



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)

Кафедра «Технологии формообразования и художественная обработка материалов»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине

«ТЕХНОЛОГИЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ»

Методические указания

(для заочников)

Ростов-на-Дону

2024г.

Составители:

к.т.н., доцент А.С. Пасхалов

УДК 621.979:378.147.85(07)

Курсовой проект по дисциплине «Кузнечно-штамповочное оборудование»: Метод. указания: Ростов-на-Дону. Издательский центр ДГТУ, 2024г.
_____с.

В методических указаниях приведены сведения об объёме и содержании курсового проекта, требованиях, предъявляемых к оформлению, порядке защиты проекта и список рекомендуемой для его выполнения литературы.

Методические указания предназначены для студентов заочников направления 15.03.01 Машиностроение, профиль «Информационные технологии обработки металлов давлением» дневной и заочной форм обучения, выполняющих курсовой проект по дисциплине «Технология листовой штамповки»

Печатается по решению методической комиссии факультета «Машиностроительные технологии и оборудование».

Научный редактор к.т.н., доцент И.А Церна

Рецензент к.т.н., доцент Ефремова Е.А.

Введение

Курсовой проект по дисциплине «Технология листовой штамповки» имеет своей целью практически закрепить полученные теоретические знания студентов по расчету и разработке технологических процессов листовой штамповки, конструированию штампов и штамповой оснастки.

В связи с этим в процессе выполнения курсового проекта студент должен: научиться умению использовать справочные материалы, периодическую литературу и передовой отечественный и зарубежный опыт, предлагать свои оригинальные решения, самостоятельно анализировать (используя полученные знания, в том числе ЭВМ) и выбирать рациональный технологический процесс.

Студенты во время курсового проектирования могут выполнять научно-исследовательскую работу. При этом в зависимости от характера, сложности и объема исследований эта работа может быть включена в виде отдельного раздела или составлять целиком весь проект. Курсовой проект, имеющий научно-исследовательский характер в будущем может служить основой дипломного проекта.

Курсовое проектирование представляет собой / I / самостоятельную работу студента под руководством консультанта, который проверяет принятые студентом решения и оказывает помощь в обосновании принятых конструктивных и других решений.

Настоящее методическое указание составлено в целях уточнения объема, содержания и последовательности изложения материала расчетно-пояснительной записки, требований ЕСКД. Указания могут быть использованы при выполнении дипломного проекта по технологии холодной штамповки.

Номер вариантов для выполнения курсового проекта выдает преподаватель.

1 Объем и содержание курсового проекта

1.1. Техническое задание на проект

Задание на курсовой проект выдается руководителем проекта. Оно предусматривает разработку технологического процесса штамповки какой-либо детали в условиях заданной серийности производства, конструирование и расчет деталей и узлов штампов, средств автоматизации и механизации, подбор оборудования, организация рабочего места, нормирование операций штамповки и расчет технологической себестоимости.

Техническое задание обычно включает следующие данные:

- а) чертеж (рабочий) штампуемой детали;
- б) технические условия на ее изготовление и приемку;
- в) программу выпуска изделий;
- г) вид исходного материала (если данный отсутствует, студенту предоставляется право выбора наиболее рационального вида и размеров исходного материала);
- д) вид оборудования (если данный пункт отсутствует, студент должен подобрать вид оборудования самостоятельно).

Задание выдается на бланке по форме I (см. приложение I).

1.2. Состав и содержание курсового проекта

Курсовой проект состоит из:

- 1) расчетно-пояснительной записки;
- 2) графической части;
- 3) технологической документации.

1.2.1. Состав и содержание расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- 1 аннотация;
- 2 оглавление;
- 3 задание на проектирование (чертеж штампуемой детали и технические условия ее изготовления и приемки);
- 4 введение;
- 5 разработка технологического процесса:
 - 5.1 анализ технологичности детали;
 - 5.2 анализ возможных вариантов изготовления детали и выбор оптимального, экономически целесообразного;
 - 5.3 определение размеров и формы заготовки, необходимой для изготовления деталей;
 - 5.4 раскрой материала, (листа, полосы, ленты);
 - 5.5 детальная разработка и расчет параметров выбранного варианта технологического процесса штампуемой детали (см. ниже);
 - 5.6 подбор оборудования с указанием его технической характеристики;
 - 5.7 планировка и организация рабочего места.
- 6 конструирование и расчет штампов:
 - 6.1 выбор типа штампа и отдельных его элементов и узлов с учётом характера производства, точности штампуемой детали, вида исходного материала, применяемого оборудования;
 - 6.2 проектирование и расчет отдельных деталей штампа на устойчивость, прочность;
 - 6.2.1. расчет исполнительных размеров рабочего инструмента (матриц, пуансонов);
 - 6.2.2 определение центра давления штампа (если это необходимо);
 - 6.3 составление конструктивных схем всех штампов, необходимых для выполнения разработанной технологии;
 - 6.4 описание конструкции штампа и его работы;
 - 6.5 увязка размеров штампа с параметрами выбранного оборудования (расчет закрытой высоты штампа)
- 7 выбор или проектирование средств автоматизации и механизации;
- 8 разработка или использование стандартных программ для расчёта технологии или штампа;
- 9 мероприятия по технике безопасности при работе на оборудовании и штампе;
- 10 определение технологической себестоимости детали;
- 11 список использованной литературы
- 12 спецификации;

13 другая документация (карта технологического процесса);
В случае включения научно-исследовательской работы студента в курсовой проект состав и объем проекта может быть изменен руководителем проекта.

