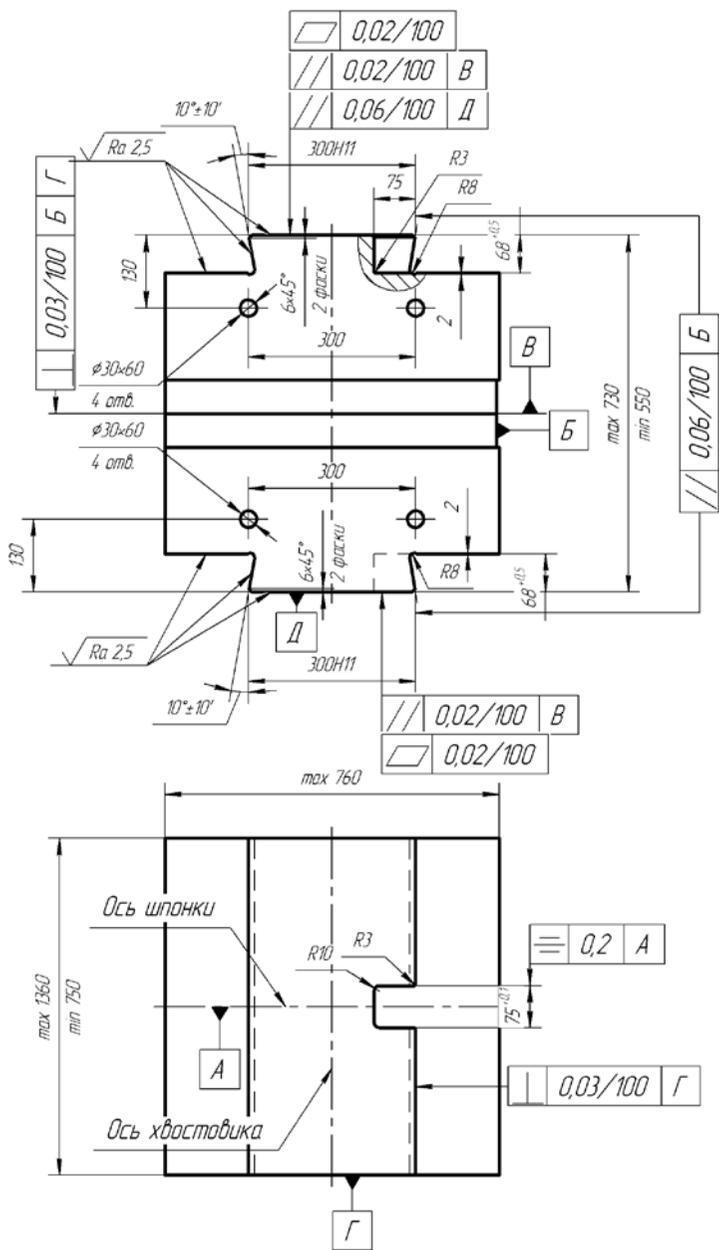


Рисунок 15 - Габаритные и присоединительные размеры штампа для молота MA2147

На общих видах штампов обязательно указываются технические требования на способы контроля и условия эксплуатации штампов, которые формулируются согласно справочных данных.

8. Составляется чертеж штампа. Чертеж выполняется со всеми необходимыми разрезами и сечениями. Все размеры следует проставлять от контрольного угла, включая разметку осей штампа и ручьев, за исключением глубины выемки под клещевину, которая размечается от края фигуры ручья, и ширины заготовительного ручья открытого типа, расположенного с противоположной стороны от контрольного угла. Размеры штамповочных ручьев на чертеже штампа не проставляются, указывается чертеж горячей поковки (чистой и черновой), по которому они изготовлены. Допускается чертеж горячей поковки размещать на чертеже штампа в отдельно выделенной зоне.

Допуски на размеры и шероховатость поверхностей указываются в технических требованиях чертежа.

Пример технических требований на чертеже молотового штампа:

1. *Размеры для справок.
2. *Материал частей штампа - Сталь 5ХНМ ГОСТ 5950-2000*
3. *Твердость НВ : - на плоскости разъема 387 ... 321;
- на хвостовике 321 ... 228.*
4. *Предварительный и окончательный ручьи изготовить по чертежам горячих поковок (лист 3; 4).*
5. *Предельные отклонения размеров ручья: вертикальные 9 квалитет,
горизонтальные 10 квалитет.*
6. *Шероховатость предварительного, окончательного ручьев и мостика - Ra 0,8.*
7. *Общие допуски по ГОСТ 30893.1-2002: Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.*
8. *Хвостовики и шпоночные гнезда штампов изготовить по ГОСТ 6039-82.*
9. *Маркировать условный шифр "С" в верхнем штампе в зеркальном отражении шрифтом 10. Глубина и ширина гравирования 1 мм.*
10. *Маркировать: шифр поковки, марку стали, номер комплекта и номер восстановления по ГОСТ 21546-88.*
11. *Остальные технические требования по ГОСТ 21546-88.*
12. *Устанавливать на молот МА2143 с энергией удара 50кДж.*

4. ШТАМПОВКА НА КРИВОШИПНЫХ ГОРЯЧЕШТАМПОВОЧНЫХ ПРЕССАХ

4.1. Особенности разработки технологического процесса

Штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах (КГШП) имеет ряд преимуществ перед штамповкой на молотах: выше производительность труда (в 1,5 – 3 раза), выше точность поковок, меньше припуски и напуски и, следовательно, меньше объем механической обработки и меньше расход металла; значительно лучшие условия труда, особенно при применении индукционного нагрева; требуется менее квалифицированная рабочая сила; работу на прессах значительно легче механизировать и автоматизировать. В связи с этим современные кузнечно-штамповочные цеха массового и крупносерийного производства оснащаются не молотами, а кривошипными горячештамповочными прессами.

В настоящее время выпускаются прессы усилием 6,3, 10, 16, 25, 40, 63, 80, 90, 125, 140, 165МН.

Штамповка на КГШП делится на три вида: штамповка в открытых штампах, штамповка в закрытых штампах и штамповка выдавливанием. Деление это в известной мере условно, так как штамповка на КГШП как правило производится в нескольких ручьях и для изготовления одной поковки нередко применяется комбинация ручьев различного типа (например, черновой ручей закрытого типа, а чистовой – открытого, или в черновом ручье производится выдавливание, а чистовой ручей открытый и т.п.).

В открытых штампах на КГШП могут быть отштампованы все те поковки, которые штампуются на молотах эквивалентной мощности (1 тонна массы падающих частей молота эквивалентна 10МН силы прессы).

При штамповке на КГШП в открытых ручьях применяются следующие виды ручьев: ручьи для осадки (плоские плиты или полузакрытый ручей), пережимные ручьи, формовочные ручьи, черновые и чистовые ручьи. Протяжные и подкатные ручьи на КГШП никогда не применяют. Поэтому при штамповке плашмя поковок с вытянутой осью, имеющих по длине большой перепад площадей поперечных сечений, для получения фасонной заготовки применяют ковочные вальцы.

Для поковок, штампуемых в открытых штампах, составление эпюры сечений и эпюры диаметров, определение размеров расчетной и исходной заготовок, составление чертежа поковки, определение напусков, проектирование ручьев, выбор радиусов закруглений соотношения формы и размеров чернового и чистового ручьев, конструирование замков, литниковых канавок и выемок под клещевину, составление карты технологического процесса производится так же, как при штамповке на молотах. Припуски на механическую обработку и допуски на размеры поковок назначаются по ГОСТ 7505-89.

Максимальные штамповочные уклоны не должны превышать 5° на наружных поверхностях поковок и 7° на внутренних поверхностях.

4.2. Выбор формы и расчет размеров облойной канавки

Форма облойных канавок прессовых штампов отличается от молотовых, поскольку во избежание перегрузок и заклинивания прессов необходимо, чтобы плоскости разреза штампов при штамповке не соприкасались между собой.

При штамповке на КГШП применяются четыре типа облойных канавок (рисунок 16).

Тип 1 – основной, магазин канавки полностью открыт с одной стороны.

Тип 2 – магазин канавки полузакрыт, применяется при штамповке длинноосных поковок (например, шатунов) для уменьшения объема механической обработки, если кромки ручья отдалены от края вставки.

Тип 3 – с двусторонним открытым магазином. Используют на участках ручья с избыточным выдавливанием металла.

Тип 4 – канавка представляет собой гладкий зазор. Применяют во вставках, предназначенных для горячей калибровки в тех случаях, когда объем облоя небольшой.

При наличии в поковке трудно оформляемых участков рекомендуется применять в ручье «зоны торможения», т.е. делать на участке, где заполнение ручья происходит с трудом, ширину мостика b на 50% больше рекомендуемых в таблице 13.

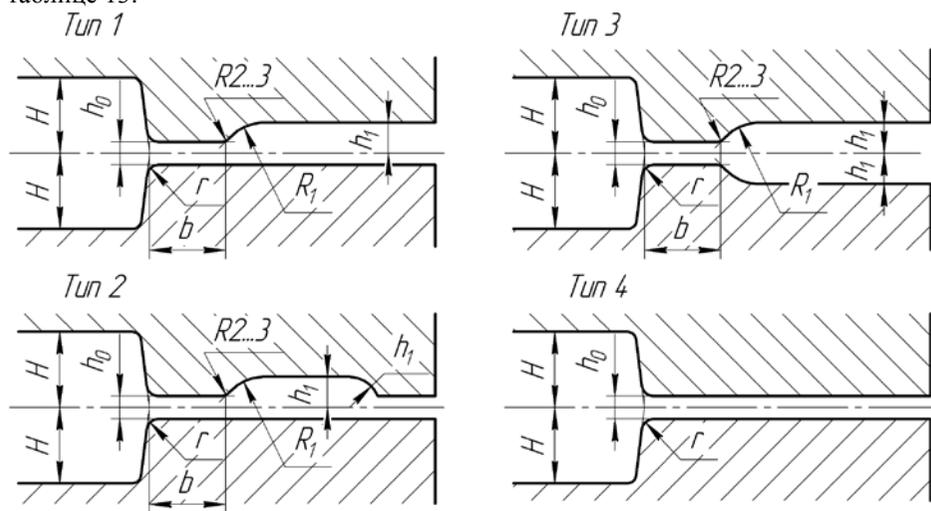


Рисунок 16 - Типы облойных канавок

Высота облойного мостика определяется по следующим формулам в зависимости от формы поковки в плане:

Для поковок произвольной формы с площадью F_n

$$h_o = 0,02\sqrt{F_n}$$

для круглых диаметром D_n

$$h_o = 0,02D_n$$

Ширина облойного мостика b находится по таблице 13 в зависимости от h и группы сложности поковки по ГОСТ 7505-89.

Таблица 13 - Размеры облойных канавок штампов КГШП, мм

| Ориентировочное усилие прессы, МН | h_o | Поковки 1 и 2 групп сложности | | | | Поковки 3 и 4 групп сложности | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------------------------|--------|---------|---------|-------------------------------|--------|----|---|
| | | b | h1 | R | r | b | h1 | R | r |
| 6,3 | 1,5 | 5 | 5 | 15 | 1 | 6 | 6 | 15 | 1 |
| 10 | 2 | 6 | 6 | 15 | 1 | 6 | 6 | 15 | 2 |
| 16 | 3 | 6 | 6 | 15 | 2 | 8 | 8 | 20 | 3 |
| 25 | 4 | 8 | 8 | 20 | 3 | 10 | 10 | 25 | 4 |
| 40 | 5 | 10 | 10 | 25 | 4 | 12 | 12 | 30 | 5 |
| 63 | 6 | 12 | 12 | 30 | 5 | 14 | 14 | 35 | 6 |
| 80 | 8 | 14 | 14 | 35 | 6 | 16 | 16 | 40 | 8 |
| H | 1...3 | 3...8 | 8...20 | 20...30 | 30...60 | 60...80 | Св. 80 | | |
| r | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 3,5...4,0 | 5...6 | | |

4.3. Расчет и выбор переходов штамповки

Поковки 1 группы. При штамповке удлиненных в плане поковок прежде, чем приступить к выбору технологических переходов необходимо построить эпюру сечения, эпюру диаметров и определить размеры расчетной заготовки, а затем по той же методике, что при штамповке на молотах, определить необходимый выбор ручьев. При этом нужно помнить, что протяжку и подкатку на КГШП осуществлять нельзя.

Коэффициенты подкатки ручьев при штамповке на КГШП такие же, как на молотах, а именно:

- пережимной ручей $k_n = 1,2$;
- формовочный ручей $k_n = 1,2$;
- черновой ручей $k_n = 1,1$;
- чистовой ручей $k_n = 1,05$.

Применение пережимного ручья исключает применение формовочного и наоборот. Поэтому максимальный коэффициент подкатки, достижимый при штамповке на КГШП, равен $k_{no} = 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,05 \approx 1,4$.

Если необходимый общий коэффициент подкатки:

$$k_{п.о.} = \frac{F_{max}}{F_{cp}} > 1,4$$

то необходимо для фасонирования заготовки применять вальцовку или использовать периодический прокат (F_{max} и F_{cp} – соответственно максимальное и среднее сечение расчетной заготовки).

Когда длина пережимаемого участка заготовки значительно превышает ее ширину, металл при пережиме преимущественно течет в ширину. Поэтому если отношение длины пережимного участка в 2,5 – 3 раза больше диаметра исходной заготовки, $k_{п.о.} > 1,2$, необходимо применение вальцованной заготовки или периодического проката.

При штамповке на КГШП длинноосных поковок используются следующие технологические переходы:

1. Штамповка в одном ручье – для поковок простой конфигурации при небольшом перепаде площадей поперечных сечений.

2. Предварительная осадка (расплющивание) и окончательная штамповка – для поковок простой конфигурации и небольшим перепадом площадей поперечных сечений, у которых ширина поковки в 1,5 – 2 раза больше диаметра исходной заготовки.

3. Предварительная и окончательная штамповка – для сложных поковок с небольшим перепадом площадей поперечных сечений.

4. Осадка, предварительная и окончательная штамповка – для сложных поковок с небольшим перепадом площадей поперечных сечений, у которых ширина поковки в 1,5 – 2 раза превышает диаметр исходной заготовки.

