

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДОНБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
Кафедра “Машины и технология обработки металлов давлением”

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине

“Технология холодной штамповки”

студентами специальности 7.090206

/издание 3, стереотипное/

Утверждено на заседании кафедры
“Машины и технология обработки
металлов давлением”
Протокол № 8 от “20” января 2004г.

Краматорск 2004

УДК. 621.98.01 (07)

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология холодной штамповки" студентами специальности 7.090206 /издание 3, стереотипное/ /Левандовский В.Ф. - Краматорск: ДГМА, 2001. - 24 с.

Изложены требования и порядок выполнения курсового проекта по технологии холодной штамповки, рекомендации по разработке технологического процесса, выбору и разработке конструкций штампов, а также рабочих чертежей на детали штампов. Приведен список рекомендуемой литературы.

Составитель
доц.

Владимир Феликсович Левандовский,

Отв. за выпуск

Роганов Лев Леонидович

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Цель и задачи курсового проекта | 4 |
| 2. Содержание и порядок выполнения курсового проекта | 4 |
| 3. Последовательность выполнения курсового проекта | 6 |
| 4. Разработка технологического процесса листовой штамповки | 7 |
| 5. Разработка конструкции штампа разделительной операции | 17 |
| 6. Разработка конструкции штампа формоизменяющей операции | 20 |
| Рекомендуемая литература | 22 |
| Приложение | 23 |

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект является завершающим этапом изучения дисциплины “Технология холодной штамповки”. Целью курсового проекта является выработка практических навыков по самостоятельному проектированию оптимальных технологических процессов холодной штамповки.

В процессе выполнения курсового проекта студенты расширяют и углубляют свои знания, полученные на лекциях, практических и лабораторных занятиях. При выполнении курсового проекта необходимо применять новейшие достижения в области холодной штамповки, максимально использовать материалы научно-технической литературы последних 3–4 лет, учитывать требования действующих государственных стандартов.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект студент выполняет в соответствии с заданием, оформленным на специальном бланке, к которому прилагается чертеж или эскиз штампуемой детали. На последнем указываются размеры детали, точность изготовления отдельных элементов и требования к расположению поверхностей, материалу и другие технические требования. В задании указывается серийность или годовая программа выпуска детали, которая должна быть учтена при разработке проекта.

Проект содержит пояснительную записку и графическую часть. В пояснительной записке приводятся обоснования всех принятых технических решений по разработке технологического процесса штамповки заданной детали, выбору конструкции штампа и отдельных его деталей.

Записка содержит:

- титульный лист;
- задание на проект, подписанное руководителем и студентом;
- введение, в котором кратко указываются основные задачи штамповочного производства, отмечаются особенности принятых технических решений проекта, их соответствие задачам народного хозяйства и достижениям науки

и производства в области холодной штамповки;

- обоснование технологического процесса штамповки, которое включает анализ технологичности детали в заданных условиях, критический анализ возможных вариантов технологии штамповки и обоснование разрабатываемого в проекте, выбор исходных заготовок и полуфабрикатов, расчеты всех технологических операций и показателей процесса, маршрутную карту штамповки;

- обоснование типа штампа и описание его схемы, обоснование конструкции штампа, выбор материала деталей штампа, меры по обеспечению безопасной работы при штамповке детали;

- заключение, в котором приводятся результаты работы;

- список использованных источников.

Графическая часть курсового проекта состоит из 4– листов формата А1. На первом листе приведены чертежи детали со всеми требованиями к ней, карты эскизов 2– возможных технологических процессов, карты раскроя по этим процессам. На остальных листах приведены сборочные чертежи штампов, рабочие чертежи деталей разработанных штампов.

Пояснительная записка и чертежи курсового проекта выполняются в соответствии с действующими государственными стандартами на техническую документацию и требованиями издания [16].

На консультациях студент предлагает самостоятельно принятые технические решения по соответствующему разделу проекта. Эти решения уточняются при обсуждении с руководителем проекта. При обсуждении выполненной части проекта уточняются следующие разделы, содержание и объем отдельных частей проекта. После оформления соответствующего раздела проекта руководитель проверяет выполненные расчеты и чертежи и подписывает их.

После подписания руководителем всех чертежей и записки курсовой проект допускается к защите.

Защита состоит из доклада и ответов студента на вопросы членов комиссии, в которую входит и руководитель проекта.

В докладе сообщается о задании на проект, особенностях штампуемой

детали, дается краткое обоснование всех принятых решений, приводятся показатели процесса.

Оценка курсового проекта и его защиты обсуждается комиссией на закрытом совещании. При оценке проекта учитываются: уровень стандартизации и унификации штампов; четкость изложения материала в записке и докладе при защите; правильность ответов на вопросы; соблюдение графика выполнения курсового проекта.

Части курсового проекта имеют следующий ориентировочный объем:

1. Разработка технологического процесса штамповки – 35%
2. Разработка конструкции и выполнение сборочных чертежей штампов – 45%
3. Выполнение рабочих чертежей деталей штампа – 10%
4. Оформление материалов пояснительной записки и подготовка к защите проекта – 10%

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по дисциплине "Технология холодной штамповки" целесообразно выполнять в следующей последовательности:

1. Изучить чертеж детали и требования к ней; определить, какие основные штамповочные операции потребуются для изготовления заданной детали; изучить свойства материала, из которого деталь изготавливается (приложение).

2. Оценить технологичность детали, обращая внимание на точность размеров и требуемую точность штампов, возможность получения отдельных элементов детали в соответствующих операциях (отверстий, пазов, уступов, перемычек при вырубке-пробивке, радиусов изогнутых деталей при гибке, радиусов между элементами детали при вытяжке, степени деформации в формовочных операциях).

Если требуемая точность не может быть достигнута в основных операциях, то следует выяснить, какие операции могут обеспечить требуемые размеры и точность детали (правка, калибровка, зачистка, механическая обработ-

ка).

С учетом выполненного анализа технологичности детали наметить возможные технологические процессы штамповки, критически проанализировать их и выбрать разрабатываемый в проекте.