1.2.2. Состав и объем графической части проекта

Графическая часть проекта выполняется на 3-х - 4-х листах формата А1 и должна включать:

- общий вид штампа- 1 лист (А1)
- детализовку основных деталей штампа (А1) (обязательно инструмент, плиты);
- общий вид комплекса (может быть заменен листом автоматизация) (А1);
- цикловую диаграмму (может быть заменена дополнительным листом детализовки, технологическим листом сравнительной технологии, или штампом общего вида, при условии, что разработанная технология включает несколько штампов)(А1) ;

-чертеж детали, для которой разрабатывается технологический процесс (А4).

1.2.3. Состав технологической документации

Под технологической документацией здесь понимается составление карты технологического процесса.

В зависимости от типа и характера производства [2] определяется комплектность документа для описания разработанного технологического процесса по ГОСТ 3.1108-74. Для описания единичного технологического процесса холодной штамповки используют маршрутные карты (МК) по ГОСТ 3.1105-73, а для пояснения содержания операций составляют карты эскизов. На раскрой материала обычно оформляют карту технологического процесса раскройки и обрезки заготовок (КР) и ведомость деталей; изготовленных из отходов. Для остальных типов производств дополнительно составляют операционную карту ХШ (ОК).

2. Указания и требования к оформлению курсового проекта

2.1. Требования к оформлению расчетно-пояснительной записки

На первой странице оформляется титульный лист на бланке, выданной кафедрой (см. приложение).

Задание на проектирование выдается на специальном бланке, выданном руководителем проекта.

Затем оформляется чертеж штампуемой детали со всеми техническими требованиями.

Аннотация оформляется на отдельном листе, в котором кратко изложено содержание выполненной работы

Введение является отдельным разделом записки, в котором отражаются актуальность холодной штамповки, путь развития ее в свете современных требований, цели и задачи проекта.

Далее собственно конструкторско-технологическая часть согласно описанию в п.п. 5, 6, 7, 8, 9, 10 и список использованных источников. При оформлении списка литературы руководствуются следующими правилами [2,3]:

- источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте

расчетно-пояснительной записки;

- библиографическое описание каждого источника должно состоять из нескольких элементов, расположенных в определенной последовательности,

Пример библиографического описания книги.

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке.-

М : Машиностроение, 1979, 760 с.

Записка должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ 732-81., требованиями к отчету и сброшюрована с титульным листом в специальную обложку.

На каждой странице формата А4 при написании записки составляют поля: слева шириной 35 мм, справа 10 мм, сверху 20 мм, снизу 10 мм.

Порядковый номер каждой страницы проставляют в правом нижнем углу.

Все таблицы, рисунки, иллюстрации, формулы нумеруются в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка, формулы или таблицы должен состоять из номера, раздела и порядкового номера рисунка (формулы, таблицы), разделенных точкой, например; рис. 1.2. (второй рисунок первого раздела) или таблица 2.2- (вторая таблица второго раздела) или $P = k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{ср}$ (2.5) (формула 5 второго раздела).

На каждую таблицу или рисунок должна быть ссылка в тексте, где указывается его полный номер, например: (рис. 1.6.). Повторные ссылки на рисунки или таблицы даются с сокращенным словом "смотри", например: (см. рис. 1.4).

Таблицы и рисунки следует помещать после первого упоминания о них в тексте.

Каждая таблица должна иметь содержательный заголовок. Заголовок совмещает под словом "Таблица", которое должно быть в правом углу над таблицей. Слово "таблица" и заголовок начинаются с прописной буквы.

Каждый рисунок должен сопровождаться содержательной подписью, начинающейся с прописной буквы и в одну строку с номером.

Номер формулы следует заключать в круглые скобки и помещать на правом поле на уровне нижней строки формулы, к которой он относится.

Все рекомендуемое литературой, ГОСТами, нормами, табличные величины, коэффициенты, другая используемая информация должна иметь ссылки на источник с указанием номера источника, (по списку литературы, номер таблицы, номер страницы, заключенные в квадратные скобки например) "Определение формы и размеров заготовки производим по методике, рекомендуемой в работе [4] или $\sigma_{ср} = 320$ МПа ([5], табл. 2.3, с. 80).