5. Пережим, окончательная штамповка – для несложных поковок со значительной разницей площадей поперечных сечений по длине заготовки.

6. Пережим, предварительная и окончательная штамповка – для сложных поковок со значительной разницей площадей поперечных сечений.

7. Подготовка заготовки на другом оборудовании (обычно ковочных вальцах), окончательная штамповка – для простых поковок с большим перепадом площадей поперечных сечений.

8. Подготовка заготовки на другом оборудовании (вальцовка), предварительная и окончательная штамповка – для сложных поковок с большой разницей площадей поперечных сечений по длине поковки.

При штамповке поковок с изогнутой осью в зависимости от сложности поковок и разницы в площадях поперечных сечений применяются гибка и окончательная штамповка; гибка, предварительная и окончательная штамповка; вальцовка, гибка и окончательная штамповка.

В некоторых случаях при небольших величинах изгиба гибка производится в черновом ручье, а при его отсутствии непосредственно в чистовом ручье.

Применение предварительных ручьев для поковок всех групп определяется необходимостью обеспечить лучшее течение металла в ручье за счет больших радиусов, плавных переходов и стремлением снизить износ окончательного ручья за счет перенесения основной деформации в предварительный ручей.

При проектировании технологического процесса штамповки на КГШП длинноосных поковок необходимо иметь в виду следующее.

Металл течет в длину значительно меньше, чем в ширину.

При определении размеров заготовки ее длину следует брать равной или несколько меньшей длины поковки.

Если поковка на концах имеет утолщения (бобышки, головки), то для обеспечения их заполнения целесообразно длину заготовки брать несколько больше длины поковки. Тогда излишек металла по длине сразу перейдет в облой, что будет препятствовать дальнейшему вытеканию металла. Если головки поковки не заполняются, иногда можно достичь их заполнения не увеличивая диаметра заготовки, а некоторым увеличением длины заготовки.

При осадке (расплющении) продолговатой заготовки на плоских бойках заготовка принимает в плане бочкообразный вид. Отсюда следует, что для получения бобышки, расположенной в центральной части поковки, требуется заготовка меньшего диаметра, чем для штамповки поковок с такими же бобышками, расположенными по концам поковки. Если из одной заготовки штампуются одновременно две поковки с бобышками на концах, то поковки надо располагать в ручьях так, чтобы большие бобышки располагались в центре.

Если поковка имеет большой перепад площадей поперечных сечений по длине, то необходимо проверить, нет ли возможности получить хорошее использование металла при одновременной штамповке двух или нескольких поковок без предварительного фасонирования заготовки или с использованием пережимного ручья.

Поковки 2 группы. При штамповке в торец рекомендуются следующие переходы:

1. В случае простой конфигурации поковки и небольшой разницы в диаметрах исходной заготовки и поковки штамповка производится в одном чистовом (окончательном) ручье.

2. Если поковка не сложной конфигурации, но диаметр заготовки значительно меньше диаметра поковки, рекомендуется осадка и окончательная штамповка.

3. При более сложной конфигурации поковки и незначительной разнице в диаметрах заготовки и поковки – предварительная штамповка и окончательная штамповка.

4. При сложной конфигурации поковки и значительной разнице в диаметрах заготовки и поковки – осадка, предварительная и окончательная штамповка.

5. При весьма сложных поковках, особенно имеющих глубокие полости – фасонная осадка, предварительная и окончательная штамповка.

Осадка заготовок, как правило, производится на гладких бойках. Наилучшее заполнение ручья штампа происходит, когда диаметр осажённой заготовки близок к наружному диаметру поковки. Кроме того, в этом случае обеспечивается хорошее центрирование заготовки в штампе. Поэтому при осадке на плоских бойках диаметр осажённой заготовки (по бочке) должен составлять 0,95 – 0,98 диаметра полости ручья.

Если поковка имеет хвостовик, то диаметр исходной заготовки следует выбирать так, чтобы заготовка входила в полость хвостовика, тогда будет иметь место чистая осадка, или же производить осадку заготовки до диаметра, близкого к диаметру поковки, чтобы имело место выдавливание металла в полость. Если диаметр заготовки незначительно больше диаметра полости (на 5 – 10 мм), то при штамповке возможно незаполнение полости.

В том случае, если диаметр исходной заготовки больше диаметра полости, а глубина полости в 1,5 – 2 раза больше ее диаметра, то в качестве заготовительного перехода может быть применено прямое или обратное выдавливание.

При выборе технологических переходов штамповки поковок в торец и конструировании ручьев необходимо учитывать следующее:

а) течение металла в нижней половине штампа практически не отличается от течения в верхней половине штампа, при взаимной замене верхнего и нижнего штампов характер заполнения ручьев не изменяется;

б) при штамповке на прессах металл течет более интенсивно, чем на молотах, в горизонтальном направлении, поэтому для предотвращения вытекания металла в облой плоскость разъема штампов следует делать не по середине высоты поковки, а сносить к ее верхнему или нижнему торцу;

в) при штамповке поковок типа колец и шестерен с целью устранения возможности образования зажимов необходимо, чтобы диаметр осажённой заготовки был близок к диаметру поковки;

г) при штамповке тонкостенных колец с использованием черного и чистового ручья для устранения прострелов в чистовом ручье необходимо делать магазин (карман); наличие кармана кроме устранения прострелов способствует значительному снижению (в 1,5 – 2 раза) усилия штамповки, снижению напряжений и повышению стойкости штампов; размеры внутреннего облойного мостика принимаются в 1,5 раза большими соответствующих размеров наружного облойного мостика (рисунок 17);

д) предварительные (черновые) ручьи штампов следует делать с плавными переходами, в этом случае материал легко заполняет все полости ручья, фигуру поковки удастся получить в черновом ручье, а окончательный ручей в этом случае служит главным образом для отработки формы поковки, стойкость его значительно повышается.

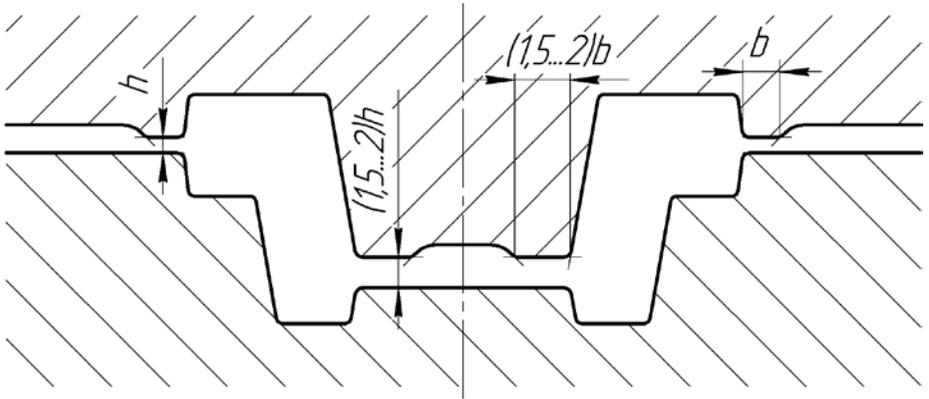


Рисунок 17 - Наметка с магазином

4.4. Расчет размеров заготовки

Объем заготовки рассчитывается так же, как при штамповке на молотах

$$V_{зг} = V_{п} + V_o + V_{уг}$$

или

$$V_{зг} = (V_{п} + V_o) \cdot (1 + k)$$

где $V_{п}$ – объем поковки с учетом 0,5 положительного допуска для наружных размеров и 0,5 отрицательного допуска для внутренних размеров поковки; V_o – объем облоя; $V_{уг}$ – потери на угар; k – относительная величина угара (при пламенном нагреве $k = 0,02 - 0,03$, при индукционном $k = 0,005 - 0,01$).

Объем облоя рассчитывается по формуле

$$V_o = V_{мост} + V_{маг} = P_{п} \cdot (h_o \cdot b + h_1 \cdot B)$$

где $V_{мост}$ — объем мостика облоя; $V_{маг}$ — объем металла в магазине облоя; $P_{п}$ – периметр поковки по линии разреза штампов; h_o – высота облойного мостика; b – ширина облойного мостика; h_1 – толщина облоя по магазину, принимают $h_1 = 2h_o$; B – ширина облоя в магазине (для поковок массой до 0,5 кг принимают $B = 10$ мм, до 0,2 кг $B = 15$ мм, свыше 2 кг $B = 20$ мм).

Диаметр заготовки рассчитывается по формуле:

$$a'_0 = 1,08 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_{зг}}{m}}$$

сторона квадратной заготовки

$$a'_0 = \sqrt[3]{\frac{V_{зг}}{m}}$$

где m – отношение высоты исходной заготовки к ее диаметру (стороне квадрата). При штамповке на КГШП из удобства осадки рекомендуется принимать $m = 1,5 - 1,8$.

Получив по этим формулам значения d'_0 или a'_0 , необходимо подобрать по сортаменту прокатный профиль диаметра d_0 (или a_0) ближайший к расчетному, а затем определить длину заготовки по формуле

$$L_{зг} = \frac{4 V_{зг}}{\pi d_0^2}, \quad L_{зг} = \frac{V_{зг}}{F_{зг}},$$

где $F_{зг}$ – площадь поперечного сечения проката квадратного сечения.

Размеры исходной заготовки при штамповке на КГШП длинноосных поковок (например, типа шатунов) определяются, исходя из расчетной заготовки и принятой комбинации переходов штамповки так же, как при штамповке на молотах.

4.5. Расчет силы штамповки

Усилие штамповки в открытых штампах рассчитывается по формулам:

а) поковки круглые и квадратные в плане, а также приближающиеся к ним по форме

$$P = \sigma_s \left[\left(1,5 + 0,5 \frac{b}{h} \right) F_{об} + \left(1,5 + \frac{b}{h} + 0,08 \frac{d}{h} \right) F_n \right],$$

или по упрощенной формуле

$$P = 6,4 \cdot \sigma_s F_n$$

б) поковки удлиненные в плане

$$P = \sigma_s \left[\left(1,5 + 0,5 \frac{b}{h} \right) F_{об} + \left(1 + \frac{b}{h} + 0,1 \frac{a}{h} \right) F_n \right],$$

или по упрощенной формуле

$$P = 7,1 \cdot \sigma_s F_n$$

где σ_s – напряжение текучести металла при соответствующей условиям штамповки температуре и скорости деформации; b – ширина мостика облоя; h – высота (толщина) облоя по мостику; F_n – площадь проекции поковки на плоскость разъема штампа; $F_{об}$ – площадь облойного мостика в плане; d – диаметр поковки в плане (для поковок, близких к круглым или квадратным); a – средняя ширина поковки (для удлиненных поковок).

Формулы действительны, если минимальная высота поковки в пять и более раз больше высоты (толщины) облоя по мостику.

В связи с тем, что штамповка на КГШП производится быстро и заготовка не успевает значительно остыть, нижнюю температуру окончания штамповки для стальных поковок следует устанавливать 1000°C и для этой температуры брать значения σ_s .

При выборе прессы необходимо иметь в виду, что расчетное усилие штамповки не должно превышать 0,8 – 0,85 минимального усилия прессы.

4.6. Конструирование штампов

Штампы кривошипных горячештамповочных прессов состоят из штампового блока и закрепленных в нем ручьевых вставок. Количество ручьев может колебаться от одного до четырех в зависимости от сложности поковок и характера деформирования исходной заготовки. Как правило при открытой штамповке на КГШП применяются универсальные блоки, в которых могут быть установлены три пары ручьевых вставок. При переходе с изготовления одной поковки на другую заменяются только ручьевые вставки, штамповые блоки при этом с пресса не снимаются и не заменяются.

Существует два основных типа конструкции блоков: для призматических и цилиндрических вставок. Блоки для цилиндрических вставок из-за присущих недостатков применять не рекомендуется. Для штамповки поковок, круглых в плане, широко используют цилиндрические вкладыши, монтируемые в призматических державках, которые в свою очередь закрепляют в блоках для призматических вставок (рисунок 18).

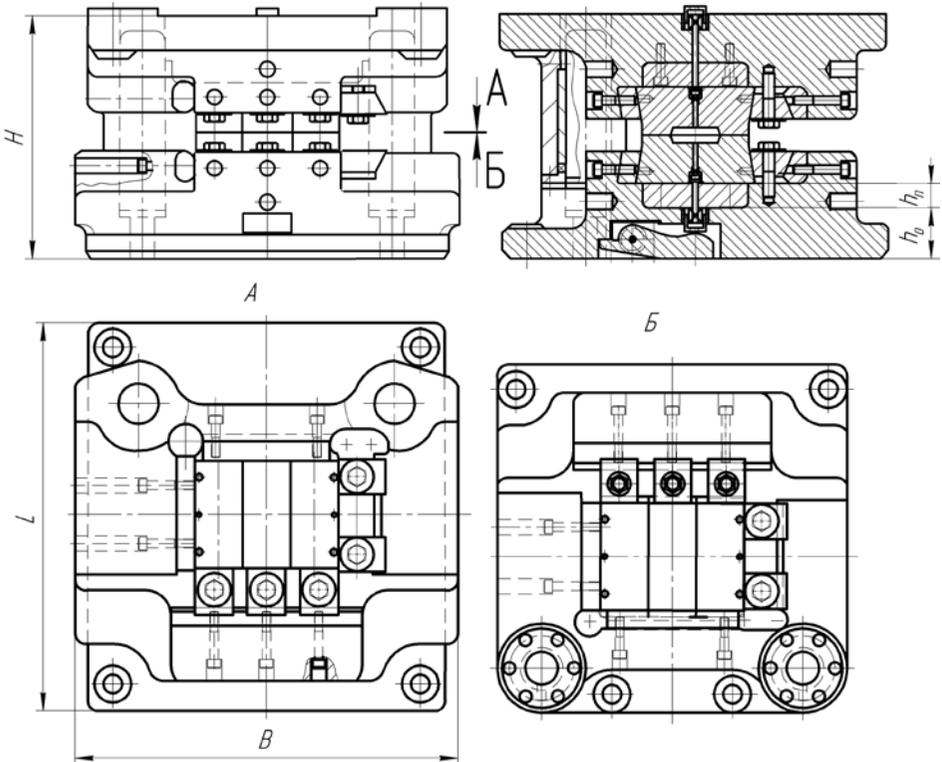


Рисунок 18 - Универсальные блоки КГШП

Таблица 14 - Размеры универсальных блоков КГШП

| Сила прессы, МН | Размеры, мм | | | | |
|-----------------|-------------|----------|----------|----------------------|----------------------|
| | <i>B</i> | <i>L</i> | <i>H</i> | <i>h_o</i> | <i>h_n</i> |
| 6,3 | 630 | 750 | 574 | 149 | 40 |
| 10 | 710 | 750 | 570 | 137 | 50 |
| 16 | 900 | 1040 | 666 | 150 | 60 |
| 25 | 1120 | 1200 | 900 | 212 | 80 |
| 40 | 1600 | 1600 | 1010 | 234 | 80 |
| 63 | 1800 | 2000 | 1160 | 344 | 100 |

Штамповые блоки состоят из верхней и нижней литых стальных плит. Для устранения сдвига верхней половины штампа относительно нижней в нижнюю плиту запрессовываются массивные направляющие колонки, а в верхнюю – бронзовые направляющие втулки.