3. Рассчитать размеры штучной заготовки для получения детали, способ получения штучной заготовки и исходную заготовку (лист, ленту, прутки и т.д.). Разработать раскрой выбранной исходной заготовки одного типоразмера на штучные детали, определить коэффициент использования материала. Для выбора оптимальной исходной заготовки разработать программу расчета раскроя на ЭВМ, после чего выбрать окончательно исходную заготовку из заданных, и способ раскроя по коэффициенту использования металла.

4. Разработать первую технологическую операцию: определить размеры полуфабрикатов, обосновать выбор типа штампа для выполнения операций, определить усилие и работу штамповки, необходимый ход ползуна и выбрать пресс для выполнения операции, смазку и способ ее нанесения, определить норму выработки.

Аналогично разработать все последующие операции штамповки.

5. Выбрать необходимые вспомогательные операции при штамповке (термообработку, контроль т.д.), инструмент и оборудование для их выполнения.

6. Составить маршрутную карту технологического процесса.

7. Подробно изучить устройство и принцип действия штампов для указанных в задании технологических операций, окончательно выбрать тип штампа, разработать конструкцию рабочих частей и пакета штампа. При этом по возможности следует использовать стандартные детали и заготовки.

8. Выбрать блок штампа или стандартные заготовки плит, направляющие колонки и втулки. При этом учитывать необходимый ход ползуна, максимальную и минимальную закрытые высоты прессы, возможный износ рабочих частей штампа. Выполнить расчеты на прочность и жесткость деталей штампа. Окончательно оформить сборочные чертежи штампа.

9. Разработать рабочие чертежи указанных руководителем нестандарт-

ных деталей одного из спроектированных штампов.

10. Оформить пояснительную записку на курсовой проект, представить ее на проверку руководителю.

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

4.1. Анализ технологичности и выбор схемы технологического процесса

4.1.1. Исходными данными при разработке технологического процесса является чертеж штампуемой детали, на котором указаны размеры и допуски на размеры всех элементов детали, допуски на расположение элементов, шероховатость поверхностей и допустимые значения размеров и допусков на размеры в конкретных условиях штамповки. Последние приводятся в заводских стандартах и справочной литературе, причем в различных источниках могут отличаться, так как учитывают условия конкретных предприятий.

4.1.2. По форме детали и требованиям к ней определяют основные операции, которые позволяют ее изготовить из плоской заготовки. Листовые детали делят на 3 группы: плоские, гнутые, пространственные.

4.1.3. При изготовлении плоских деталей используют в основном разделительные операции: отрезку, вырубку, пробивку, разрезку, зачистку. Могут дополнительно применяться правка, калибровка, удаление заусенцев, термическая обработка. Разделительные операции могут выполняться в простых однооперационных штампах, а также в совмещенных и последовательных.

4.1.4. При изготовлении гнутых деталей используют разделительные операции (в основном для получения плоской заготовки и отверстий в детали), различные способы гибки для получения ее формы, а при необходимости – правку, калибровку, термообработку, удаление заусенцев.

4.1.5. При изготовлении пространственных деталей применяют разделительные операции для получения заготовки, отверстий в детали, окончательных размеров высоты или диаметра фланца, вытяжку и формовочные операции (формовку растяжением, рельефную формовку, отбортовку, обжим, раз-

дату) для получения формы детали; при необходимости –калибровку, правку, термообработку, зачистку заусенцев.

4.1.6. При анализе технологичности плоских деталей учитывают размеры трудновыполнимых элементов и точность размеров.

4.1.6.1. Трудновыполнимыми элементами плоских деталей и заготовок являются малые отверстия и уступы, узкие пазы и выступы. Наименьшие значения этих элементов для стальных деталей приведены в табл. 1 [1,с.51–52]

Наименьшие размеры перемычек между элементами плоской металлической детали (рис.1) приведены в табл.2.

4.1.6.2. Штампы совмещенного действия применяют в тех случаях, когда наименьшее расстояние между наружным и внутренним контуром детали не меньше величин, указанных в табл.3.

4.1.6.3. Когда соответствующие элементы детали не меньше величин, указанных в табл. 1–3, то можно применять однооперационные, последовательные или совмещенные штампы. Если не выполняются требования только табл.3, то можно применять штампы первых двух типов, когда не выполняются для всех или только отдельных элементов плоской детали требования табл. 1-2, то отверстия и уступы выполняются другими способами изготовления, а штампуют только заготовку с припусками и напусками на последующую обработку, которая соответствует требованиям табл.1-2.

4.1.6.4. При анализе технологичности учитывают требуемую точность размеров детали. Достижимая точность размеров плоской детали зависит от типа и точности штампа, толщины и свойств материала, способов фиксации заготовки в штампе. Достижимая точность размеров в зависимости от указанных условий приведена в справочной литературе [1,с.54–56;2,с.453–454;3,с.86]. Сравнивая требуемую точность размеров с достижимой, выбирают условия штамповки. Если точность отдельных или всех размеров превышает достижимую при обычной штамповке, то выбирают чистовую штамповку или предусматривают последующую зачистку или механическую обработку поверхностей разделения. В этом случае штампуют заготовку с соответствующими припусками на последующую обработку тех элементов, точность

которых не гарантируется штамповкой.