Перед каждым расчетом должна быть написана расчетная формула в общем виде с указанием размерности, затем расшифровать входящие в формулу символы, после подстановки численных величин привести результаты вычислений.

В расшифровке формул значения символов и числовых коэффициентов должны приводиться непосредственно под формулой в той последовательности, в какой они даны в формуле. Первую строку дешифровки начинают со слова «где» двоеточие после него не ставят, например: "Усилие вырубki определяем по формуле:

$$P = k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}}$$

где k - коэффициент, учитывающий затупление режущей кромки, неравномерность толщины металла;

$k = 1,25 \dots 1,30$ [4] с. 41,

L - периметр вырубки, мм;

S - толщина материала, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ - сопротивление срезу, МПа.

2.2. Требования к оформлению графической части проекта

Графическая часть проекта должна быть оформлена с учетом требований ЕСКД:

Общий вид штампа вычерчивается в трех проекциях в масштабе 1:1 согласно ГОСТ 2.424-80.

Главный вид штампа - вид спереди выполняется в разрезе, в сомкнутом состоянии.

Вторая проекция (план низа) - вид сверху на нижнюю часть блока штампа при снятой верхней части блока.

Третья проекция (план верха) - вид сверху на верхнюю часть блока штампа.

Первая и вторая проекции выполняются в прямой проекционной связи. Третья - в правом нижнем углу листа (формат А1).

Допускается вычерчивать третью проекцию в уменьшенном масштабе (с указанным масштабом).

В том случае, если деталь симметрична, то допускается совмещение второй и третьей проекции путем половинного разреза.

В правом верхнем углу листа помещают таблицу, содержащую наименование и обозначение штампов, входящий в комплект для обработки данной детали, а ниже операционный эскиз детали (или полуфабриката) с размерами в таком виде, в каком она получается в данном штампе. Слева от операционного эскиза изображается заготовка.

Если вычерчивается штамп для первой операции, то вычерчивается на этом листе и раскрой материала. Над изображением эскизов должны быть нанесены заголовки "Операционный эскиз", "Заготовка", "Форма раскроя".

На общем виде штампа указывают следующие размеры: закрытая высота; габаритные размеры в плане; вылет (расстояние от центра хвостовика до края нижней плиты, обращенной к станине прессы); размеры, определяющие расположение фиксаторов, упоров; посадки для всех сопрягаемых деталей. Остальные правила выполнения чертежей штампов листовой штамповки можно посмотреть в литературе [3, 4, 5].

Спецификация деталей штампа пишется на стандартных бланках, содержит все без исключения детали. Спецификация штампов должна состоять из разделов: документация, сборочный чертеж, сборочные единицы, детали, стандартные изделия.

Чертежи деталей штампа. В курсовом проекте обязательной детализировке подлежат плиты штампов (нижняя и верхняя), пуансон, матрицы, съёмники, выталкиватели.

В чертежах указываются предельные отклонения размеров, допуски формы и расположения поверхностей, шероховатость поверхностей, термообработка с указанием твердости [4] с. 414; [5] с.406.

В приложениях к методическим указаниям даны образцы оформления углового штампа, (приложение 2), спецификация, (приложение 3).

3. Указания по разработке технологического процесса листовой штамповки

Разработка технологического процесса холодной листовой штамповки является основой подготовки всего производства.

Под разработкой технологического процесса следует понимать установление последовательности и вида операций, которые следует произвести, чтобы из исходного материала получить готовую деталь. В зависимости от вида необходимых технологических операций, их степени сложности (совмещенности), проектируются штампы.

3.1. Анализ технологичности формы и конструктивных элементов детали

Под технологичностью следует понимать такую совокупность свойств и конструктивных элементов, которые обеспечивают наиболее простое и экономичное изготовление деталей (в условиях заданной серийности производства) при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним.

Эксплуатационно-технические требования к листовым штампованным деталям следующие [4] с. 279;

- полное соответствие конструкции назначению и условиям эксплуатации;
- обеспечение требуемой прочности и жесткости;
- обеспечение необходимой точности и взаимозаменяемости;
- соответствие специальным физическим, химическим или техническим условиям

Основными показателями технологичности являются:

- наименьший расход материала;
- наименьшее количество и низкая трудоемкость операций;
- отсутствие последующей механической обработки;
- наименьшее количество требуемого оборудования;
- наименьшее количество оснастки при сокращении затрат и сроков подготовки производства;
- увеличение производительности отдельных операций.

Общим показателем технологичности является наименьшая себестоимость штампуемых деталей.

При анализе студент руководствуется основными требованиями и специальными требованиями для вырубки, гибки, пробивки и т.д. [4] с.280-283, [6],13], определяет соответствие своей детали требованиям штамповочных операций и делает вывод о технологичности конструкции штампуемой детали, при этом, при необходимости (и по согласованию с руководителем проекта) вносит конструктивные изменения в форму штампуемой детали.