Для предохранения плит блока от износа между плитами и ручьевыми вставками устанавливаются кованые закаленные подкладные плиты из легированной стали. С левой и задней стороны вставки опираются на опорные пластины, причем обращенные к вставкам боковые поверхности задних пластин имеют уклон 7° к вертикали. С передней и правой стороны штампового блока вставки крепятся с помощью прихватов. Передние прихваты δ со стороны вставок имеют уклон 7° , а с противоположной – 15° к вертикали. Боковые прихваты со стороны, противоположной вставкам, имеют уклон 10° . Передние и боковые прихваты опираются на прокладки.

В нижней и верхней плитах штампового блока вмонтированы выталкивающие устройства. Рекомендуется применять выталкивающие механизмы рычажно-кулачкового типа, которые универсальны, работают при любых условиях выталкивания поковок и позволяют беспрепятственно снимать и устанавливать вставки.

Общие рекомендации по конструированию ручьевых вставок.

1. В штамповом блоке должно располагаться три пары ручьевых вставок. В тех случаях, когда для штамповки необходимы только один или два ручья, в блок добавляют до комплекта гладкие вставки (пустышки) по размерам недостающих вставок.

2. Расположение ручьев слева направо – площадка для осадки, чистовой ручей, черновой ручей. В тех случаях, когда усилие штамповки в чистовом ручье не превышает 60 – 70% номинального усилия прессы, расположение ручьев, исходя из удобства работы штамповщика делается последовательным (осадка, черновой и чистовой ручья). При автоматической перекладке заготовки из ручья в ручей расположение ручьев всегда последовательное.

3. Для удобства перекладки заготовок из ручья в ручей высота всех нижних вставок должна быть одинаковой.

4. Поверхности разъема вставок при штамповке не должны соприкасаться. Минимальный зазор равен толщине облоя по мостику облойной канавки.

5. На каждой ручьевой вставке располагается только один ручей (за исключением спаренной и многоштучной штамповки).

6. Для вставок с кривой линией разъема необходимо предусматривать на наружных боковых гранях прострожку лысок глубиной 2 – 3 мм с наименьшей шириной 5 – 10 мм. Это необходимо, чтобы избежать зарубки рядом стоящей вставки при горизонтальной регулировке.

7. На вставках без выталкивателей необходимо предусматривать гнезда для свободного движения толкателей блока.

8. На каждой вставке должно быть по два транспортировочных отверстия.

9. Для выхода газов в атмосферу на дне глубоких полостей ручьев необходимо делать газоотводящие каналы, диаметр которых не следует делать больше 1,2 – 1,5 мм, иначе в них будет затекать металл.

10. Размеры ручьев надо взаимно увязывать так, чтобы в чистовом ручье деформация шла осадкой, а не выдавливанием. С этой целью полость предварительного ручья в каждом сечении делают по горизонтальным размерам на уровне плоскости разъема штампа несколько уже, чем в окончательном ручье. Для создания же необходимого избытка металла для четкого заполнения окончательного ручья глубину полости у предварительного ручья делают больше, чем у окончательного. Радиусы закруглений в черновом ручье в 2 – 3 раза больше, чем в чистовом.

11. При штамповке поковок типа вилок в предварительном ручье предусматривают рассекатель, как при штамповке на молоте, а в окончательном канавку, куда вытекает избыточный металл.

12. В предварительных ручьях, если процесс заполнения полости протекает осадкой с незначительным количеством избыточного металла, канавку для облоя с магазином делать не обязательно (зазор необходим во всех случаях). При штамповке выдавливанием для облегчения условий работы прессы и штампа в черновом ручье необходимо предусматривать мостик. Ширина и высота мостика у черновых ручьев делается в 1,5 раза больше, чем у чистовых ручьев.

13. Габаритные размеры вставок следует выбирать в первую очередь с учетом их прочности. Условия прочности можно принять аналогичными с условиями прочности молотовых штампов.

14. Размеры штамповых блоков, ручьевых вставок, направляющих узлов и выталкивающих механизмов определяют по нормалам машиностроения МН 4808-63, МН 4810-63, МН 4811-63, МН 4812-63 [22].

5. ШТАМПОВКА ПОКОВОК НА ГКМ

Особенности кинематики ГКМ, выражающиеся в наличии главного и бокового ползунов и в горизонтальном направлении их перемещения, обуславливают возможность изготовления специфических поковок (рисунок 19): типа стержня с утолщением (1 группа), со сквозными отверстиями (2 группа), с глухими полостями (3 группа), из трубных заготовок (4 группа), смешанной конфигурации (5 группа) и требующие дополнительной штамповки на ГКМ (6 группа).

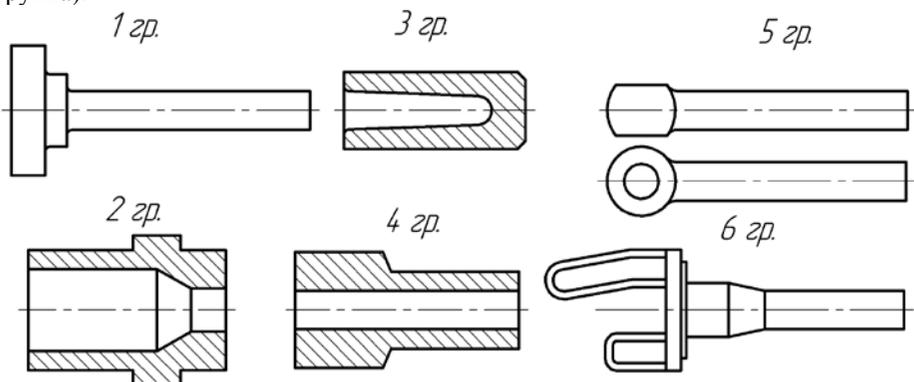


Рисунок 19 - Группы поковок штампуемых на ГКМ

Поковки, штампуемые на ГКМ в связи с наличием разъемного блока матриц, имеют штамповочные уклоны, радиусы закруглений и напуски значительно меньше, чем у поковок, штампуемых на молотах и кривошипных прессах.

5.1. Расчет и выбор переходов штамповки

Технологические возможности ГКМ заключают следующие основные переходы: наборные, формовочные, прошивные, просечные, гибочные, отрезные, обрезающие, специальные.

Для поковок типа *стержня с утолщением* (1 группа) в соответствии с заданным диаметром стержня d выбирается исходная заготовка (мерная или пруток). Длина высаживаемого элемента $l_в$ определяется через объем утолщения. В зависимости от величины относительной длины высаживаемой части $\psi = l_в / d$ применяется высадка за один переход или предварительный набор металла в одном или нескольких наборных переходах с последующей формовкой.

Фиксация исходной заготовки относительно матриц производится на первом переходе от переднего регулируемого или заднего жесткого упоров. На последующих переходах фиксация полуфабрикатов производится непосредственно по полостям матриц.

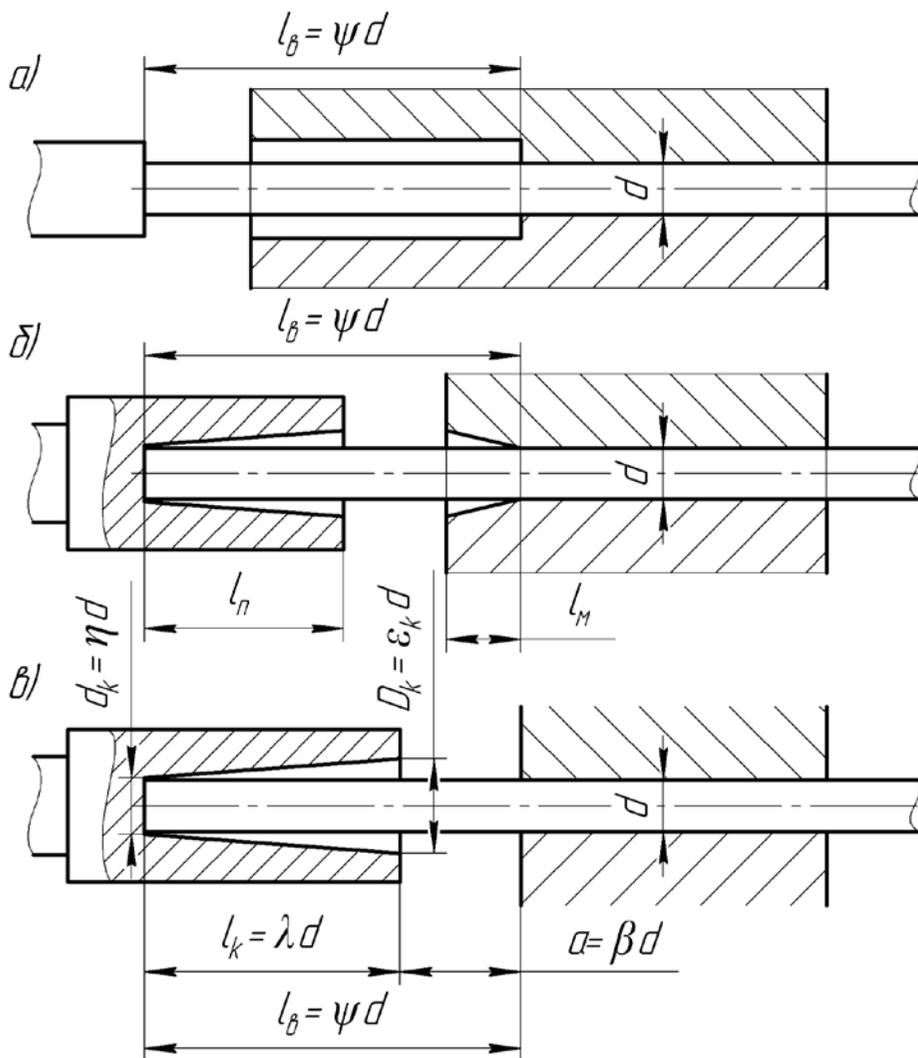


Рисунок 20 - Схемы ручьев наборных переходов

Наборные переходы могут быть выполнены в пуансоне с конической полостью, в цилиндрической полости матриц, а также частично и в пуансоне и матрице (рисунок 20). Расчет и построение наборных переходов рекомендуется производить в следующем порядке.

1. Определить объем головки формовочного перехода $V_{\text{зп}}$ с учетом возможных отходов на заусеницы и угар. При этом размеры во всех переходах

принимаются с учетом усадки. Установить средний диаметр окончательного формовочного перехода

$$D_{cp} = 1,13 \sqrt{\frac{V_{гл}}{l_{гл}}}$$

2. Найти длину высаживаемой части $l_в$

$$l_в = \frac{4V_{гл}}{\pi d^2}$$

3. Вычислить относительную высаживаемую длину.

$$\psi = \frac{l_в}{d}$$

4. Определить относительную допустимую длину для высадки за один переход, при этом должно быть учтено состояние торца заготовки, форма рабочей части пуансона, абсолютный диаметр заготовки. При обычной резке можно принять

$$\psi_d = 1,5 + 0,01 \cdot d \leq 2,5$$

5. Если $\psi < \psi_d$, высадку производить в окончательном формовочном ручье на любой диаметр.

Если $\psi < \psi_d$, то необходимы наборные переходы. Размеры наборного перехода определяются через относительные величины β , λ , η , ε_k :

$$\beta = 1,2 + 0,2 \cdot \psi < 3$$

$$\lambda = \psi - \beta$$

$$\eta = 1,0 \dots 2,0$$

$$\varepsilon_k = 1,73 \cdot \sqrt{\frac{\psi}{\lambda} - \left(\frac{\eta}{2}\right)^2} - \frac{\eta}{2}$$

Окончательные размеры конической полости пуансона:

$$l_k = \lambda \cdot d, \quad D_k = \varepsilon_k \cdot d, \quad d_k = \eta \cdot d, \quad a = \beta \cdot d$$

6. Вычислить средний диаметр

$$d_{cp} = \frac{d_k + D_k}{2}$$

7. Проверить возможность последующей высадки в окончательном ручье. Если $d_{cp}/l_k \leq 3$, то производится окончательная формовка. Если высадка за один переход невозможна ($d_{cp}/l_k > 3$), производят расчет следующего наборного перехода, который рассчитывают по средним размерам первого конусного перехода d_{cp} и l_k таким же способом, как и первый.

Для придания заданной конфигурации утолщению поковки применяют формовочные переходы (рисунок 21), выполняемые в закрытых или открытых ручьях главным или боковым ползунами. Если окончательная штамповка выполняется в открытом ручье, то по контуру поковки образуется облой, который обрезаются в обрезном ручье.