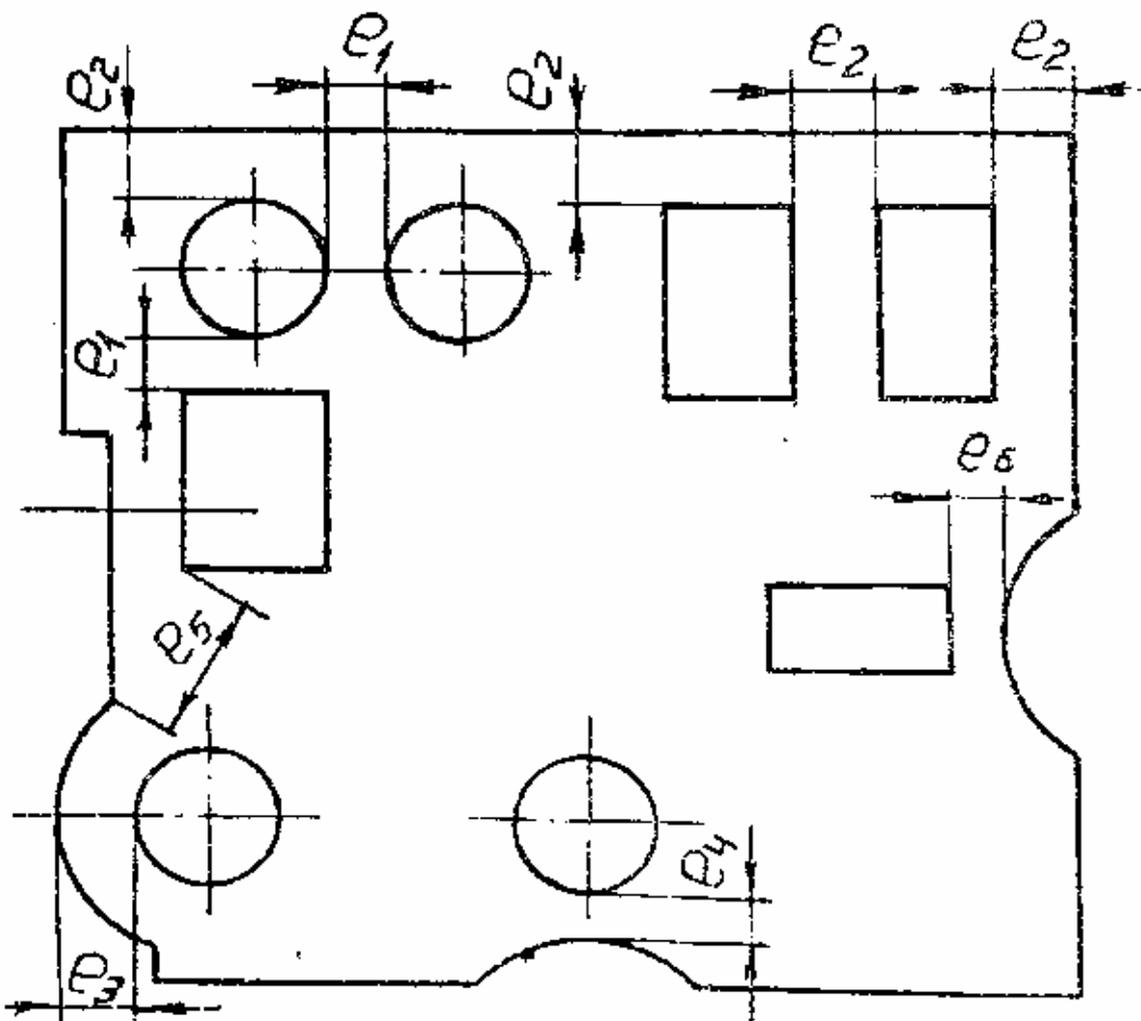
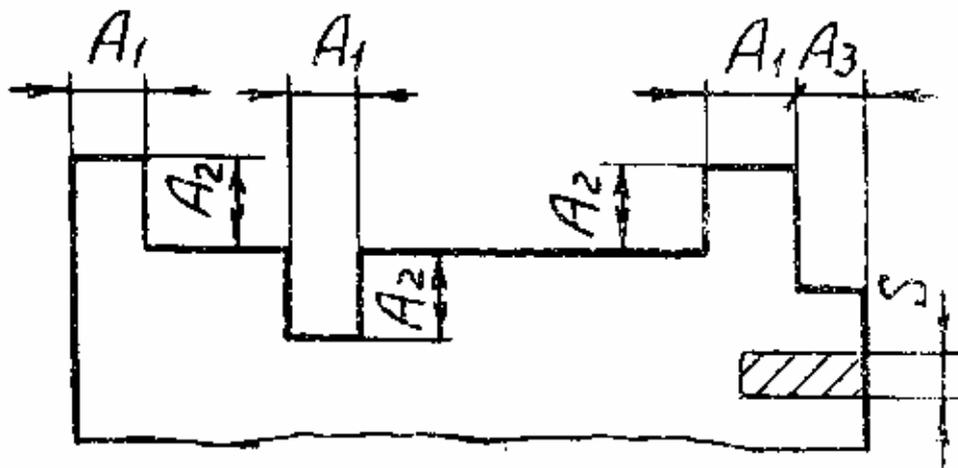


Рис.1 –Элементы деталей, размеры которых при штамповке ограничиваются

Таблица 1- Наименьшие допустимые размеры элементов плоских деталей в долях от толщины материала (рис.1)

| Сталь | A ₁ | A ₂ | A ₃ | Отверстия | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------|-----|-----|-----|
| | | | | | | | |
| Твёрдая ($\sigma_B > 700 \text{ МПа}$) | 1,5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,2 | 1,1 |
| Средней твёрдости ($700 \text{ МПа} > \sigma > 500 \text{ МПа}$) а) | 1,2 | 1,8 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,8 |
| Мягкая ($\sigma > 500 \text{ МПа}$) | 1,0 | 2,0 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,7 | 0,6 |

Таблица 2 - Наименьшая допустимая величина перемычек в металлической детали в долях от толщины [1, с.53]

| Предел прочности металла, МПа | e ₁ | e ₂ | e ₃ | e ₄ | e ₅ | e ₆ | e ₇ |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| $\sigma_B \leq 500$ | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,3 | 1,6 |
| $\sigma_B > 500$ | 1,0 | 1,2 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,1 | 1,3 |

Таблица 3 - Наименьшая допустимая величина перемычки между наружным и внутренним контурами плоской детали при совмещенной штамповке

| Толщина (величина), мм | | | | | |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| материала | перемычки | материала | перемычки | материала | перемычки |
| 0,4 | 1,6 | 2,0 | 5,3 | 3,6 | 9,0 |
| 0,6 | 2,0 | 2,2 | 5,8 | 3,8 | 9,5 |
| 0,8 | 2,5 | 2,4 | 6,3 | 4,0 | 10,0 |
| 1,0 | 3,0 | 2,6 | 6,7 | 4,2 | 10,5 |
| 1,2 | 3,5 | 2,8 | 7,2 | 4,4 | 11,2 |
| 1,4 | 3,9 | 3,0 | 7,6 | 4,6 | 11,8 |
| 1,6 | 4,4 | 3,2 | 8,0 | 4,8 | 12,4 |

| | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1,8 | 4,9 | 3,4 | 8,5 | 5,0 | 13,0 |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|

Если предъявляются повышенные требования к плоскости детали, то предусматривается правка детали [1,с.345–348].