3.2. Анализ возможных вариантов изготовления детали и выбор опти-

мального экономически целесообразного

На выбор варианта штамповки влияют следующие технологические факторы:

- конструкция и размеры детали;
- точность изготовления детали;
- толщина материала и его технические свойства;
- характер производства;
- трудоемкость;
- стоимость штампов и др.

Оптимальный вариант технологического процесса изготовления детали выбирается путем анализа технико-экономических расчетов, в основу которых положено сопоставление технологической себестоимости детали при изготовлении ее различными методами. Методику расчета технологической себестоимости и примеры выбора оптимального варианта технологического процесса можно посмотреть в [4], с. 297...302, [7], с. 312...313, [1], [6].

Данные стоимости, стойкости, работоспособности штампов можно посмотреть в [16], [7], [20].

Необходимо помнить; что в серийном производстве крупные детали изготавливают на отдельных штампах. В мелкосерийном производстве обычно пользуются универсальными (или упрощенными) штампами. Кое-где используют поэлементную штамповку.

В крупносерийном и массовом производстве обычно применяют комбинированные штампы, так как стоимость их значительно ниже общей стоимости однопрофильных штампов. Вопрос выбора способа штамповки, совмещения различных операций или переходов в одном штампе решается с учетом достоинств и недостатков, стоимости совмещенных и последовательных штампов, общей технологической себестоимости.

Однако, необходимо отметить, что руководитель проекта в праве дать задание на разработку конструкции штампа для любого из сравниваемых вариантов, а не только экономически рационального для заданной программы выпуска.

3.3. Определение размеров и формы заготовок

Форма и размеры заготовки для формоизменяющих операций зависят от вида операции и сложности контура штампуемой детали:

а) для деталей, получаемых **гибкой** в штампах, определение длины заготовки (развертки детали) основано на равенстве длины развертки согнутой детали длине ее нейтральной линии. Нейтральная линия - условная линия, совпадающая с нейтральной поверхностью деформации, т.е. с поверхностью материального слоя металла, заготовки, в котором абсолютные деформации сжатия и растяжения в процессе деформирования равны. Данная поверхность на участках закругления не совпадает с нейтральной поверхностью напряжений.

Радиус нейтральной поверхности напряжений всегда меньше радиуса нейтральной поверхности деформаций. Поэтому точное определение длины заготовки может быть обеспечено только при условии, что гибка не сопровождается растяжением заготовки. Однако это не всегда удается, в связи с чем, расчетная длина всегда уточняется. Длину развертки определяют [4,5,18] как сум-

му длин прямых и закругленных (по условной нейтральной линии) участков;

б) для деталей, получаемых **вытяжкой** в штампах, имеющих форму тел вращения, определение размеров и формы заготовки основано на условии постоянства объемов заготовки и готовой детали (вытяжка с утонением стенок) и условии постоянства площадей поверхности заготовки и детали с припуском под обрезку при вытяжке без утонения стенок.

На практике встречаются случаи вытяжки деталей различной сложной конфигурации:

- вытяжка круглых деталей сложной формы ;
- вытяжка прямоугольных коробчатых деталей;
- вытяжка деталей сложной и несимметричной конфигурации;
- вытяжка с утонением материала ;
- вытяжка с отбортовкой ,

для которых существует пять методов определения размер заготовки:

а) аналитические методы [7] с. 183;

- метод равенства поверхностей;
- метод равенства объемом ;
- метод равенства масс;

б) графические методы;

- графоаналитический метод:[7] с. 187;
- графический метод [7] с. 187-190 .

Следует иметь в виду, что процесс реальной вытяжки сопровождается рядом погрешностей , в результате чего вытянутая деталь получается с неравным или перекошенным краем, требующим последующей обрезки. Поэтому при расчете заготовки необходимо учесть припуск под обрезку [4],[5].

3.4. Раскрой листового материала

Раскрой листового материала на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов. Поэтому одну из первых задач по экономии металла необходимо решать именно при раскрое. Оценку экономичности того или иного типа раскроя([4] с. 287) производят расчетом коэффициента раскроя

$$k_p = \frac{f_o \cdot n_p}{B \cdot h} \quad (1)$$

где f_o - площадь поверхности детали;

h - шаг вырубки;

B - ширина полосы

n_p - количество рядов раскроя

или коэффициентом использования материала

$$K_u = Mg/H, \quad (2)$$

где Mg – масса готового изделия, (кг);

H – норма расхода материала на одно изделие, (кг)

$$H = M / n_g$$

где M - масса единицы листа, рулона, куска, ленты (кг);

n_g - число изделий (деталей), получаемых в результате раскроя, (шт).