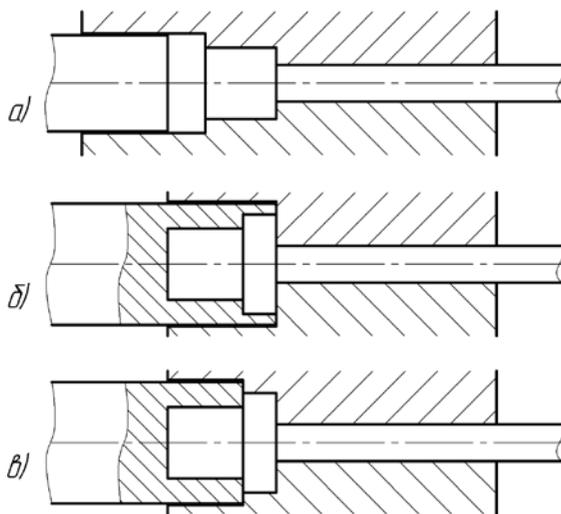


Рисунок 21 - Схемы ручьев формовочных переходов, а- в матрице, б- в пуансоне, в- в матрице и пуансоне

Для поковок со сквозными отверстиями (2 группа) сначала конструируется последний прошивной (формовочный) переход (предшествующий просечке сквозного отверстия), а затем определяется количество необходимых прошивных переходов. Для относительно неглубоких полостей (меньших диаметра) возможно совмещение прошивки с формовкой в пуансоне или матрице.

Для более глубоких полостей применяют прошивку за счет радиальной раздачи при возможно меньшем обратном выдавливании.

Набор утолщения под прошивку производится исходя из эпюры сечений, а формовка его проектируется с учетом последующих прошивок и способа фиксации полуфабриката в ручье при первой прошивке. Количество прошивок определяется расчетом из условия оптимальной прочности инструмента и обеспечения спроектированного окончательного перехода.

Заключительный переход – отделение поковки от прутка - производится просечкой.

Диаметр исходного прутка определяется исходя из обеспечения минимального количества перехода штамповки и минимального конечного отхода прутка.

Для поковок с глухой полостью (3 группа) выбор переходов аналогичен поковкам 2-1 группы, кроме заключительного перехода, в качестве которого при штамповке от прутка применяется отрезка поковки боковым ползуном. При изготовлении поковки из штучной заготовки отрезка поковки не требуется и обычно используются жесткий упор или упор в клещах.

Для поковок, *изготавливаемых из трубных заготовок* (4 группа), используются приемы и правила высадки, аналогичные применяемым для поковок 1-й группы. Так же учитывается возможная потеря продольной устойчивости стенки высаживаемой части трубной заготовки или полуфабриката на каждом из переходов штамповки.

Для поковок *смешанной конфигурации* (5 группа) технологический процесс является сочетанием наборных, прошивных и формовочных переходов. Отличительной особенностью процессов является возможность использования для поковок с глубокими полостями обратного и прямого выдавливания на КГШП или волочения.

Для поковок *комбинированной конфигурации* (6 группа), штампуемых из полуфабрикатов, выполняемых на других видах штамповочного оборудования, или являющихся полуфабрикатами для последующей штамповки на других видах оборудования, обычно применяются наборные и прошивные переходы, рассчитываемые в соответствии с правилами высадки для поковок 1 – 2 групп.

Для поковок типа стержня с утолщением, штампуемых на ГKM, исходная заготовка из горячекатаной или калиброванной стали выбирается ближайшей по диаметру относительно стержневого элемента детали. Норма расхода металла рассчитывается аналогично случаю молотовой штамповки, но в качестве отхода по некратности учитывается фактический концевой отход, обусловленный минимальной длиной зажимной части матриц.

Для поковок типа колец и втулок, штампуемых на ГKM с отделением от прутка, диаметр исходной заготовки выбирается в зависимости от абсолютных размеров поковки, полости в ней и эпюры диаметров.

Для поковок, высаживаемых на ГKM из трубных заготовок, рассчитывается только длина заготовки и норма расхода металла.

5.2. Конструирование штампов

Штамп горизонтально-ковочной машины (рисунок 22) состоит из пуансонодержателя 1, пуансонов 2 расположенных в ряд по вертикали, правой (неподвижной) матрицы 3, левой (подвижной) матрицы 4. При типовом креплении хвостовики пуансонов крышкой 5 укрепляют в соответствующих гнездах. Правую матрицу крепят в гнезде станины, левую – в гнезде зажимного ползуна, пуансонодержатель – в гнезде главного ползуна. В исходном положении главный ползун и пуансоны находятся в крайнем заднем положении, зажимной ползун – в левом положении, матрицы раскрыты. Передний конец обрабатываемого прутка закладывают в первый ручей правой матрицы и продвигают вперед до переднего упора 6, который устанавливают против первого ручья. Упор смонтирован на станине машины, регулируется и простейшим механизмом связан с главным ползуном так, что при ходе ползуна к матрицам конец упора отходит в сторону и тем самым освобождает путь для пуансона первого ручья.

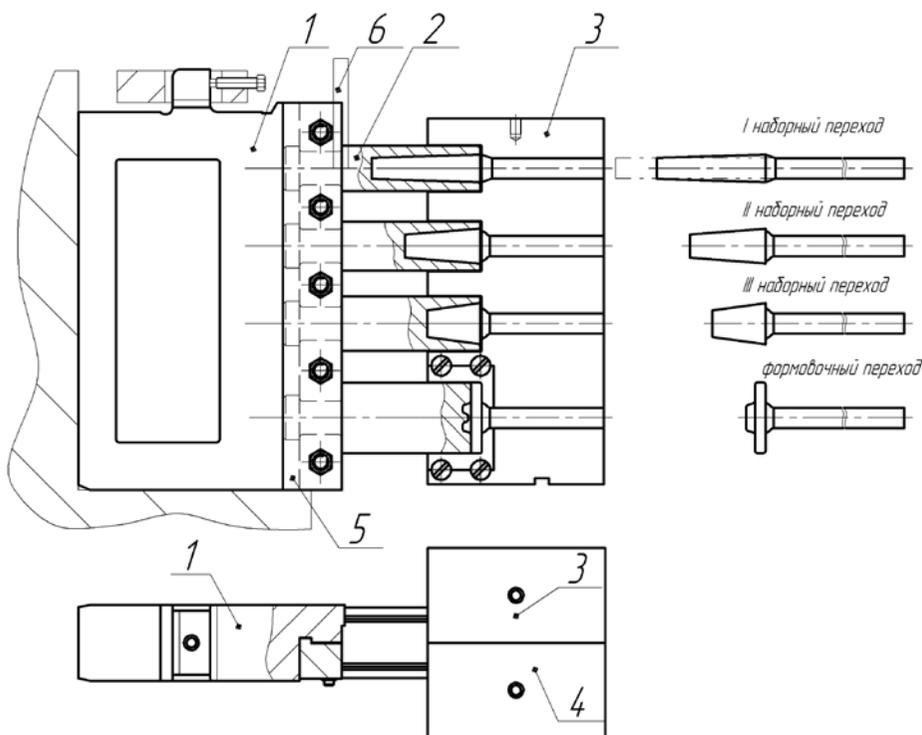


Рисунок 22 - Штамп горизонтально-ковочной машины

Для удержания заготовки при высадке от прутка необходимо рассчитать профиль и длину зажимного ручья или предусмотреть задний упор при высадке из штучных заготовок. Построение профиля зажимного ручья и расчет его длины $l_{\text{заж}}$ можно произвести по формулам

для гладкого ручья

$$l_{\text{заж}} = 2,5 d + 50 \text{ мм};$$

для рифленого ручья

$$l_{\text{заж}} = 2,0 d + 30 \text{ мм}.$$

При конструировании ручьев штампов и их элементов следует пользоваться в качестве исходных данных расчетами по переходам, а также соответствующими нормами, изложенными в справочной литературе.

Располагать ручки предпочтительнее так, чтобы наиболее нагруженный из них располагался по оси симметрии главного ползуна, а остальные располагались относительно него в последовательности, обеспечивающей наименьшие затраты физического труда.

Размеры блоков определяются количеством и конструктивным исполнением блоков, а также размерами штампового пространства, выбранного для использования типоразмера машины.

Усилие ГKM определяется по наибольшему усилию деформирования, которое на каждом из переходов рассчитывается по соответствующим формулам и проверяется по номограммам. При использовании нескольких прошивных переходов, обратного или прямого выдавливания и редуцирования, целесообразно проверять выбранную ГKM по условию исключения стопорения способом, аналогичным изложенному для КГШП.

Величина усилия для закрытой штамповки может быть определена по формуле

$$P = \frac{\pi D_n^2}{4} k \sigma_b = F \cdot k \cdot \sigma_b,$$

или по формуле

$$P = 5(1 - 0,001D_n)D_n^2 \sigma_b.$$

Величина усилия для открытой штамповки рассчитывается с учетом образования развернутого обля (заусенца), который является как бы компенсатором при колебаниях объема высаживаемой части заготовки. При открытой штамповке

$$P = 5(1 - 0,001D_n)(D_n + 10)^2 \sigma_b,$$

где D_n – максимальный диаметр поковки с учетом угара, мм; σ_b – предел прочности при температуре штамповки стали; k – коэффициент, зависящий от S/d (S – толщина фланца, d – диаметр прутка).

Типоразмеры выпускаемых ГKM предусматриваются ГОСТ 7023-89. Рабочее пространство принятого для использования ГKM проверяется по условию размещения необходимых переходов штамповки. Если это условие не удовлетворяется, то для использования принимается больший типоразмер ГKM.

6. ЗАВЕРШАЮЩИЕ И ОТДЕЛОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ

К отделочным операциям горячей объемной штамповки относятся: обрезка облоя и пробивка перемычек, термообработка, очистка от окалины, правка и калибровка поковок.

6.1. Обрезка облоя и пробивка отверстий

В зависимости от материала поковки, ее размеров, последующих операций (правка) и типа производства устанавливают способ обрезки облоя и пробивки перемычек.

Горячей обрезке и пробивке подвергаются поковки; из высокоуглеродистых ($C > 0,5\%$) и высоколегированных сталей; крупные поковки; поковки, требующие после обрезки и пробивки горячей правки или гибки. Холодной обрезке и пробивке подвергаются мелкие и средние поковки из малоуглеродистых ($C < 0,5\%$) и малолегированных сталей и поковки из цветных сплавов. Далее определяют силу обрезки и пробивки. Для пробивки и обрезки применяют обрезные прессы. Номинальную силу прессы для горячей обрезки необходимо увязать с основным кузнечным оборудованием (паровоздушные молоты, КГШП). Затем при необходимости конструируют штамп для обрезки облоя и пробивки перемычки [12, 2].

При горячей штамповке в открытых штампах образуется радиальный облой. Этот облой обрезают на обрезных, кривошипных и иногда гидравлических прессах.

Обрезка облоя подразделяется на горячую и холодную. Крупные и средние по массе поковки, штампуемые на молотах с массой падающих частей более 1 тонны, имеют относительно толстый облой, который целесообразно обрезать в горячем состоянии непосредственно после штамповки. Мелкие поковки с тонким облоем легко обрезаются в холодном состоянии. При горячей обрезке обрезной пресс находится рядом с основной штамповочной машиной (молотом, прессом) и работает с ним в одном агрегате. Холодную обрезку облоя производят в отделении для холодной обрезки, где устанавливают несколько обрезных прессов. Производительность при обрезке выше, чем при штамповке и поэтому при горячей обрезке обрезной пресс как правило недогружен. При холодной обрезке есть возможность устанавливать меньше обрезных прессов, чем молотов.

Поковка укладывается в матрицу и движением пуансона проталкивается через нее. При этом облой срезается. Режущим элементом здесь является матрица, а пуансон является подающим элементом.

Схема процесса обрезки облоя показана на рисунке 23.

Обрезной штамп состоит обычно из верхней плиты 1, пуансона 3 закрепленного клином 2, матрицы 4, прижимных планок 5, корпуса 6 и нижней плиты 7. Кроме этого штамп может иметь съемник 8, крепежные и регулировочные болты.

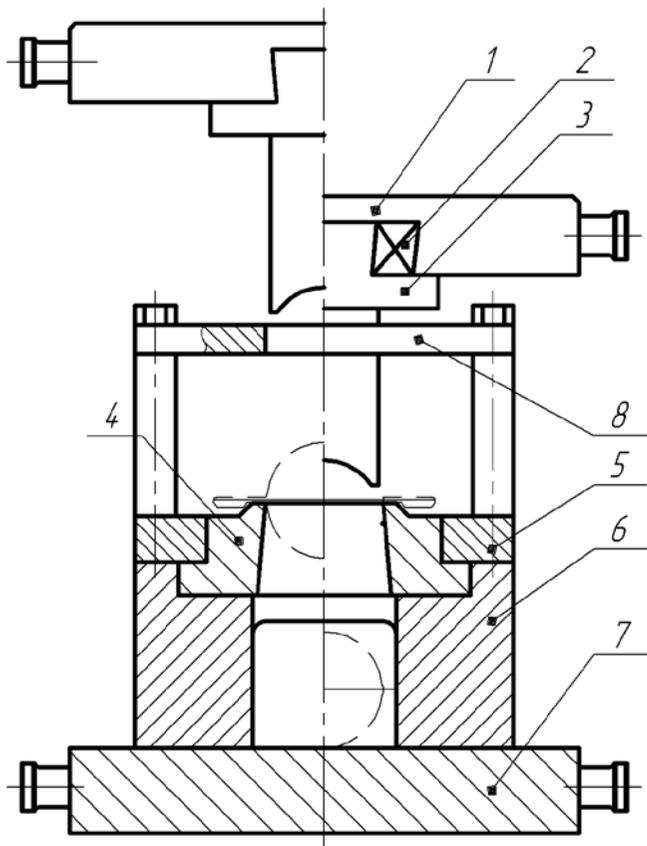


Рисунок 23 - Схема обрезающего штампа

Зазор между пуансоном и матрицей

Размер зазора между пуансоном и матрицей зависит от формы и размеров сечений поковки в плоскости, перпендикулярной к разьему. Зазор оказывает большое влияние на качество и точность поверхности среза, изнашивание и стойкость штампа, величину потребной силы и работы обрезки. При большом зазоре происходит изгиб и втягивание облоя между матрицей и пуансоном с последующим его обрывом. Поковку при этом получают с рваными и загнутыми кверху заусенцами, которые приходится зачищать на наждачных кругах. При малом зазоре происходит быстрое изнашивание режущих кромок матрицы.

Величину зазора между пуансоном и режущим контуром матрицы (рисунок 24) определяют по таблице 15 и приводимым ниже формулам.