4.1.7. При анализе технологичности гнутых деталей выясняют, требуется ли калибровка радиусов, последовательность гибки и пробивки отверстий, рациональное расположение линиигиба относительно направления волокон металла, выбирают способ гибки, обеспечивающий требуемую точность.

4.1.7.1. Наименьший допустимый радиус гибки, обеспечивающий получение детали без трещин, зависит от пластичности металла, качества поверхности заготовки, расположения линиигиба относительно волокон, расположения заусенцев относительно матрицы. В зависимости от указанных факторов для каждой марки материала получены минимальные радиусы гибки в долях от толщины [1,с.172–174; 2, с.74;3,с.134] при расположении линиигиба вдоль волокон $[r/s]^B$ и поперек $[r/s]^n$. Если требуемый относительный радиус гибки $r/s \geq [r/s]^B$, то калибровка радиуса не требуется при любом расположении заготовки на листе. Если $[r/s]^n \leq r/s < [r/s]^B$, то калибровка не требуется при поперечном расположении линиигиба относительно волокон. Если $r/s < [r/s]^n$, то калибровка необходима во всех случаях. Когда необходима калибровка, то гибкой получают полуфабрикат, радиус которого не меньше допустимого при расположении линиигиба вдоль волокон. Допустимый радиус гибки можно уменьшить, если предусмотреть отжиг заготовки, зачистку заусенцев перед гибкой.

4.1.7.2. Если в полках гнутой детали есть отверстие, то его пробивают перед гибкой в случае, когда расстояние от наружной поверхности детали до кромки отверстия $l_1 \geq S+1,1r$ [1,с.171]. В противном случае его получают после гибки.

4.1.7.3. Способ гибки (гибка без прижима, с прижимом, с фиксацией заготовки штифтами на прижиме, в шарнирной матрице) выбирают по точности размеров, которые обеспечиваются гибкой. Ориентировочные данные о дос-

тижимой точности гибки без прижима приведены в справочной литературе [1,с.175–177;3,с.149]. Точность гибки с прижимом примерно в 2 раза, а с фиксацией штифтами на прижиме – в 4 раза выше, чем без прижима. Сопоставляя требуемую и достижимую точность размеров, выбирают способ гибки. Если требуемая точность выше достижимой, то последнюю обеспечивают последующей механообработкой штампованных полуфабрикатов, размеры которых определяют с учетом припусков на обработку.

4.1.7.4. Используя результаты анализа пп. 4.1.7.1–4.1.7.3, определяют форму и размеры плоской заготовки и полуфабриката перед калибровкой. При определении размеров плоской заготовки и полуфабриката находят длину детали и полуфабрикатов по нейтральной линии [1,с.177–184; 2,с.77–81; 3,с.141–144].

4.1.8. При анализе технологичности деталей, получаемых вытяжкой, выясняют, требуется ли обрезка и калибровка после вытяжки, допустимо ли расположение отверстий в дне и фланце детали.

4.1.8.1. При штамповке полых цилиндрических и фигурных деталей без фланца обрезка не обязательна при однопереходной вытяжке, когда допуск на высоту не меньше достижимых значений [1,с.230;2,с.457;3,с.262] Если требуемая точность высоты выше достижимой, то предусматривают обрезку и назначают припуск на обрезку [1,с.233;2,с.125;3,с.224]. При штамповке полых деталей с фланцем размер фланца обеспечивают обрезкой и назначают соответствующий припуск [1,с.233;2,с.125;3,с.244].

4.1.8.2. Достижимая точность высоты полых деталей с фланцем приведена в справочной литературе [1,с.230;2,с.457;3,с.262]. Если требуется большая точность высоты, то предусматривается калибровка в штампе. Деталь обжимается в штампе по всем поверхностям.

4.1.8.3. Достижимая точность размеров сечения при вытяжке цилиндрических и коробчатых деталей приведена в литературе [1, с.230; 2, с.456, 3, с.261]. Если требуется более высокая точность, то применяют калибровку вертикальных стенок. В этом случае вытяжку в последнем, калибровочном, переходе ведут с уменьшенными зазорами между матрицей и пуансоном и

малой деформацией. Достижимая точность размеров сечения после калибровки приведена в справочнике [2,с.456].

4.1.8.4. Наименьшие допустимые радиусы сопряжения элементов полых деталей, изготавливаемых вытяжкой, приведены в литературе [1,с.229; 2, с.408; 3, с.194–196]. Если соответствующие радиусы детали меньше допустимых, то требуется калибровка, которая выполняется в специальном штампе. В последнем переходе вытяжки принимают радиусы, которые не меньше допустимых при необходимых коэффициентах вытяжки. Выбрав радиусы сопряжения в последнем переходе вытяжки, определяют размеры полуфабриката перед калибровкой, используя условия постоянства площади срединной поверхности.

4.1.8.5. Требования к размерам и расположению отверстий на вытянутых деталях такие же, как и при штамповке плоских деталей (см. табл. 1,2,3). Отверстия в дне детали и на фланце располагают на плоской части этих элементов.