Для вычисления K_u по формуле (2) вместо значений массы можно подставить значения площадей. При штамповке из полосы или из ленты

$$K_u = \frac{f_o n}{B \cdot L} \cdot 100\% \quad (3)$$

где n - количество фактических деталей, получаемых из полосы, с учетом используемых концевых отходов;

L - длина полосы;

B - ширина полосы.

В случае листовой заготовки или реза листа на полосы

$$K_u = \frac{f_o m}{A \cdot C} \cdot 100\% \quad (4)$$

где m - количество деталей, получаемых из листа;

A - длина листа;

C - ширина листа.

Экономия металла достигается следующими средствами:

- уменьшением потерь металла на перемины;
- правильным расчетом ширины полосы;
- экономичным раскромом полос и расположением вырезаемых деталей на полосе;
- использованием малоотходного и безотходного раскроа;
- использованием отходов для изготовления других деталей;
- наиболее оптимальным раскромом листов.

Результаты вычислений коэффициента металла помещаются в таблицу I.

Таблица 1

№ п/п	Вид исходного материала	Размер исходного материала	Коэффициент использования материала	
			Вдоль листа	Поперёк листа

В качестве исходного материала студентом выбирается лист, рулон, полоса по ГОСТ 19904-74, 19903-90, ГОСТ 16523-89, 9045-80, 2284-79; при этом необходимо (если это лист) раскроить тремя способами (продольным, поперечным, смешанным) и определить коэффициент использования металла.

3.5. Детальная разработка выбранного оптимального технологического процесса

Расчет параметров, необходимых для выполнения:

а) **разделительных операций**: технологическое усилие, усилие съема отхода с пуансона, усилие проталкивания (в случае вырубки на провал) через матрицу, суммарное усилие данной операции, работа деформации.

Для практических расчетов сопротивление срезу монет быть вычислено при $\sigma_{cp} - (0,7...0,86) \sigma_b$ - при вырубки небольших деталей ($d/S = 5...250$) и $Z/S = 0,05...0,09$.

Для повышения качества вырубки (пробивки) применяют прижимные

устройства ($P_{\text{приж}}$). Кроме прижимного устройства штамп может быть оснащен выталкивающим устройством, которое характеризуется усилием противодействия ($P_{\text{нг}}$).

Поэтому в расчетах необходимо это учитывать.

При выборе пресса для выполнения заданной операции следует проверять запас энергии, которой он должен располагать. Для этой цели рассчитывают работу деформации [5] с. 57-61, [4] с. 15-21.

б) **операции гибки**: усилие гибки, величину угла пружинения, минимального радиуса гибки, усилие прижима (если гибка осуществляется с прижимом), усилие правки и калибровки (если гибка осуществляется с калибровкой)

в) **операций вытяжки**: количество переходов и размеры полуфабрикатов по переходам, условия применения прижима 1-ой и последующих операциях вытяжки, усилие вытяжки по переходам, усилие прижима, работу деформации;

г) **операций обжима** и раздачи: предельно допустимый коэффициент формоизменения, количество переходов, размеры полуфабрикатов по переходам, технологическое усилие, толщину стенок у кромки борта, высоту заготовки под обжим, оптимальный угол конусности инструмента;

д) **операций отбортовки**: диаметр отверстия под отбортовку, проверка возможности получения заданной высоты борта за одну операцию.

Если необходимо несколько операций, то рассчитывают количество переходов, размеры полуфабрикатов по переходам, усилие по переходам, толщину стенки у кромки борта.

е) **операций формовки**: предельно допустимая высота формовки, усилие формовки, величина утонения стенки.

3.6. Выбор технологического оборудования [4] с. 321-334.

Выбор пресса осуществляют из следующих соображений.

1) тип пресса и величина хода ползуна должны соответствовать технологической операции;

2) усилие пресса должно быть больше усилия, требуемого для штамповки;

3) мощность пресса должна быть достаточной для выполнения работы необходимой для выполнения данной операции;

4) закрытая высота пресса должна быть больше или соответствовать закрытой высоте штампа;

5) габаритные размеры стола и ползуна пресса должны соответствовать размерам спроектированного штампа;

6) в зависимости от рода работы должно быть предусмотрено наличие специальных устройств (буферы, выталкиватели, механизмы подачи);

7) число ходов пресса должно обеспечивать высокую производительность штамповки и надежную работу штампа.

Рекомендации по выбору оборудования можно посмотреть в [5] с. 56, [7] с. 342, [8] с. 216-220, [9], [13].

3.7. Выбор средств механизации и автоматизации [4,5,7,9,13].

Использование средств механизации и автоматизации при разработке технологического процесса в курсовом проекте обязательно. В этом разделе курсового проекта в пояснительной записке разрабатывается (или дается) схема

автоматизирующего (механизирующего) устройства, дается укрупненный расчет (по усмотрению руководителя проекта) отдельных узлов или кинематической схемы, усилий подачи и пр., описание работы подающего или другого механизма, решаются вопросы межоперационной передачи заготовки, уборки отходов. Кроме этого (по усмотрению руководителя) строится цикловая диаграмма.