Таблица 15 - Зазор между пуансоном и матрицей при обрезке облоя (мм)

| h | Тип 1 | | | Тип 2 | |
|---------|-------------------------|-------|------------|---------|----------|
| | δ при α^0 | | | D | δ |
| | 3^0 | 5^0 | $7...15^0$ | | |
| До 5 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | До 20 | 0,3 |
| 5...10 | 0,5 | 0,6 | 1,0 | 20...30 | 0,5 |
| 10...19 | 0,8 | 1,0 | 1,5 | 30...48 | 0,8 |
| 19...24 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 48...59 | 1,0 |
| 24...30 | 1,2 | 2,0 | 2,5 | 59...70 | 1,2 |
| Св. 30 | 1,5 | 2,4 | 3,0 | Св. 70 | 1,5 |

Для поковок со штамповочным уклоном $\alpha \leq 15^0$ (рисунок 24, тип 1) обрезной пуансон делают плоским.

Для поковок, имеющих в сечении круг (рисунок 24, тип 2), форму пуансона во избежание местного смятия поковки делают охватывающей. Величину S , определяющую притупление острых кромок пуансона, определяют по формуле

$$S = 0,2 D + 1 \text{ мм.}$$

При большом штамповочном угле и плоском пуансоне чистого среза получить не удастся. Поэтому при обрезке таких поковок пуансон делают охватывающим с опорой по углу поковки (рисунок 24, тип 3). Зазор вне зависимости от h выбирают $\delta = 0,3 \text{ мм/}$

Величину S рассчитывают по формуле

$$S = \frac{3,3 - 0,03\alpha}{\text{tg}\alpha}$$

В тех случаях, когда пуансон и матрица являются режущим инструментом (рисунок 24, тип 4), принимают

При режущем пуансоне зазор рассчитывается по формуле

$$\delta = k \cdot h_0$$

где k – коэффициент, зависящий от материала поковки. Для поковок из стали, дуралюмина и титановых сплавов $k = 0,08...0,1$; для поковок из алюминия, меди, латуни и магниевых сплавов $k = 0,04...0,06$. Величина δ должна быть не менее 0,2 мм.

Зазор δ по всему контуру поковки обычно делают одинаковым. Это упрощает накладку штампа.

Съемники применяют для снятия облоя с пуансона после обрезки. Правильный выбор зазора между пуансоном и матрицей часто обеспечивает нормальную работу штампа без съемников. Однако в случае, когда пуансон является режущим, заусенец всегда остается на пуансоне и съемник необходим. Съемник необходим также, когда контур обрезной матрицы сложный и

несимметричный, хотя зазор δ достаточно велик. В этом случае облой также застревает на пуансоне.

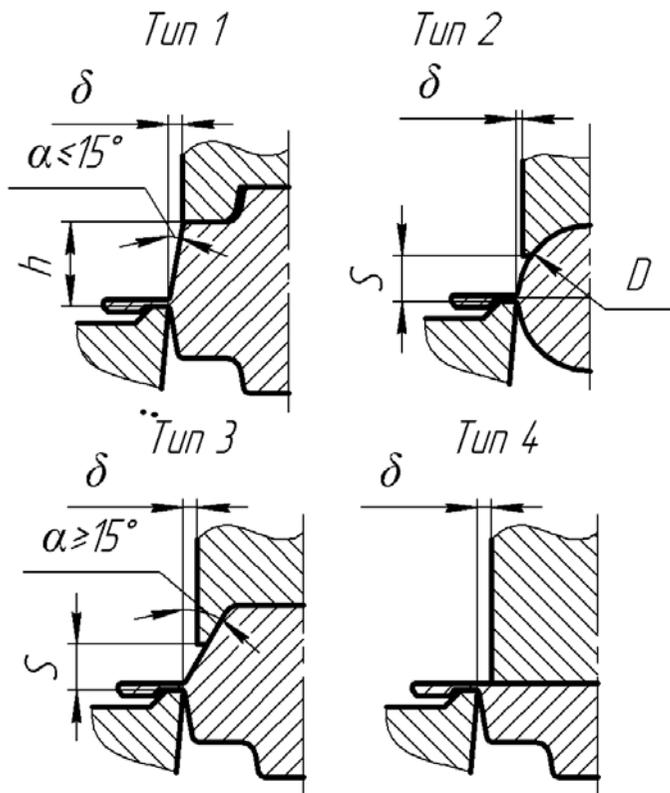


Рисунок 24 - Схемы к определению зазора между пуансоном и матрицей

При мелкосерийном производстве поковок, а также в случаях, когда закрытая высота штампа для обрезки – прошивки не вписывается в закрытую высоту штампового пространства, применяют совмещенные штампы упрощенных конструкций.

Расчет размеров элементов совмещенного штампа.

Закрытая высота штампового пространства

$$H_{\text{ПР}} = H_{\text{наиб}} - H_{\text{рег}} + (15 \dots 30) \text{ мм},$$

где $H_{\text{наиб}}$ — наибольшее расстояние между столом прессы и ползуном в его нижнем положении; $H_{\text{рег}}$ — величина регулирования расстояния между столом и ползуном.

Закрытая высота штампа

$$H_{\text{ШТ}} = H_{\text{ПР}} - H_{\text{ПДШ}},$$

где $H_{\text{ПДШ}}$ — толщина подштамповой плиты прессы.

Величина сдвига поковки

$$e = 2 \cdot h_{\text{ср.о}} + h_{\text{ср.п}},$$

где $h_{\text{ср.о}}$ — толщина срезаемого облоя; $h_{\text{ср.п}}$ — толщина удаляемой перемычки.

Ход траверсы выталкивателя:

$$x_{\text{тр}} = h_{\text{п}} + e + z_1$$

где $h_{\text{п}}$ — расстояние от режущей кромки матрицы до линии разреза ($h_{\text{п}} = (15 \dots 20) \text{ мм}$), z_1 — зазор между выталкивателем и поковкой ($z_1 = 10 \dots 20 \text{ мм}$)

Высота корпуса до опорной поверхности матрицы:

$$H_{\text{К}} = H_{\text{ТР}} + x_{\text{тр}} + h_{\text{ПК}} + (15 \dots 20 \text{ мм}),$$

где $H_{\text{ТР}}$ — толщина траверсы (принимают конструктивно 60...80мм), $h_{\text{ПК}}$ — толщина перемычки корпуса (принимают конструктивно 20...40мм).

Высота пуансона (от линии разреза до опорной поверхности)

$$H_{\text{П}} = H_{\text{ШТ}} - (H_{\text{ВП}} + H_{\text{НП}} + H_{\text{М}} + H_{\text{К}}) + e,$$

где $H_{\text{ВП}}$, $H_{\text{НП}}$ — толщина верхней и нижней плиты (принимают конструктивно 60...100 мм), $H_{\text{М}}$ — высота матрицы [12, с.617с., 619].

Высота стакана

$$H_{\text{СТ}} = H_{\text{ШТ}} - (H_{\text{ВП}} + z_2),$$

где $z_2 \geq 50 \dots 80 \text{ мм}$ — зазор между верхней плитой и верхней плоскостью скобы.

Длина тяги

$$l_{\text{Г}} = H_{\text{ШТ}} + S - (H_{\text{ВП}} + H_{\text{НП}} + H_{\text{СТ}} + x_{\text{ТР}}) + 2s,$$

где S — ход ползуна прессы, s — толщина скобы.

Расстояние между пуансоном и матрицей должно удовлетворять условию свободной укладки поковки в штамп $z_3 \geq h_{\text{пок}} + (50 \dots 200) \text{ мм}$, если оно не выполняется необходимо выбрать пресс с большей высотой штампового пространства.

6.2. Правка поковок

Поковки в процессе штамповки подвергаются искривлению (короблению), а в некоторых случаях происходит смятие выступающих ребер и бобышек. Искривление поковок происходит главным образом при обрезке обля и пробивке перемычек в результате неплотного прилегания опорной поверхности пуансона к поверхности поковки.

Искривление поковок происходит также при их застревании и последующем принудительном удалении из чистового ручья штампа и в результате механических воздействий на них при межоперационной передаче, транспортировании и галтовке в барабанах. Коробление поковок возникает также при неправильном режиме охлаждения поковок после штамповки и термической обработки. Правку необходимо назначать в тех случаях, когда величина искривления превышает допуск на размеры поковки. Размеры допустимой кривизны поковок регламентируются ГОСТ 7505-89.

Поковки правят в горячем и холодном состоянии.

Горячую правку выполняют на обрезном прессе в совмещенном или последовательном штампе при обрезке обля и пробивке перемычек или же на оборудовании, предназначенном только для правки (молоте или прессе) и включенном в линию штамповочного агрегата. Горячую правку можно производить и в окончательном ручье штампа после обрезки обля, но при этом значительно снижается производительность штамповочного агрегата и уменьшается стойкость чистового ручья штампа. Горячую правку применяют для крупных поковок относительно несложной формы из высокоуглеродистых и высоколегированных сталей. Применение горячей правки не всегда исключает необходимость применения повторной холодной правки после термической обработки.

Холодную правку применяют в основном для мелких и средних по массе поковок простых и сложных форм. Ее обычно осуществляют после термической обработки и очистки поковок от окалины.

Ручей правочного штампа изготавливают по чертежу горячей или холодной поковки (в зависимости от требуемого вида правки). В целях упрощения правочного ручья и облегчения правки рекомендуется:

- 1) упрощать контур ручья при сложных в плоскости разъема контурах поковки;
- 2) небольшие выступы на поковке не обжимать, предусмотрев вокруг них зазор 0,3...0,5 мм;
- 3) для удобства укладки и удаления поковок правочный ручей делают открытым с торцов поковки.

6.3. Термическая обработка поковок

В кузнечно-штамповочном производстве применяют предварительную и окончательную термическую обработку. Целью предварительной термической обработки является повышение качества стальной продукции, подготовка металла к последующей обработке резанием или давлением, снятие наклепа, понижение уровня остаточных напряжений, предупреждение образования дефектов. Целью окончательной термической обработки является получение оптимальной структуры в изделиях для обеспечения надежной эксплуатации этих изделий.

Детали машин в основном изготавливают из конструкционных углеродистых и легированных сталей перлитного класса и сталей мартенситного класса с более высоким содержанием легирующих элементов. На долю этих конструкционных сталей приходится основная масса всех термически обрабатываемых деталей машин.

Термическая обработка кованных и штампованных заготовок из конструкционных сталей имеет специфические особенности и разнообразие технологических операций. Это объясняется наличием большого числа марок материалов заготовок и деталей и различными требованиями к комплексу свойств материала, исходя из условий эксплуатации.

Для кованных и штампованных заготовок и деталей используют отжиг, нормализацию, закалку с отпуском, а также нормализацию с отпуском. Специфическими особенностями ряда операций отжига являются продолжительные выдержки при температурах 1000...1200 °С. Сопутствующими процессами являются: окисление заготовок, обезуглероживание и рост зерна аустенита.

Наиболее продолжительными операциями отжига являются: отжиг-гомогенизация слитков и поковок для уменьшения ликвации; отжиг поковок и заготовок на структуру зернистого перлита; отжиг для удаления водорода из поковок и предупреждения образования флокенов.

Изменения объема при фазовых превращениях создают напряжения в металле. Другой причиной возникновения напряжений является неоднородное температурное поле при нагреве и особенно при охлаждении поковок. В последнем случае поверхностные, более холодные слои испытывают напряжения растяжения. Неблагоприятное взаимодействие структурных и термических напряжений вызывает трещины в металле. Общим правилом предупреждения трещин в поковках является регулирование скорости нагрева и охлаждения. Рекомендуется поддерживать скорость охлаждения в пределах 40...80 °С/ч, а крупные поковки после окончания деформирования помещать в печь с температурой 400...600 °С для замедленного выравнивания температуры.

Особую сложность представляет обработка крупных поковок. При нагреве поковок для уменьшения термических напряжений поковки помещают в печь с температурой не выше 400 °С, после выравнивания температуры нагревают медленно до 600 °С и затем до требуемой температуры со скоростью, которую

может обеспечить печь.

В случаях, когда поковки изготовлены из сталей, особенно склонных к образованию флокенов, число ступеней отжига с выдержками при 200...250 °С и 640...660 °С увеличивают до двух и даже трех. В этих случаях общая продолжительность обработки перекрывает 1000 ч и соответственно повышается стоимость обработки.

Определяющим фактором при разработке режима охлаждения является химический состав стали.

Основную массу поковок, подлежащих термической обработке после горячего или холодного деформирования, подвергают нормализации и последующему отпуску при 550...700 °С. Эта обработка является универсальной, и ее применяют для большинства марок сталей.

В сталях перлитного класса эта обработка понижает твердость, существенно снижает остаточные напряжения и облегчает обработку резанием.

Рекомендуемые температуры нагрева для нормализации сталей приведены в таблице [11, с.526]

Термическое улучшение — закалку и отпуск при 550...650 °С — применяют как окончательную термическую обработку поковок при условии, что состояние стали после улучшения, не будет помехой при обработке резанием, а прокаливаемость стали достаточна для повышения свойств во всем объеме поковки. В противном случае улучшению подвергают детали после обработки резанием. Температуры нагрева сталей для закалки, как правило, совпадают с температурами нагрева при нормализации.

Отжиг-рекристаллизацию применяют для штамповок и другой продукции, полученной холодным деформированием. Этот отжиг понижает твердость, снижает полностью остаточные напряжения и улучшает штампуемость металла. Как правило, отжиг-рекристаллизацию применяют для продукции из низкоуглеродистых сталей, которые не упрочняются термической обработкой. Этот отжиг проводят при температурах ниже точки A_{c1} при 600... 700 °С с выдержкой 1 ч. Отжиг-рекристаллизация более экономичен, чем полный отжиг или нормализация.

6.4. Очистка поковок

Для получения поковок с высоким качеством поверхности, требующих минимальной обработки резанием, необходимо очищать заготовки перед нагревом и поковки послековки и штамповки от поверхностных дефектов, окислы, ржавчины и других загрязнений (мазута, масла, песка). В зависимости от размеров поковок, а также от технических условий на изготовление последних в кузнечно-штамповочных цехах для очистки поковок и заготовок применяют различные способы и оборудование (таблица 16).