4.1.8.6. Форму и размеры заготовки определяют по чертежу детали, если не требуется обрезка и пробивка отверстий, или по чертежу полуфабриката – перед обрезкой и пробивкой, если эти операции необходимы. При вытяжке осесимметричных деталей без преднамеренного утонения размеры заготовки и полуфабрикатов определяют из условия постоянства площади срединной поверхности соответствующего изделия [1,с. 235–243; 2,с. 117–130]. Заготовки коробок определяют по методикам, приведенным в литературе [1,с.256–277; 2,с.130–145; 3,с.287–296]. При вытяжке детали с утонением стенок размеры заготовки определяют из условия равенства объема заготовки и детали с учетом всех потерь металла [1,с.251; 2,с.145].

4.1.8.7. Учитывая результаты анализа конструкции детали и необходимые основные и вспомогательные операции, обеспечивающие получение требуемой точности размеров, а также серийность производства, намечают схему технологического процесса, указывая:

- исходную заготовку (лист, лента, полоса);
- последовательность и сочетание операций штамповки;

– вспомогательные операции (отжиг, контроль, очистка поверхности полуфабрикатов и т.п.).

В проекте рассматривается несколько возможных схем технологического процесса. После анализа возможных схем выбирается оптимальный.

4.2. Раскрой материала

4.2.1. Раскрой материала включает выбор исходной и промежуточной заготовки, определение используемых и неиспользуемых отходов, определение показателей раскроя. Основным показателем раскроя является коэффициент использования материалов

$$\text{КИМ} = m_g / m_n,$$

где m_g – масса готовой детали;

m_n – норма расхода материала на 1 деталь.

Если штамповка ведется без изменения толщины,

$$\text{то КИМ} = F_g / F_0,$$

где F_g – суммарная площадь расчетной поверхности всех деталей, получаемых из одной исходной заготовки;

F_0 – площадь исходной заготовки.

4.2.2. Вид исходной заготовки определяется конкретными условиями производства, в частности, в значительной мере серийностью. В мелкосерийном производстве штамповку в основном ведут с ручной подачей, поэтому исходной заготовкой является в основном лист, который разрезают на штучные заготовки или полосы требуемых размеров. В крупносерийном и массовом производстве применяют автоматизированную штамповку из листа без резки его на полосы, ленты или рулоны. На предприятиях количество типоразмеров исходных заготовок ограничивается стандартами предприятия. При выполнении курсового проекта допустимые типоразмеры исходных заготовок указывает руководитель проекта.

4.2.3. Расчет параметров раскроя выполняют в следующей последовательности:

– выбирают вид (безотходный, малоотходный, с отходами по всему пери-

метру) и тип (прямой, наклонный, встречный, многорядный и т.п.) раскроя, учитывая форму, размеры и точность размеров детали или штучной заготовки [1,с.10–19; 2,с.417–428; 3,с.32–48];

– выбирают боковые перемычки и перемычки между смежными заготовками с учетом толщины и свойств материала, размеров и формы заготовки в плане, типа раскроя [1,с.7–8; 2,с.423–428; 3,с.24–27];

– выбирают способ фиксации полосы в штампе при вырубке заготовки (по упору с боковым прижимом полосы или без прижима, штамповка с шаговыми ножами), обеспечивающий стабильность и безопасность процесса;

– определяют допуски на ширину полосы, учитывая толщину и ожидаемую ширину полосы [1,с.18; 2,с.429–430; 3,с.18]. Если полосы ожидаемой и рассчитанной ширины имеют различные допуски, то допуск уточняют, а расчет ширины полосы повторяют;

– рассчитывают ширину полосы и шаг подачи [1,с.9–15; 2,с.428–430; 3,с.31–47];

– выбирают способ раскроя одной из указанных в задании исходных заготовок на полосы (поперечный, продольный, наклонный, комбинированный);

– определяют размеры промежуточных заготовок и отходов, кол-во заготовок (деталей) из одной исходной и промежуточной [3,с.32–47];

– определяют КИМ раскроя.

Так как в различных источниках приводятся данные, полученные на различных предприятиях, то расчет следует вести по одному источнику. По другим источникам нужно выбирать только те данные, которые не приведены в базовом.

4.2.4. Окончательный выбор исходной заготовки и раскроя выполнить после расчета на ЭВМ всех указанных в задании типоразмеров. Программу расчета на ЭВМ студент составляет самостоятельно. Расчет, выполненный для одной из указанных исходных заготовок, приводится в записке и используется для отладки программы. В записке приводится распечатанная программа и результаты расчета всех заданных типоразмеров листов (лент). Раскрой, который обеспечивает наибольший КИМ, принять в разрабатываемом

технологическом процессе. По результатам раскроя составить карту раскроя.

4.3. Разрезка материала

При разработке операций выбирают тип ножниц: гильотинные (с наклонными ножами) – для разрезки листов на полосы или штучные заготовки, многодисковые – для разрезки широкой ленты или рулона на ленты и заготовки требуемых размеров. По толщине листа и наибольшей длине L_{\max} отрезаемой из листа заготовки намечают по каталогу модель ножниц, для которой указаны угол створа ножей, номинальное усилие P_n , затем определяют наибольшее усилие и работу разрезки [2,с.17]. Выбирают ножницы, которые имеют наименьшее усилие и удовлетворяют условиям:

$$P_{\max} \leq P_n; A < A_n; L_{\max} \leq B_n.$$

Норму времени и норму выработки на разрезку определяют расчетом /5/, учитывая параметры листов, полос и выбранных ножниц, а также серийность производства.

4.4. Определение количества переходов вытяжки и коэффициентов вытяжки

4.4.1. Если основной формообразующей операцией при штамповке детали является вытяжка, то определяют количество переходов вытяжки и назначают коэффициенты вытяжки в каждом переходе. Допустимый коэффициент вытяжки в переходе $[m_i]$ приводится в справочной литературе [1,с.246; 2,с.149,с.162; 3,с.267,с.277]. При вытяжке деталей с фланцем допустимый коэффициент вытяжки в первом переходе $[m_i]$ зависит дополнительно от d_{ϕ}/d_1 (d_{ϕ} -диаметр фланца; d_1 -диаметр срединной поверхности цилиндрической части полуфабриката после первого перехода, причем d_1 неизвестен). Поэтому задают ожидаемое значение d_1^0 , находят допустимый коэффициент вытяжки при d_{ϕ}/d_1^0 и определяют расчетное значение допустимого диаметра $[d_1]^p$. Если допустимые коэффициенты вытяжки при $[d_1]^p$ и d_1^0 не совпадают, то корректируют величину d_1^0 , пока не выполняется условие $[m_1]^{\geq} [m_1]^p$.