Выбор средств механизации зависит от следующих факторов:

- а) масштаба производства;
- б) типа оборудования;
- в) габаритов детали;
- г) вида технологической детали;
- д) типа исходной заготовки.

3.8. Планировка рабочего места и составление маршрутной карты изготовления детали

В этом разделе записки необходимо примести схему планировки рабочего места, участка штамповки (линии штамповки) с расстановкой у пресса рабочего места, транспортных средств, тары для отходов и готовой продукции и прочее [4] с. 345- 350.[5], [16], [20].

В маршрутной карте технологического процесса изготовления штампованной детали должно быть отражено:[4] с. 297, [13], [17]):

- 1) последовательность и характер выполняемых операций;
- 2) последовательность участков, на которых изготавливается деталь;
- 3) основное и вспомогательное оборудование;
- 4) оснастка для каждой операции;
- 5) пооперационные нормы времени;
- 6) вид и способы контроля детали.

4. Указания по конструированию и расчету штампов

При проектировании штампов необходимо решать следующие вопросы:

4.1. Выбор типа и принципиальной схемы штампа

Этот этап работы является наиболее важным. Он может быть осуществлен в результате решения технологических вопросов в разделе 3. В результате анализа имеющегося материала и на основании проработки технической литературы (руководствуясь известными типовыми схемами штампов) ([4] с. 49, с. 86, 129, 231, 350, 353, 366, [5] с. 396, 312, 213, 142, 371, [10],[11],[12], [14], [18]) студент выявляет технологические схемы штампов и один из них (по указанию консультанта) разрабатывает детально.

Методика проектирования штампов включает следующие элементы: выбор и обоснование конструктивной схемы штампа в зависимости от программы выпуска продукции, точности размеров детали и характеристик имеющегося прессового оборудования (тип пресса, номинальное усилие, закрытая высота пресса и др.); подбор деталей и сборочных единиц штампов, форма и размеры которых регламентированы стандартами (плиты, пуансоны, матрицы, направляющие колонки, втулки, хвостовики и пр.); поверочный расчет на прочность, устойчивость и жесткость наиболее нагруженных деталей штампа; определение координат центра хвостовика штампа (если он предусмотрен проектом), кото-

рый должен совпадать с центром давления штампа; выбор способа подачи заготовки в штамп, фиксации шага подачи при штамповке из полосы; выбор способа удаления детали (или отхода) из штампа; выбор способа закрепления деталей штампа в плитах (врезание, закрепление болтами с фиксацией штифтами и пр.); выбор ограждения опасной зоны, применение оборудования с двуручной защитой и прочее согласно требованиям ГОСТ 12.2.109—85; увязка размеров штампа и пресса по закрытой высоте, размерам отверстия под хвостовик, размерам провального отверстия в подштамповой плите и пр.; окончательное оформление и согласование сборочного чертежа штампа и, если это необходимо, детализовка штампа.

Компоновку деталей штампа лучше всего начинать с расположения рабочего инструмента (пакета штампа), направляющих линеек и направляющих колонок на поверхности нижней плиты, после чего можно уточнить размеры, увязав их с имеющимся стандартом.

При расчете и конструировании штампов используют методические указания по проектированию, в частности РДМУ8—76 и РДМУ95—77, и стандарты ЕСКД, например ГОСТ 2.424—80 «Правила выполнения чертежей штампов».

При определении точности размеров штампа и других его качественных характеристик используют ГОСТ 13139—74, регламентирующий нормы точности блоков, и ГОСТ 22472—87, регламентирующий технологические условия на приемку штампов.

4.2. Определение центра давления штампа [4] с. 451, [5] с. 35, [13], [18].

В штампах для вырубки (пробивки), содержащих несколько пуансонов, определение центра давления является обязательным.

В штампах для вытяжки центр давления, как правило, не определяют, так, как конструкций таких штампов содержит, как правило, только один пуансон. Если штамп имеет две и более позиций, то расчет необходим. Напомним, что центром давления штампа считается точка приложения равнодействующих сил, возникающих при штамповке отдельных штампуемых элементов.

4.3. Выбор способа подачи, схемы прижима и выталкивания (удаления отштампованных изделий и отходов) [4] с. 334-338, 372-387, 400; [5] с. 142, [8,9], [18].

4.4. Выбор приводов прижима, съемников, выталкивателей [9,10, 11], [4] с. 400.

4.5. Выбор способов направления и фиксации ленты, полосы [4] с. 397; [5] с. 113-142, [18] с. 30-33.

4.6. Конструирование (определения формы и размеров) рабочих деталей штампа, деталей технологического и конструкционного назначения [5] с. 74, с. 187, 286, [18] с. 18.

4.7. Установление схемы расположения и закрепления рабочих частей штампа [5] с. 105; [18] с. 28.