Таблица 16 - Способы очистки поковок, оборудование и область применения

| Способ очистки | Оборудование или инструмент | Назначение | Область применения |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Механический | Обдирочно-шлифовальные станки, ручные шлифовальные машинки, рубильные молотки | Удаление мелких и крупных поверхностных дефектов | Для всех видов поковок |
| | Щетки, скребки, ролики | Удаление окалины | Для мелких и средних заготовок, нагретых перед ковкой или штамповкой |
| Гидравлический | Очистные гидроаппараты | То же | То же |
| Пневматический струйно-абразивный | Пескометные установки | » | Применение ограничено |
| Гидроабразивный | Ручные мониторы, барабаны, конвейерные установки | » | Для средних и крупных заготовок |
| Виброабразивный | Вибрационные установки | Удаление окалины и мелких поверхностных дефектов | Для поковок с глубокими полостями, тонкими ребрами и полотнами |
| В галтовочных барабанах | Галтовочные барабаны | То же | Для поковок без тонких ребер и полотен |
| Дробью | Дробеметные и дробеструйные аппараты | » | Для поковок любой конфигурации, кроме деталей с глубокими отверстиями малого диаметра |
| Травлением | Травильные ванны | Удаление окалины и мелких поверхностных дефектов | Для поковок любой конфигурации |
| Огневой | Ручные резак, плазменные установки | Удаление глубоких поверхностных дефектов | Для средних и крупных поковок |

6.5. Калибровка поковок

Калибровку применяют для повышения точности формы и размеров поковки, снижения шероховатости поверхности, исключения обработки поковки резанием. Различают калибровку плоскостную и объемную, а по температурным условиям – холодную и горячую. Калибровка поковок позволяет значительно повысить точность геометрических размеров. Холодную плоскостную калибровку поковок выполняют на чеканочных кривошипно-коленных и винтовых прессах [12, 2].

Объемную калибровку обычно производят в горячем состоянии. Ее можно вести на штамповочных молотах, винтовых фрикционных прессах и кривошипных горячештамповочных прессах.

6.6. Контроль качества поковок

Контроль поковок является неотъемлемой частью технологического процесса штамповки и включает в себя проверку размеров и формы элементов и их механической прочности.

Требования к качеству поковок регламентируется гост 8479-70.

При измерениях размеров поковок необходимо соблюдать правило единства базы. Базой для измерения поковки являются те черные точки ее поверхности, которыми поковка фиксируется в приспособлениях для обработки резанием. Для проверки размеров поковок применяют универсальные (штангенциркули, кронциркули, индикаторы и т. п.) и специальные (скобы, шаблоны и т. п.) измерительные инструменты, а также контрольные приспособления. Последние являются лучшими средствами для быстрых измерений поковок, так как позволяют производить до 1500 измерений за час с точностью 0,1...0,2 мм.

Контроль механической прочности поковок включает химический и металлографический анализы, механические, магнитные и другие специальные испытания поковок, а также выявление внешних и внутренних дефектов.

Контроль химического состава стали производят при приемке поставляемого на завод металла, сдаче ответственных поковок, исследовании причин брака, а также при рассортировке смешанного металла, заготовок или поковок из сталей разных марок.

Спектральный анализ металлов позволяет с достаточной производительностью и точностью, без порчи материала или поковки определять соответствие или несоответствие химического состава стали заданной марки. Спектральный анализ основан на разложении и исследовании спектра электрической дуги или искры, возбуждаемой между испытуемым металлом (поковкой) и разрядником. По яркости характерных линий в спектре определяют количественное содержание каждого элемента в стали. В цеховых условиях применяют переносные и стационарные стилоскопы, а в лабораториях используют приборы с автоматической обработкой данных.

Контроль качества термической обработки поковок осуществляют следующими методами:

— контролем твердости (сплошным или выборочным в зависимости от материала поковок и сложности их обработки резанием) для обеспечения нормальной обрабатываемости поковок режущим инструментом;

— металлографическим контролем поковок в лаборатории, для чего от каждой партии из числа первых проверенных по твердости отбирают две поковки с крайними значениями твердости в пределах установленной нормы и из них вырезают шлифы для исследования под микроскопом;

— механическими испытаниями в лаборатории, которые проводят регулярно для наиболее ответственных поковок, когда это предусмотрено техническими условиями.

Выявление внешних дефектов чаще всего производят визуальным осмотром поковок непосредственно у штамповочного агрегата - для отбраковки явного брака и после очистки окалины, т. е. на окончательном контроле - для отбраковки скрытого брака. Для выявления внешних и внутренних дефектов поковок ответственного назначения применяют также магнитную дефектоскопию с использованием магнитного цветного порошка или магнитной суспензии.

Люминесцентный метод выявления внешних дефектов основан на способности минеральных масел, проникших в трещины, излучать свет под действием ультрафиолетовых лучей. Метод позволяет выявлять глубокие, невидимые для глаза поверхностные трещины шириной менее 0,005 мм, является более производительным и надежным, чем магнитный метод, может применяться и для немагнитных материалов.

Глубину залегания внешних дефектов определяют местной выточкой шлифовальным кругом дефекта. Глубина выточки не должна превышать половины припуска на сторону.

Выявление внутренних дефектов поковок осуществляется ультразвуковым методом, основанным на отражении ультразвукового луча от поверхности внутренних дефектов. Методы ультразвуковой дефектоскопии позволяют выявлять раковины, рыхлости, трещины, флокены, расслоения и другие несплошности в толще металла, не обнаруживаемые или не всегда обнаруживаемые другими методами неразрушающего контроля.

7. ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛА

К показателям эффективности использования металла относятся расходные коэффициенты. Потеря металла происходит при разделке металла, при штамповке, при механической обработке. При этом определяют общий коэффициент использования металла (КИМ), коэффициент весовой точности (КВТ) и коэффициент выхода годного (КВГ) [8].

КИМ учитывает отходы кузнечного производства и отходы при механической обработке штамповок (поковок). К отходам кузнечного производства относятся: торцевые обрезки, прорезка (толщина диска пилы, ширина резца или сгоревшего металла при газовой резке), некратность, угар, облой, перемычки, клещевина, и др.

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{N}$$

Эффективность технологического процесса характеризуется отношением массы детали, к массе поковки коэффициентом весовой точности (КВТ).

$$K_{\text{ВТ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{П}}}$$

Эффективность работы кузнечного цеха оценивается по степени приближения размеров поковки к норме расхода коэффициентом выхода годного (КВГ)

$$K_{\text{ВГ}} = \frac{M_{\text{П}}}{N}$$

где $M_{\text{Д}}$, $M_{\text{П}}$ - соответственно масса детали и поковки; N – норма расхода металла.

Норма расхода металла рассчитывается с учетом некратности прутков в состоянии поставки.

Если штамповка выполняется из штучной заготовки с клещевинной, то сначала определяют отход металла на клещевину. При $d_0 \leq 50$ мм длина исходной заготовки увеличивается на $L_k \approx (0,6 - 1,6) d_0$. При $d_0 > 50$ мм значение L_k определяется с учетом применения дополнительной операции оттяжки клещевины, но не менее 25 мм длиной или $(0,3 - 0,4) d_0$.

В соответствии с полученным значением длины исходной заготовки ($L_{зг} + L_k$) подбирается наиболее рациональная форма заказа прутков из условия наименьшего отхода по некратности

$$\Delta = \frac{L_{зг}}{2}$$

Количество заготовок из одного прутка n и норма расхода N составят:

$$n = \frac{L_p}{L_{зг} + L_k}$$
$$N = \gamma \frac{\pi d_0^2}{4} \left(L_{зг} + L_k + \frac{\Delta}{n} \right),$$

где γ - удельный вес материала; L_p – средняя (расчетная) длина прутка.

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Штампы в процессе работы подвергаются периодическому тепловому и силовому воздействию, и их стойкость зависит от конструктивного оформления, используемых материалов, технологии изготовления, технологии штамповки, условий эксплуатации.

Нагрев штампов проводят с целью обеспечения оптимальных условий формоизменения поковок и повышения стойкости штампов. Штампы паровоздушных штамповочных молотов и кривошипных горячештамповочных прессов нагревают до 200...400°С, штампы гидравлических прессов до 300...400°С, штампы горизонтально-ковочных машин и ковочных вальцов — до 150...200°С.

Подогрев штампов проводят газовыми или электрическими (индукционными или электросопротивления) переносными или стационарными установками, а также в печах.

Охлаждение штампов проводят для уменьшения разогрева поверхности гравюры штампов во время работы. Охлаждение бывает наружное и внутреннее. Наружное охлаждение обеспечивают подачей водо-воздушной смеси или струи сжатого воздуха на гравюру штампа. Внутреннее водяное охлаждение выполняют с помощью каналов и полостей штампов.

Смазку штампов проводят для уменьшения трения и теплопередачи при деформировании и улучшения извлечения поковки из штампа после штамповки, что способствует повышению стойкости штампов.

В современном кузнечно-штамповочном производстве применяют:

- солевые смазки (водный раствор поваренной и других солей с концентрацией от 5 % до насыщенного);
- масляные смазки, состоящие из масел с добавкой 20–40 % наполнителей (графит, дисульфид молибдена и др.);
- водные суспензии графита (от 5 до 40 %) с добавкой стабилизирующих веществ (сульфитный щелок, жидкое стекло и др.);
- водные растворы органических соединений (сульфитно-спиртовая барда) с добавкой графита и различных стабилизирующих веществ;
- для титановых и никелевых сплавов используют стеклоэмали которые защищают поверхность при нагреве от образования окалины, а также служат смазкой при штамповке.

Графит, входящий в состав жидких смазок, обладает наибольшей способностью разделять трущиеся поверхности. Смазка в виде суспензии графита в масле остается наиболее распространенной, несмотря на один ее большой недостаток – образование дыма и загрязнение штампа продуктами сгорания.

На крупных молотах (250...630 кДж) в качестве смазки используют увлажненный опил, который при сгорании образует газовую подушку, что способствует извлечению поковки из полости штампа.

9. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

При оформлении пояснительной записки курсовой работы необходимо использовать:

Текстовый редактор: Microsoft Word 2003 -2016: шрифт: Times New Roman; размер - 14, интервал - 1,5, выравнивание - по ширине, абзац – 1,25 см. (отступ табулятором и пробелами не допускается), поля: правое – 10 мм; левое – 30 мм; сверху и снизу – по 20 мм;

Формулы в Microsoft Equation, рисунки в JPG, таблицы в Microsoft Word, обязательно нумерация таблиц и рисунков;

Список литературы в конце отчета оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.5 – 2008. Источники литературы, приведенные в списке, нумеруются в алфавитном порядке. Номера ссылок на источники даются в квадратных скобках: [2] или [2, с. 5].

Примеры оформления списка литературы:

- 1) Бабенко В.А. и др. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. Уч. пособие для машиностроительных вузов /В.А. Бабенко, В.В. Бойцов, Ю.П. Волик. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. - 104 с.
- 2) Пасынков А. А., Андрейченко В. А., Иванова Э. А. О влиянии геометрии облойной канавки на силовые параметры при открытой штамповке удлиненных в плане поковок на КГШП // Известия ТулГУ. Технические науки. 2008. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-vliyanii-geometrii-obloynoy-kanavki-na-silovye-parametry-pri-otkrytoy-shtampovke-udlinennyh-v-plane-pokovok-na-kgshp> (дата обращения: 20.11.2019).

10. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Графическая часть курсового состоит из следующих 3d моделей и чертежей:

- модель и чертеж готовой детали;
- модель и чертеж «холодной» поковки;
- модель и чертеж «горячей» поковки;
- модели и рабочие чертежи ковочного и обрезного инструмента;
- модель и сборочный чертеж ковочного штампа;
- модель и сборочный чертеж обрезного штампа.

Пример состава и оформления чертежей приведены в Приложении Б.

Чертежи в графическом редакторе должны быть созданы с использованием ассоциативных видов, связанных с существующей моделью (деталью или сборкой). При изменении формы, размеров и топологии модели изменяется и изображение во всех связанных с ней видах.

Модели должны содержать информацию о шифре, названии и материале изделия, чтобы эта информация автоматически отображалась в основной надписи чертежа.

Чертежи выполняют в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и ГОСТ [3,4, 5, 9].

На сборочном чертеже штамп должен быть изображен (кроме планов низа и верха) в сомкнутом состоянии, т.е. в крайнем нижнем (рабочем) положении

Допускается изображать штамп и пакет в раскрытом состоянии на дополнительных изображениях - видах, разрезах, сечениях; над изображением должна быть нанесена надпись: "В раскрытом состоянии".

На сборочном чертеже штампа на месте вида сверху должен быть изображен план низа. Если план низа расположен не в непосредственной проекционной связи с главным видом, над его изображением следует нанести надпись "План низа".

На сборочном чертеже штампа должно быть помещено изображение плана верха, над которым следует нанести надпись "План верха".

Допускается план верха не изображать, если при этом не затрудняется чтение чертежа, а для симметричных штампов допускается совмещать изображения половины плана низа и плана верха. Такое совмещенное изображение помещают на месте плана низа.

На первом листе сборочного чертежа штампа в правом верхнем углу, следует поместить операционный эскиз штампуемой детали.

Допускается помещать слева от операционного эскиза изображение заготовки - исходной или полученной после предыдущей операции штамповки. При этом над изображениями должны быть нанесены соответствующие заголовки.

На планах низа и верха должны быть нанесены и указаны надписями оси штампа, которые в чертежах деталей штампа должны служить конструкторскими базами для указания размеров, определяющих взаимное расположение деталей.

Допускается не наносить надписи "Ось штампа" в случаях, когда центр давления штампа совпадает с точкой пересечения осей симметрии штампуемого симметричного контура, а верхняя часть штампа крепится хвостовиком.

Сборочный чертеж технологической оснастки должен содержать:

- номера позиций составных частей;
- габаритные размеры;
- установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры;
- техническую характеристику изделия (при необходимости);

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы. Номера позиций наносят на полках линий выносок, проводимых от изображений составных частей.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения, группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии и наносят на чертеже, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составляющих.

Спецификация штампа в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- материалы.

Спецификация должна быть сформирована ассоциативным способом из сборочной 3d модели штампа.

В разделе «Стандартные изделия» записывают крепежные изделия в алфавитном порядке наименований изделий, в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, например, сварочные материалы для наплавки ручьев.