В последующих переходах вытяжки детали с фланцем допустимые коэффициенты вытяжки такие же, как и для деталей без фланца.

4.4.2. Допустимый диаметр цилиндрической части детали после i -го перехода $[d_i] = [m_i] [d_{i-1}]$.

Если $[d_i] \geq d$, то количество переходов вытяжки $n=i$.

Когда $[d_i]=d$, то коэффициенты вытяжки во всех переходах принимаются равными допустимым.

Когда $[d_i]$ значительно меньше d , то корректируют коэффициенты вытяжки во всех переходах, т.е. увеличивают их так, чтобы получить требуемый диаметр без увеличения числа переходов при увеличенных коэффициентах вытяжки по сравнению с допустимыми. Коэффициенты вытяжки рассчитывают:

$$m_i = [m_i] + (m_n^1 - [m_n]) / n,$$

где $m_n^1 = d/[d_{n-1}]$ - коэффициент вытяжки в последнем переходе, когда во всех предшествующих приняты допустимые.

Результаты расчетов округляют до 0,01. При этом проверяют, чтобы во всех переходах выполнялось условие $m_i \geq [m_i]$.

4.5. Разработка операции штамповки

4.5.1. При разработке технологического процесса необходимо определить размеры полуфабриката после операции, выбрать тип штампа и оборудование для штамповки, определить норму выработки. Первоначально намечают вид прессы (универсальный, специальный, кривошипный открытый и т.п.), что позволяет по форме полуфабриката наметить схему штамповки, на которой показать расположение рабочих частей штампа, положение изделия, отходов, выталкивателей, прижимов на заключительной стадии. На схеме показывают силы, которые учитывают при выборе прессы. После выбора схемы штамповки определяют размеры полуфабриката. При этом некоторые элементы последнего (например, радиусы и форма дна при вытяжке) выбирают в соответствии с рекомендациями справочной литературы, а другие (высота

полуфабриката при вытяжке) определяются расчетом. Расчет должен иллюстрироваться схемой, на которой указаны все величины, входящие в расчетные формулы. Затем выбирают смазку и способ ее нанесения на рабочие части штампа или поверхность заготовки. Смазку учитывают при выборе коэффициентов трения, которые входят в расчетные формулы. Пресс выбирают по максимальному усилию штамповки $P_{ш}$, работе штамповки за цикл $A_{ш}$ и минимальному ходу $h_{ш}$ из условий:

$$P_{ш} \leq P_n; A_{ш} \leq [A_g]; h_{ш} \leq h_{max},$$

где P_n – номинальное усилие прессы;

$[A_g]$ – допустимая работа деформирования за цикл;

h_{max} – наибольший ход ползуна.

Дополнительно в отдельных случаях необходимо учитывать размеры штампового пространства прессы. Основные параметры выбранного прессы приводятся в записке.

4.5.2. С учетом размеров полуфабрикатов, типа штампа, параметров прессы, способа штамповки определяют норму времени и норму выработки [5]. Расчет затрат времени на штамповку полуфабрикатов (деталей) из одной заготовки рекомендуется приводить в табл.4.

Таблица 4 - Затраты времени на штамповку деталей из одной заготовки

| Прием (выполняемая работа) | Кол-во приемов | Время на прием, мин | Время на все приемы при штамповке из одной заготовки, мин | | |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|--|-----------------|-----------------|
| | | | основное | вспомогательное | |
| | | | | перекрываемое | неперекрываемое |
| | | | | | |

5. РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ

5.1. Закрытая высота штампа H_m определяется после разработки всех деталей, от которых она зависит. При этом учитываются требования безопасной работы штампа и возможные изменения размеров рабочих частей при ремон-

тах. Наибольшая и наименьшая закрытая высота штампа на выбранном прессе определяется выражениями:

$$H_{\text{ш}}^{\text{max}} = H_0^{\text{max}} - A;$$

$$H_{\text{ш}}^{\text{min}} = H_0^{\text{min}} + A,$$

где H_0^{max} и H_0^{min} - наибольшая и наименьшая высота пресса при ходе ползуна h_0 ;

A - величина запаса регулировки закрытой высоты штампа, который компенсирует возможное отклонение последней, вызванное погрешностями изготовления и износом его частей. При закрытой высоте штампа до 250мм $A=5...10$ мм, 250...630мм $-A=7...15$ мм, больше 630мм $-A=15...25$ мм.

Наибольшая и наименьшая закрытая высота пресса при заданном ходе h_0 зависит от конструктивных параметров пресса [6,с.59]:

$$H_0^{\text{max}} = H - H_{\text{плт}} + (h_{\text{max}} - h_0) / 2;$$

$$H_0^{\text{min}} = H - H_{\text{плт}} - \Delta_{\text{ш}} - \Delta_{\text{с}} + (h_{\text{max}} - h_0) / 2,$$

где H - закрытая высота пресса, наибольшее расстояние между столом при его нижнем положении и ползуном при нижнем положении ползуна и наибольшем ходе;

$H_{\text{плт}}$ - толщина подштамповой плиты;

$\Delta_{\text{ш}}$ - величина регулировки положения ползуна за счет увеличения длины шатуна;

$\Delta_{\text{с}}$ - величина регулировки положения стола за счет его подъема.

5.2. По принятой схеме технологической операции выбирают конструктивную схему штампа [1,2,3,7,8,11,12,14,15]. На схеме штампа представляют взаимное расположение всех частей штампа, крепление их на верхней и нижней плите.