4.8. Подбор стандартных и нормализованных деталей штампа [4] с. 360, 368, 373, 387-394, 402, 398; [5] с. 441, 467. Конструкция и размеры основных деталей штампа, из которых состоят пакеты и блоки, регламентированы государственными стандартами. Однако они не охватывают всего мно-

гообразия деталей штампов, применяемых в различных отраслях промышленности, в связи с чем имеются еще и ведомственные нормали (МН) и стандарты предприятий (СТП) на детали и сборочные единицы штампов. Детали штампов холодной штамповки, конструкция и размеры которых регламентированы стандартами, с указанием области их применения и номеров ГОСТов приведены в таблице 2.

Типовые детали и сборочные единицы штампов

Таблица 2

Наименование детали и сборочной единицы	Номер стандарта	Область применения
Пуансоны: круглые, квадратные, продолговатые, удлиненные (обычные и быстросменные)	16621—80— 16635—80	Пробивка отверстий: круглых диаметром 5—52 мм; квадратных 3X3—28X28
Матрицы: с круглым отверстием, круглым отверстием и фланцем, квадратным отверстием и др. (обычные и быстросменные)	16637—80— 16647—80	То же
Секция матриц (пуансонов)	18732—80, 24526—80	Штампы для вырубки крупногабаритных и сложных деталей
Плиты верхние и нижние для штампов с диагональным, задним и осевым расположением направляющих узлов	13110—83— 13113—83, 13114—75— 13116—75, 14677—83	Простые и комбинированные штампы для массового и крупносерийного производства
Колонки направляющие: гладкие, ступенчатые, удлиненные	13118—83, 13119—81	Блоки простых и комбинированных штампов: диаметр колонок 12—50 мм
Втулки направляющие: гладкие, ступенчатые	13120—83,	То же диаметр втулок 12—50 мм
Хвостовики: с буртиком, резьбой, фланцем, плавающие, отверстием под пуансон, вилочные	13121—83 16715—71, 16722—71	Блоки штампов малых и средних размеров
Блоки штампов с диагональным, задним и осевым расположением направляющих узлов	13124—83, 13125—83, 13126—83, 21173—83	Штампы для разделительных операций, комбинированные штампы

Примечание. В таблице приведены лишь некоторые наименования деталей и сборочных единиц штампов, полный же перечень насчитывает свыше 200

наименований.

4.9. Расчет исполнительных размеров матриц и пуансонов.

Определяется для всех штамповочных операций.

Допуски на изделие при многооперационной вытяжке учитываются только на конечных операциях.

Исполнительные размеры рабочие деталей на промежуточных операциях устанавливают в соответствии с расчетными размерами, а на конечных операциях их устанавливают с учетом допуска на изделие:

- вырубка, пробивка [4] с. 406-408; [5] с. 61;
- гибка [5] с. 187;
- вытяжка [5] с. 286;
- обжим, раздача [5] с. 340;
- отбортовка, проколка [5] с. 316;
- правка, калибровка [5] с. 345.

4.10. Выбор материала для изготовления материалов штампа [4] с.411; [5] с 26; [18] с. 10.

4.11. Расчет отдельных деталей штампа на прочность.

Обязательному проверочному расчету на прочность подлежат следующие детали штампа [1], [5] с. 35-45, [9] с. 341, [18] с. 16-40;

- матрицы на прочность [1], [16] с. 18-20;
- пуансоны на сжатие и продольный изгиб [1], [16] с. 27-28;
- плиты нижние и промежуточные на прочность, жесткость [18] с. 37; [19] с. 47-43;
- съемники (жесткие) и болты их удерживающие на прочность и жесткость [9];
- резиновые буферные устройства на допустимые нагрузки и деформации [5] с. 42; [9].

4.12. Вычерчивание общего вида штампа и увязка размеров штампа с параметрами пресса.

Последовательность вычерчивания штампа приведена в [1,6,7,10]. Однако необходимо помнить, что вычерчивание начинают с изображения контура детали на фронтальной проекции. Затем к контуру штампуемой детали «пристраивают» инструмент (пуансон-матрицу), направляющие и другие детали технологического назначения (съемники, выталкиватели, упоры и др.). Далее komponуют необходимые конструктивные детали, направляющие и крепежные. Заканчивают вычерчивание нижней и верхней плиты штампа.

Имея разработанную конструкцию штампа, уточняют его размеры с параметрами выбранного пресса, при этом:

- закрытая высота штампа должна быть всегда меньше закрытой высоты пресса;
- необходимо, чтобы размеры штампа в плане были бы меньше размеров этого пресса;
- если штамп имеет хвостовик, то его размеры должны соответствовать размерам гнезда в ползуне пресса или чтобы крепежные отверстия в верхней плита штампа совпадали, а крепежными пазами в ползуне пресса.