В курсовом проекте рабочие чертежи выполняют для основных деталей штампов (вставки штампового блока КГШП; вставки полуматриц и пуансоны для ГКМ; матрица, прошивень, пуансон для обрезного штампа)

При нанесении размеров рабочих контуров деталей - пуансона, матрицы и других - одну из них следует назначать основной рабочей деталью.

При сложном рабочем контуре основной рабочей детали предельные отклонения размеров следует указывать только в чертеже основной рабочей детали, а для соответствующих контуров сопрягаемых деталей необходимо нанести номинальные размеры без предельных отклонений, отметив их знаком*. При этом в технических требованиях чертежа сопрягаемой детали должны быть помещены соответствующие указания, например для случая, когда основной деталью является матрица на чертеже пуансона, пригоняемого по матрице с зазором, - "*пригнать по матрице ... с зазором ... мм на сторону";

В случае, когда на чертеже основной детали невозможно или нецелесообразно указать все размеры, необходимые для ее изготовления, в технических требованиях чертежа следует приводить запись по типу: "Рабочий контур выполнить по чертежу штампуемой детали" или "Рабочий контур выполнить по шаблону, изготовленному по чертежу штампуемой детали". При этом на изображении должны быть нанесены размеры, координирующие контур относительно осей штампа.

Когда размеры контура доступны для измерения (при круглых, прямоугольных и подобных простых контурах), предельные отклонения соответствующих размеров должны быть указаны непосредственно у размеров, нанесенных на изображении.

11. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие материалы и заготовки используют для горячей объемной штамповки?
2. Опишите порядок подготовки исходных материалов для горячей штамповки.
3. Как выявляют и устраняют дефекты заготовок перед штамповкой?
4. Перечислите и кратко опишите основные виды разделки металлов на заготовки.
5. Порядок составления чертежа штампованной поковки.
6. Как назначается степень сложности поковок?
7. Дайте формулировку правил оформления чертежа поковки.
8. Как классифицируют молотовые штампованные поковки?
9. Дайте классификацию ручьев молотовых штампов.
10. Каков порядок расположения ручьев молотовых штампов?
11. Как определяют толщину стенки в молотовом штампе и выбирают заготовку для штампа?
12. Как и для чего рассчитывают коэффициент подкатки?
13. Как определяют параметры штамповочного молота?
14. Перечислите преимущества штамповки на КГШП по сравнению со штамповкой на молотах.
15. Перечислите виды переходов, используемых при штамповке на КГШП.
16. Как классифицируют поковки, штампуемые на КГШП?
17. С какой целью и на каком оборудовании перед штамповкой на КГШП проводят профилирование заготовок?
18. В чем особенности порядка составления чертежей поковок для штамповки на КГШП?
19. Какие виды облойных канавок применяют для штампов КГШП?
20. Как определяется усилие при штамповке на КГШП?
21. Какие штампы применяют для штамповки на КГШП?
22. В чем заключаются особенности штамповки на ГKM?
23. Назовите основные преимущества штамповки на ГKM перед другими видами штамповки.
24. Как классифицируют поковки, штампуемые на ГKM?
25. Какие группы ручьев используют в штампах ГKM?
26. Какими основными правилами следует руководствоваться при разработке технологического процесса изготовления поковок на ГKM?
27. Какие матрицы применяют для набора металла при штамповке на ГKM?
28. От каких факторов зависит усилие штамповки на ГKM?
29. Перечислите отделочные операции, применяемые для штампованных поковок.
30. На каком оборудовании, и с помощью какого инструмента производится обрезка облоя и пробивка перемычек?

31. Опишите основные конструкции обрезающих штампов.
32. В чем разница между последовательными и совмещенными штампами?
33. Какие способы крепления матриц применяются в обрезающих штампах?
34. Чем отличаются конструкции штампов для горячей обрезки облоя от штампов холодной обрезки?
35. В чем особенности конструкции пробивных штампов?
36. Как определяют усилие обрезного прессы?
37. Какие виды термообработки применяют для штампованных поковок?
38. От каких факторов зависит количество окалины на поковках?
39. Какие методы применяют для очистки штампованных поковок от окалины?
40. Назовите причины искривления и опишите способы правки штампованных поковок.
41. Как проводят калибровку штампованных поковок?
42. Опишите конструкции штампов, применяемых для калибровки штампованных поковок.
43. Какие материалы применяют для изготовления штампов?
44. Перечислите марки штамповых сталей.
45. Как осуществляют контроль размеров ручьев штампов?
46. Какие требования необходимо соблюдать для успешной эксплуатации штампов?
47. Опишите порядок крепления штампов на молоте, КГШП, ГКМ.
48. Какие способы применяют для нагрева штампов?
49. Назовите виды смазок, применяемых при штамповке, и опишите способы и устройства, используемые для нанесения смазок.
50. Перечислите основные факторы, вызывающие износ штампов, и опишите основные виды ремонта штампов.
51. Что такое стойкость штампа, и какими способами можно ее повысить?
52. Назовите виды брака, причиной которых является качество исходного материала заготовки.
53. Какие виды брака, вызванные неправильным нагревом заготовок, считают неустраняемыми?
54. Перечислите причины и приведите примеры образования дефектов при штамповке.
55. Перечислите методы контроля качества штампованных поковок.
56. Какими методами выявляют внешние и внутренние дефекты штампованных поковок?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атрошенко А. П. Технология горячей вальцовки. - Л., «Машиностроение», 1968. -176 с.
2. Бабенко В.А. и др. Объемная штамповка. Атлас схем и типовых конструкций штампов. Уч. пособие для машиностроительных вузов /В.А. Бабенко, В.В. Бойцов, Ю.П. Волик. - 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. - 104 с.
3. ГОСТ 2.109-73 Основные требования к чертежам /Единая система конструкторской документации. Основные положения: Сб. ГОСТов. - М.: Стандартиформ, 2011. -351с.
4. ГОСТ 2.424-80 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения чертежей штампов /ЕСКД. Правила выполнения чертежей различных изделий: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. -160с.
5. ГОСТ 3.1126-88 Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила выполнения графических документов на поковки /Единая система технологической документации: Сб. ГОСТов. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. -224с.
6. ГОСТ 7505-89-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски /Поковки из чугуна и стали: Сб. ГОСТов. -М.: Стандартиформ, 2003. -134с.
7. ГОСТ 8479-70 Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия (с Изменениями №1, 2, 3) -М.: Издательство стандартов, 1989. -9с.
8. ГОСТ 18970-84 Обработка металлов давлением. Операцияковки и штамповки. Термины и определения (с Изменением №1)/Обработка металлов давлением. Термины и определения. ГОСТ 15830-84, ГОСТ 18970-84: Сб. ГОСТов. -М.: Издательство стандартов, 1992. -53с.
9. ГОСТ 21546-88 Штампы молотовые для объемной штамповки. Общие технические условия. - М.: Издательство стандартов, 1988. -22с.
10. ГОСТ 28032-89 (СТ СЭВ 6203-88) Кузнечно-прессовые машины. Молоты. Ряды главного параметра (с Изменением №1). -М.: Издательство стандартов, 1989. -2с.
11. Ковка и штамповка: справочник. В 4 т. Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка. — 2-е изд., перераб. и доп. / под общ. ред. Е.Н. Семенова. — М.: Машиностроение, 2010. — 717 с.
12. Ковка и штамповка: справочник. В 4 т. Т. 2. Горячая объемная штамповка. – 2-е изд., перераб. и доп. / Под общ. ред. Е.И. Семенова. —М.: Машиностроение, 2010. - 720 с.
13. Константинов И.Л. Технологияковки и горячей объемной штамповки: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М; Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 551 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/489.

14. Матвеев А.С., Кочетков В.А. Справочник кузнеца / под ред. В.Ф. Безъязычного. М.: Машиностроение, 2011. - 360 с.
15. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. — М.: Машиностроение. Технологии заготовительных производств. Т. III-2 / И.Л. Акаро, Р.А. Андриевский, А.Ф. Аржанов и др.; Под общ. ред. В.Ф. Мануйлова. 1996. — 736 с.
16. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. — М.: Машиностроение. Машины и оборудование кузнечно-штамповочного и литейного производства Т. IV-4 / Ю.А. Бочаров, И.В. Матвеевко и др.; Под общ. ред. Ю.А. Бочаров, И.В. Матвеевко. 2005. — 926с.
17. ОСТ 24.952.01-89 Заготовки стальные прямоугольные кованные для штампов горячей объемной штамповки. Технические условия
18. Охрименко Я. М. Технология кузнечно-штамповочного производства. - М., «Машиностроение», 1976. -560 с.
19. РТМ 37.002.0087-73 Малоотходная горячая штамповка на кривошипных прессах. -М., НИИТАВТОПРОМ, 1973, -173с.
20. РТМ2 Н83-12-81 Изготовление поковок без штамповочных уклонов. Рекомендации по проектированию оснастки и выбору оборудования. - М., ВНИИНМАШ, 1982, -62с.
21. Семенов Е. И. Ковка и объемная штамповка. - М., «Высшая школа», 1972. - 352с.
22. Шапошников Д.Е. Изготовление поковок на горячештамповочных прессах. - М: Машгиз, 1962. -179с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А. Технологическая карта

| Эскиз поковки | Технологический процессковки и горячей штамповки | | | | | | | | | | Всего листов | |
|---------------------------------------|--|------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------|---|------------|
| | Материал | | | | | Заготовка | | | | | Лист | Дата |
| Марка стали | ГОСТ | Проф. Размер. мм | ГОСТ на профиль | Длина, м | Кол-во заготовок, шт | Длина, мм | Масса, кг | Кол-во поволоков на 1 заготовку | Класс точности | Степень точности | Подпись | Дата |
| | ГОСТ | ГОСТ на профиль | Масса, кг | Производство, потери | Норма расхода | Наименование оборудования, конструкция, тип, ГОСТ | Наименование оборудования, конструкция, тип, ГОСТ | Мощность оборудования, расчет/принят | | | | |
| Расход металла на одну поковку | | | | | | | | | | | | |
| Масса, кг | Поковка | Угар | Облой | Заготовкой | Отход от резки | Производство, потери | Норма расхода | | | | | |
| % от нормы расхода | | | | | | | | | | | | |
| № операции | Наименование и содержание операций, эскизы заготовки | г. С протр. пещ | г. С резки, штамповки | Кол-во ходов, ударов | Наименование оборудования механизма | Наименование оборудования | Мощность оборудования, расчет/принят | Шифр оборудования, конструкция, тип, ГОСТ | Наименование оборудования, конструкция, тип, ГОСТ | Мощность оборудования, расчет/принят | Шифр оборудования, конструкция, тип, ГОСТ | % контроля |
| 1 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| 1 | Нагрев | | | | | | | | | | | |
| 2 | Резка заготовки | | | | | | | | | | | |
| 3 | Межоперационный | | | | | | | | | | | |
| 4 | Нагрев заготовки | | | | | | | | | | | |
| 5 | Штамповка | | | | | | | | | | | |
| 6 | Обрезка заусенца и | | | | | | | | | | | |
| 7 | Правка | | | | | | | | | | | |
| 8 | Межоперационный | | | | | | | | | | | |
| 9 | Нормализация | | | | | | | | | | | |
| 10 | Заточка под | | | | | | | | | | | |
| 11 | Контроль твердости | | | | | | | | | | | |
| 12 | Очистка от окислины | | | | | | | | | | | |
| 13 | Правка | | | | | | | | | | | |
| 14 | Калибровка | | | | | | | | | | | |
| 15 | Окончательный | | | | | | | | | | | |
| Согласно чертежу поковки | | | | | | | | | | | | |

КРТКЮШ 10-001

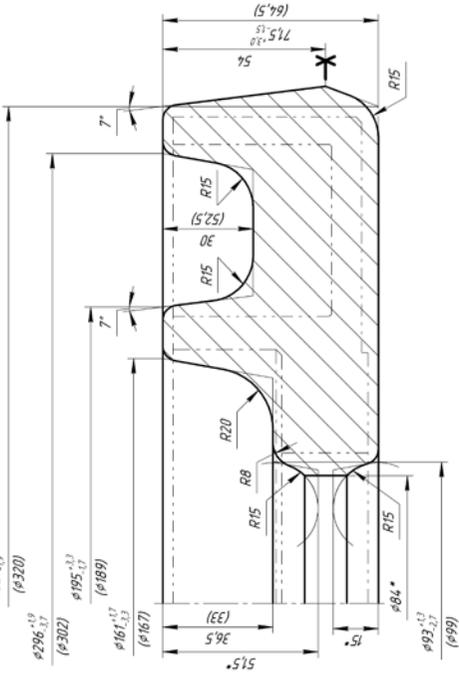
Лист 1 из 1

№ 327, 1,2
L-1,9
(#320)

№ 296, 1,2
(#302)

№ 195, 1,2
(#189)

№ 161, 1,2
(#167)



1. Поковка др. I по ГОСТ 8479-70
2. Материал-заменитель сталь 20 по ГОСТ 1050-88
3. Группа стали М1, степень сложности 14, класс точности 14, исходный индекс 17 по ГОСТ 7505-89
4. Неуказанные радиусы 5 мм
5. Неуказанные углы 10°
6. Допусковая длина отверстия 16 мм
7. Допусковая длина высоты заусенца по контуру обреза обода 5 мм, по концы продольного отверстия 6,5 мм
8. Допусковая длина сечения по поверхности разъем шипа 14 мм
9. Допусковые отклонения от плоскостности 16 мм
10. Допусковые наибольшие отклонения от концентричности продольного отверстия 2,5 мм
11. Неуказанные предельные отклонения размеров ±0,75 поля допуска соответствующего размера поковки
12. * Размеры для справок
13. Глубина подшерстности дефектов типа морщин, отпечатков, раскв, плев и др. не должна превышать 0,5 фактического одностороннего припуска на механическую обработку. Допускается наличие дефектных поковок 0,5% от партии
14. Маркировка условный шифр "С", условный знак фразы
15. Места маркировки по усмотрению изготовителя
16. Остальные требования по допускам, припускам и кузненным напускам по ГОСТ 7505-89
17. Остальные технические требования по ГОСТ 8479-70