5.3. Разработку конструкции матрицы выполняют в следующей последовательности:

1. Определяют форму, размеры и взаимное расположение рабочих контуров матрицы. При вырубке одной детали (заготовки) рабочий контур определяется внешним контуром детали в плане, при пробивке – формой и расположением

ем одновременно пробивных отверстий. При последовательной штамповке на каждой позиции представляют контур того элемента, который здесь получают. Расстояние между позициями выбирают преимущественно равным шагу подачи. Если окажется, что при таком расстоянии нельзя обеспечить прочность матрицы, то его принимают равным целому числу шагов.

По расположению рабочих контуров матрицы определяют размеры рабочей зоны матрицы: длину a – наибольшее расстояние между элементами рабочих контуров справа налево и ширину b – то же спереди назад.

2. Определяют толщину матрицы [1, с.76–79; 2, с. 637].

3. Выбирают винты и штифты для крепления матрицы в плане, их расположение относительно рабочих контуров [1, с.77–78; 2, с. 638].

4. Определяют форму и размеры наружного контура матрицы [1, с.75–80; 2, с.637].

5. Выбирают форму и размеры провальных отверстий в матрице [1, с.81–86].

6. Проверяют матрицу на прочность [1, с.79].

По результатам расчета на прочность возможна корректировка размеров отдельных элементов матрицы, принятых конструктивно.

7. Материал матрицы выбирают с учетом максимальных напряжений, которые действуют в рабочей кромке [7, с.456].

При конструировании матрицы следует стремиться к минимально допустимым габаритам последней.

5.4. Разработку конструкции пуансона выполняют в следующей последовательности [1, с.95–105; 2, с.139–154; 7, с.456]:

– определяют форму и размеры рабочей части [1, с.61–73];

– выбирают форму и размеры посадочной части пуансона [1, с.95–105];

– выбирают форму и размеры переходной части пуансона, окончательно длину пуансона уточняют при выборе закрытой высоты штампа;

– выбирают материал пуансона [7, с.456];

– проверяют пуансон на прочность и устойчивость [1, с.102–103].

5.5. Для прижима заготовки и изделия, выталкивания изделий из матрицы, снятия отходов или деталей из пуансонов применяют буферные устрой-

ства. Если необходимое буферное устройство не является принадлежностью прессы, то при его разработке необходимо выбрать пружины.

5.5.1. Пружины выбирают из стандартных по следующим параметрам [1, с.42]:

- усилие в начале операции $P_{нач}$;
- усилие в конце операции $P_{кон}$;
- рабочий ход пружины при выполнении операции.

В этом случае жесткость, предварительное и полное сжатие пружины определяются однозначно.

Усилие в начале операции (усилие снятия, прижима и т.д.) определяют по известному технологическому усилию или давлению в рассматриваемой операции [1,2,3].

Усилие в конце операции (например, усилие прижима при совмещенной вырубке-вытяжке) определяют как максимально допустимое в данных условиях.

Рабочий ход пружины определяют по начальному и конечному положению прижима, выталкивателя и т.п. при выполнении операции с учетом возможного колебания этих положений и припусков на перешлифовку рабочих частей [1, с.113].

5.5.2. Если усилие пружины в конце операции не ограничивается (например, вырубка напровал в штампе с упругим съёмником отхода), то жесткость буфера не задана. Её можно выбрать из дополнительных условий (например, минимальная высота пружины, минимальный размер пакета в плане и т.п.). В этом случае, как правило, имеется несколько возможных вариантов.

5.6. Направляющие и фиксирующие элементы штампов (съёмники, упоры, фиксаторы и т.п.) выбирают из стандартных или конструируют с учетом размеров и точности изделия и заготовки, усилия штамповки, размеров пружин. После выбора этих элементов штампа в основном определяются габаритные размеры пакета.

5.7. Блок штампа выбирают из стандартных по размерам пакета (размеры

в плане рабочего пространства блока должны быть не меньше соответствующих размеров пакета) и ходу ползуна прессы при выполнении операции. Если возможно попадание рук рабочего в зону расположения направляющих, то расстояние от торца колонки до торца втулки не должно превышать 10мм. Желательно, чтобы колонка не выходила из втулки при верхнем положении ползуна.

Если не удастся выбрать блок из стандартных, то его конструируют из стандартных или оригинальных деталей и заготовок.

5.8. Детали пакета (пуансон, матрица и т.п.) фиксируют на плитах от смещения с помощью штифтов или врезов. Предпочтение отдают фиксации штифтами, как менее трудоёмкой, если позволяет закрытая высота прессы и прочность элементов штампа.

Когда допустимая высота штампа меньше, чем намечаемая высота при фиксации штифтами, то её можно уменьшить за счёт врезов в плиты, в которых располагают посадочную часть пуансона, матрицы, пружины и т.п., если это допускается прочностью элементов штампа.

5.9. Окончательно размеры деталей блока и пакета уточняются после расчётов на прочность и жёсткость всех элементов штампа [1, с.40–42; 8, с.5–31]. Хвостовик штампа выбирают из стандартных по диаметру отверстия в ползуне выбранного прессы. Ось хвостовика должна совпадать с центром давления штампа.

5.10. Для обрезки и пробивки отверстий в дне или фланце деталей, полученных в формоизменяющих операциях, предпочтение следует отдавать конструкциям, в которых полуфабрикат расположен дном вверх, так как при такой схеме требуется меньший ход ползуна, а отход можно разрезать на части, что облегчает и ускоряет его удаление.

6.РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПА ФОРМОИЗМЕНЯЮЩЕЙ ОПЕРАЦИИ

6.1. В штампах, предназначенных для формоизменяющих операций, применение направляющих колонок не обязательно, хотя и предпочтительно,

так как облегчает установку, наладку и хранение штампов. Если в штампе выполняются формоизменяющие и разделительные операции, то направляющие элементы обязательны.

6.2. Конструирование формоизменяющего штампа ведут в следующей последовательности:

- выбор схемы штампа;
- разработка конструкции рабочих частей;
- разработка конструкции деталей пакета;
- выбор или разработка блока штампа.

6.3. Схему штампа выбирают с учётом вида оборудования, необходимости применения прижима, выталкивателя, съёмника и т.п..

В штампах, где не требуется прижим заготовки и выталкивание полуфабриката (например, для вытяжки деталей без фланца), устанавливаемых на прессах простого действия, матрицу располагают в нижней части штампа, а пуансон – в верхней (штамповка дном вниз). В штампе предусматривается съёмник для снятия полуфабриката с пуансона.

Такое же расположение рабочих деталей применяют в штампах прессов двойного действия.

Если требуется прижим заготовки и выталкивание детали из матрицы (например, вытяжка детали с фланцем) при штамповке на прессах простого действия, то предпочтительно матрицу расположить в верхней части штампа, а пуансон – в нижней, т.е. штамповать деталь дном вверх. В этом случае используется буфер, установленный в столе пресса, что упрощает конструкцию штампа.

6.4. Конструкция рабочих деталей формоизменяющих штампов разрабатывается в соответствии с рекомендациями, приведенными в справочной литературе:

вытяжных штампов – [1, с.286–295; 8, с.255–279];

гибочных – [1, с.187–211; 8, с.204–255];

формовочных – [1, с.316–345; 8, с.279–287];

правочных и калибровочных – [1, с.345–348].

6.5.Закрытая высота штампа и размеры штампа в плане выбираются так же, как и при конструировании разделительных штампов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка /Под общ. ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. -496с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1971. -782с.
3. Малов А.Н. Технология холодной штамповки. – М.: Машиностроение, 1969. -568с.
4. Рудман Л.И. Наладка прессов для холодной штамповки: Справочник. – М.: Машиностроение, 1980, -219с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени на холодную штамповку, резку, высадку и обрезку. – М.: Экономика, 1987. -188с.
6. Справочник по оборудованию для листовой штамповки /Под общ. ред. Л.И. Рудмана. -Киев: Техника, 1989. -231с.
7. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – Л.: Машиностроение, 1979. -520с.
8. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки: Конструкция и расчёт. – М.: Машиностроение, 1972.-360с.
9. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. – Л.: Машиностроение, 1980. -432с.
10. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки. -М.: Машиностроение, 1989. -304с.
11. Ковка и штамповка: Справочник.-Т.4. Листовая штамповка /Под ред. А.Д. Матвеева. -М.: Машиностроение, 1987. -544с.
12. Ковка и штамповка: Справочник.-Т.3. Холодная объёмная штамповка/Под ред. Г.А. Навроцкого. – М.: Машиностроение, 1987. -384с.
13. Технология листовой штамповки: Курсовое проектирование /В.И. Стеблюк, В.Л. Марченко, В.В. Белов и др. –Киев: Вища школа, 1983. -280с.
14. Мещерин В.Т. Листовая штамповка: Атлас схем. – М.: Машиностроение, 1975. -226с.
15. Дурандин М.М., Рымзин Н.П., Шихов Н.А. Штампы для холодной штам-

повки мелких деталей: Атлас конструкций и схем. – М.: Машиностроение, 1978. -108с.

16.Методические указания по оформлению текстовых документов при дипломном и курсовом проектировании, выполнении курсовых, самостоятельных (расчётно-графических), лабораторных работ, составлении отчётов о практике для студентов специальности 7.090206 /Сост.: В.Г. Серёда, Я.Е. Пыц. –Краматорск: ДГМА, 1996. -48с.

Приложение -Механические свойства листовых материалов

| Марка | S_B | S_{cp} | $\delta_{10}, \%$ | Марка | S_B | S_{cp} | $\delta_{10}, \%$ |
|--|-------|----------|-------------------|-----------|-------|----------|-------------------|
| | МПа | | | | МПа | | |
| Стальные листы и рулоны | | | | | | | |
| 08 Ю | 323 | 258 | 46 | Ст.1 | 400 | 340 | 28 |
| 08 кп | 380 | 250 | 30 | Ст.2 | 420 | 360 | 26 |
| 10 кп | 420 | 270 | 28 | Ст.3 | 470 | 400 | 21 |
| 15 | 450 | 320 | 26 | Ст.4 | 520 | 450 | 19 |
| 20 | 450 | 320 | 26 | Ст.5 | 620 | 530 | 15 |
| 25 | 500 | 360 | 24 | Ст.6 | 720 | 620 | 11 |
| 30 | 600 | 430 | 21 | 12X18Н9 | 550 | 470 | 35 |
| 35 | 650 | 460 | 18 | 08X18Н10 | 520 | 440 | 45 |
| 40 | 670 | 490 | 17 | 08X18Н10Т | 520 | 440 | 40 |
| Листы, полосы и ленты из меди и латуни | | | | | | | |
| М1-М3 | 196 | 180 | 30 | Л 68 | 370 | 322 | 42 |
| Л 90 | 340 | 296 | 35 | Л 63 | 400 | 350 | 38 |
| Л 85 | 350 | 302 | 38 | ЛС 59– | 470 | 410 | 25 |
| Л 80 | 370 | 322 | 40 | ЛМц 58– | 470 | 410 | 30 |
| Листы и ленты из алюминиевых сплавов в отожженном состоянии | | | | | | | |
| АМЦМ | 88 | 70 | 18 | А7М-А5М | 59 | 47 | 20 |
| Д 12 М | 160 | 128 | 14 | АМЦСМ | 90 | 72 | 20 |
| А 13 М | 147 | 118 | 15 | АМг2М | 167 | 133 | 16 |

| | | | | | | | |
|---------|-----|-----|----|--------|-----|-----|----|
| Д 1 АМ | 235 | 200 | 12 | АМг5М | 275 | 220 | 15 |
| Д 16 АМ | 235 | 200 | 10 | В95–БМ | 245 | 196 | 10 |

Учебное издание

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине

“Технология холодной штамповки”

студентами специальности 7.090206

Составитель

Владимир Феликсович Левандовский

Редактор

Нелли Александровна Хахина

Подписано в печать

Формат 60x90/16.

Ризограф. печать.

Усл.печ.л.2,0

Уч.-изд.л.1,45

Тираж 50 экз.

3. №

ДГМА. 84313, Краматорск, ул. Шкадинова, 72