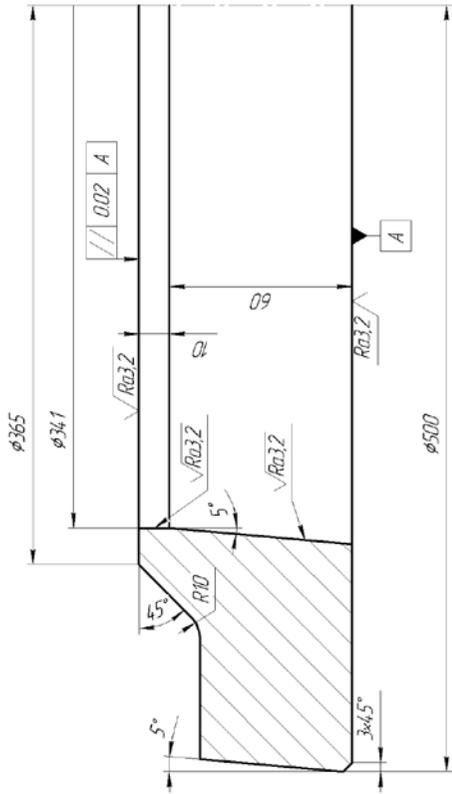
| | | | | | |
|-----------------------|-------|------------------|-------|-----------|-------|
| КРТКЮШ 10-001 | | Поковка (корпус) | | Материал | |
| Лист | Масса | Лист | Масса | Лист | Масса |
| 0 | 34 | 11 | 11 | 1 | 1 |
| Сталь Эпс ГОСТ 380-94 | | | | ИЖТУ | |
| Эр506-711-1 | | | | Формат А3 | |

| Формат | Зона | Поз. | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|---------------------------|------|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| | | | | | | |
| <i>Документация</i> | | | | | | |
| A1 | | | <i>КРТКиОШ 10-01.00СБ</i> | <i>Штамп ковочный</i> | | |
| <i>Детали</i> | | | | | | |
| | | 1 | <i>КРТКиОШ 10-01.01</i> | <i>Штамп нижний</i> | 1 | |
| | | 2 | <i>КРТКиОШ 10-01.02</i> | <i>Штамп верхний</i> | 1 | |
| <i>КРТКиОШ 10-01.00СБ</i> | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разработ. | | <i>Мурадьев Е.Д.</i> | | | Лист | Лист |
| Проб. | | <i>Телин Н.В.</i> | | | | Листов |
| Н.контр. | | | | | <i>ИЖГТУ</i> | |
| Утв. | | | | | <i>зр.Б06-711-1</i> | |
| <i>Штамп ковочный</i> | | | | | | |
| <i>Копировал</i> | | | | <i>Формат А4</i> | | |

| Вид изделия | Обозначение | Наименование | Кат | Примечание |
|-------------|------------------|--|-----|------------|
| 14 | | Документация | | |
| 15 | КРТКСШ 10-000005 | Штампы совмещенный для отрезки облова и пробития перемычки | 1 | |
| 16 | | Детали | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |
| 61 | | | | |
| 62 | | | | |
| 63 | | | | |
| 64 | | | | |
| 65 | | | | |
| 66 | | | | |
| 67 | | | | |
| 68 | | | | |
| 69 | | | | |
| 70 | | | | |
| 71 | | | | |
| 72 | | | | |
| 73 | | | | |
| 74 | | | | |
| 75 | | | | |
| 76 | | | | |
| 77 | | | | |
| 78 | | | | |
| 79 | | | | |
| 80 | | | | |
| 81 | | | | |
| 82 | | | | |
| 83 | | | | |
| 84 | | | | |
| 85 | | | | |
| 86 | | | | |
| 87 | | | | |
| 88 | | | | |
| 89 | | | | |
| 90 | | | | |
| 91 | | | | |
| 92 | | | | |
| 93 | | | | |
| 94 | | | | |
| 95 | | | | |
| 96 | | | | |
| 97 | | | | |
| 98 | | | | |
| 99 | | | | |
| 100 | | | | |
| 101 | | | | |
| 102 | | | | |
| 103 | | | | |
| 104 | | | | |
| 105 | | | | |
| 106 | | | | |
| 107 | | | | |
| 108 | | | | |
| 109 | | | | |
| 110 | | | | |
| 111 | | | | |
| 112 | | | | |
| 113 | | | | |
| 114 | | | | |
| 115 | | | | |
| 116 | | | | |
| 117 | | | | |
| 118 | | | | |
| 119 | | | | |
| 120 | | | | |
| 121 | | | | |
| 122 | | | | |
| 123 | | | | |
| 124 | | | | |
| 125 | | | | |
| 126 | | | | |
| 127 | | | | |
| 128 | | | | |
| 129 | | | | |
| 130 | | | | |
| 131 | | | | |
| 132 | | | | |
| 133 | | | | |
| 134 | | | | |
| 135 | | | | |
| 136 | | | | |
| 137 | | | | |
| 138 | | | | |
| 139 | | | | |
| 140 | | | | |
| 141 | | | | |
| 142 | | | | |
| 143 | | | | |
| 144 | | | | |
| 145 | | | | |
| 146 | | | | |
| 147 | | | | |
| 148 | | | | |
| 149 | | | | |
| 150 | | | | |
| 151 | | | | |
| 152 | | | | |
| 153 | | | | |
| 154 | | | | |
| 155 | | | | |
| 156 | | | | |
| 157 | | | | |
| 158 | | | | |
| 159 | | | | |
| 160 | | | | |
| 161 | | | | |
| 162 | | | | |
| 163 | | | | |
| 164 | | | | |
| 165 | | | | |
| 166 | | | | |
| 167 | | | | |
| 168 | | | | |
| 169 | | | | |
| 170 | | | | |
| 171 | | | | |
| 172 | | | | |
| 173 | | | | |
| 174 | | | | |
| 175 | | | | |
| 176 | | | | |
| 177 | | | | |
| 178 | | | | |
| 179 | | | | |
| 180 | | | | |
| 181 | | | | |
| 182 | | | | |
| 183 | | | | |
| 184 | | | | |
| 185 | | | | |
| 186 | | | | |
| 187 | | | | |
| 188 | | | | |
| 189 | | | | |
| 190 | | | | |
| 191 | | | | |
| 192 | | | | |
| 193 | | | | |
| 194 | | | | |
| 195 | | | | |
| 196 | | | | |
| 197 | | | | |
| 198 | | | | |
| 199 | | | | |
| 200 | | | | |
| 201 | | | | |
| 202 | | | | |
| 203 | | | | |
| 204 | | | | |
| 205 | | | | |
| 206 | | | | |
| 207 | | | | |
| 208 | | | | |
| 209 | | | | |
| 210 | | | | |
| 211 | | | | |
| 212 | | | | |
| 213 | | | | |
| 214 | | | | |
| 215 | | | | |
| 216 | | | | |
| 217 | | | | |
| 218 | | | | |
| 219 | | | | |
| 220 | | | | |
| 221 | | | | |
| 222 | | | | |
| 223 | | | | |
| 224 | | | | |
| 225 | | | | |
| 226 | | | | |
| 227 | | | | |
| 228 | | | | |
| 229 | | | | |
| 230 | | | | |
| 231 | | | | |
| 232 | | | | |
| 233 | | | | |
| 234 | | | | |
| 235 | | | | |
| 236 | | | | |
| 237 | | | | |
| 238 | | | | |
| 239 | | | | |
| 240 | | | | |
| 241 | | | | |
| 242 | | | | |
| 243 | | | | |
| 244 | | | | |
| 245 | | | | |
| 246 | | | | |
| 247 | | | | |
| 248 | | | | |
| 249 | | | | |
| 250 | | | | |
| 251 | | | | |
| 252 | | | | |
| 253 | | | | |
| 254 | | | | |
| 255 | | | | |
| 256 | | | | |
| 257 | | | | |
| 258 | | | | |
| 259 | | | | |
| 260 | | | | |
| 261 | | | | |
| 262 | | | | |
| 263 | | | | |
| 264 | | | | |
| 265 | | | | |
| 266 | | | | |
| 267 | | | | |
| 268 | | | | |
| 269 | | | | |
| 270 | | | | |
| 271 | | | | |
| 272 | | | | |
| 273 | | | | |
| 274 | | | | |
| 275 | | | | |
| 276 | | | | |
| 277 | | | | |
| 278 | | | | |
| 279 | | | | |
| 280 | | | | |
| 281 | | | | |
| 282 | | | | |
| 283 | | | | |
| 284 | | | | |
| 285 | | | | |
| 286 | | | | |
| 287 | | | | |
| 288 | | | | |
| 289 | | | | |
| 290 | | | | |
| 291 | | | | |
| 292 | | | | |
| 293 | | | | |
| 294 | | | | |
| 295 | | | | |
| 296 | | | | |
| 297 | | | | |
| 298 | | | | |
| 299 | | | | |
| 300 | | | | |
| 301 | | | | |
| 302 | | | | |
| 303 | | | | |
| 304 | | | | |
| 305 | | | | |
| 306 | | | | |
| 307 | | | | |
| 308 | | | | |
| 309 | | | | |
| 310 | | | | |
| 311 | | | | |
| 312 | | | | |
| 313 | | | | |
| 314 | | | | |
| 315 | | | | |
| 316 | | | | |
| 317 | | | | |
| 318 | | | | |
| 319 | | | | |
| 320 | | | | |
| 321 | | | | |
| 322 | | | | |
| 323 | | | | |
| 324 | | | | |
| 325 | | | | |
| 326 | | | | |
| 327 | | | | |
| 328 | | | | |
| 329 | | | | |
| 330 | | | | |
| 331 | | | | |
| 332 | | | | |
| 333 | | | | |
| 334 | | | | |
| 335 | | | | |
| 336 | | | | |
| 337 | | | | |
| 338 | | | | |
| 339 | | | | |
| 340 | | | | |
| 341 | | | | |
| 342 | | | | |
| 343 | | | | |
| 344 | | | | |
| 345 | | | | |
| 346 | | | | |
| 347 | | | | |
| 348 | | | | |
| 349 | | | | |
| 350 | | | | |
| 351 | | | | |
| 352 | | | | |
| 353 | | | | |
| 354 | | | | |
| 355 | | | | |
| | | | | |

КРПКцшШ 10-00.02

√ 6.3 (√)



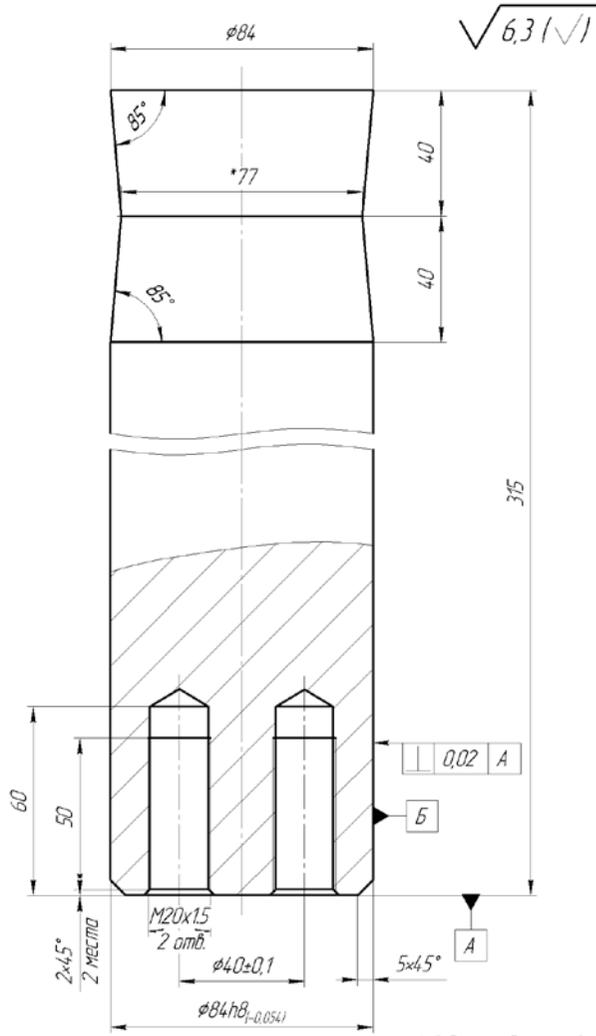
- 1 444...514 НВ
- 2 $H_{14}, \pm IT_{14}/2$
- 3 Материал заменитель сталь 50 ГОСТ 1050-88.
- 4 Режущая кромка обрезающей матрицы изготовить инструментальной сталью ВХФ ГОСТ 5950-2000.

| | | | | | |
|-------------------------|--|-------------|------------|-------------|--------|
| КРПКцшШ 10-00.02 | | Лист | Листов | Узел | Узелов |
| Матрица обрезающая | | Разработчик | Проверено | 4,2,4,6 | 11 |
| Сталь 45 ГОСТ 1050-2013 | | Технолог | Инструмент | ИЖТГУ | 1 |
| | | Утверждено | Дата | ЭР506-714-1 | |

Коробов А3

| | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|-----------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Исполн. № проекта | Спроектировал | Проверено | Утверждено | Исполн. № детали |
|-------------------|---------------|-----------|------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|

КРТКиОШ 10-00.08



1 * Размер для справок.
 2 Твердость 444...514 НВ.
 3 H14; h14; ±IT14/2.

| | | | |
|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| Имя, № серии | Взвешивание, № знака, № весов | Склад, № | Пользователь |
| ИЗДАТЬ ИЛИ ОТКАЗ | ИЗДАТЬ ИЛИ ОТКАЗ | ИЗДАТЬ ИЛИ ОТКАЗ | ИЗДАТЬ ИЛИ ОТКАЗ |

| | | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|---------|
| КРТКиОШ 10-00.08 | | | |
| Имя | Лист | № докум | Ползу |
| Разработ | Мундильев Л.И. | Прошивень | |
| Проект | Теперь НВ | | |
| Инженер | | | |
| Удобр | | | |
| Прошивень | | Лист | Масса |
| Сталь 7Х3 ГОСТ 5950-2000 | | 1 | 13,13 |
| Копирован | | Листов | Масштаб |
| Формат А3 | | 1 | 1:1 |
| ИЖГТУ | | 20.606-711-1 | |