5. Указания по разработке мероприятий по технике безопасности [22]

В этом разделе разрабатываются следующие вопросы охраны труда:

а) законодательные:

- регламентация труда и отдыха в течение рабочего дня, рабочей недели.

б) инженерные техника безопасности:

- характеристика технических средств безопасности и разработка мероприятий по защите от потенциальных опасностей и вредностей при эксплуатации оборудования (пресса и пр.);

- от шума, вибраций;

- от загрязнений воздуха вредными веществами;

- от воздействия электрического тока.

в) медицинские (производственная санитария):

- характеристика вентиляции, освещения, отопления, химических веществ (при их наличии).

г) экологические (защита окружающей среды):

- характеристика и объём выделяемых опасных веществ (газов, пыли, паров кислот и пр.);

- характеристика технических средств и разработка проектных решений по защите окружающей среды - воздушного бассейна, водоемов, почвы, растительного мира, жилых и производственных зданий и сооружений: описание способов улавливания, очистку, нейтрализации и обезвреживания отходящих вредных веществ и утилизация отходов производства [19].

6. Указания по техническому нормированию

В этом разделе необходимо определить трудоемкость изготовления детали. С этой целью определяется норма подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$, норма штучного времени $T_{шт}$, норма штучно-калькуляционного времени, норма выработки для каждой операции технологического процесса изготовления детали [16,20,21].

7. Указания по определению себестоимости детали

Для определения себестоимости детали следует воспользоваться методикой, изложенной в [16, 20].

Библиографический список

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке.- Л.: Машиностроение, 1979, 520 с.
2. ГОСТ 3. 1107-74, 3.1109-74. ЕСТД Комплектность документов в зависимости от типа и характера производства.
3. ГОСТ 2.424-80. Правила выполнения чертежей штампов листовой штамповки.
4. Пеев В.М. Проектирование штампов холодной листовой и объемной штамповки.- Ростов н/Д, РИСХМ, 2015.
5. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка. М.: Машиностроение, 1988, 496 с. с ил.
6. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки; Учебник для вузов по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» М.: Машиностроение, 1984, 304 с.
7. Зубцов М.Е. Листовая штамповка.- Л.: Машиностроение, 1980, 432 с.
8. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы.- М.; Машиностроение, 1972, 359 с
9. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты.- М.: Машиностроение, 1972, 318 с.
10. Мещерин в.Т. Листовая штамповка. Атлас схем,- М.: Машиностроение, 1975, 288 с.
11. Кухтаров В.И., Кухтаров О.В. Штампы для холодной листовой штамповки. М.,1960
12. РТМ 105-0-212-83. Проектирование штампов холодной листовой штамповки, 1983./НИИТМ. Ростов н/Д.
13. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. под ред. Е.И. Семенова. М: Машиностроение, 1987 т.4, Листовая штамповка, 1987, 380 с
14. Дурандин М.М., Рымзин Н.П., Шихов Н.А. Штампы для холодной штамповки мелких деталей. Альбом конструкций и схем.- М.; Машиностроение, 1978, 109 с.
15. Аверкиев А.Ю., Колмаков К.М. Примеры оформления технической документации курсового проекта по технологии холодной штамповки.- Ростов н/Д, РИСХМ, 1985.
16. Курганская Н.И., Никифоров Б.Т. Экономика и организация кузнечно-прессового производства в дипломных проектах. Учеб. пособие. Ростов-на -Дону., 1989, 114с.
17. Методические указания по заполнению документов холодной листовой штамповки. (1204)- Ростов н/Д, РИСХМ, 1990, 30 с.
18. Стеблик В.И., Мирченио В.А., Белов В.В. и др. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование.- Киев: Высшая школа, 1983.
19. Злотников и др. Техника безопасности и промсанитария в кузнечно-прессовых. цехах.- М: Машиностроение, 1984.

Классификация и условные обозначения штампов
по МН 74-89; 76-59

Наименование	Обозначение по МН 74-59; 76-59	Характеристика штампа
1	2	3
Отрезные	1500	универсальные
	1501, 1502	для плоских заготовок
Вырубные	1510	универсальные
	1513, 1514	с направляющими колонками
Пробивные	1540	универсальные
	1541, 1543	для плоских заготовок
Гибочные	1600	универсальные
Вытяжные	1620	без прижима заготовки на прессах простого действия
	1621	с прижимом плоской заготовки
	1625	для полых заготовок
	1630	универсальные
	1636	для вытяжки резиной
Формовочные	1562	
Отбортовочные	1670	с цельной матрицей
Обжимные	1671	с разъемной матрицей
Последовательного действия	1700	для разделительных операций однорядные
	1703, 1704	для разделительных операций многорядные
	1711-1714	для формообразующих операций
	1721, 1722	для разделительных операций в сочетании с формообразующими
	1730	универсальные
Совмещенного действия	1741 -1744	для разделительных операций
-	1761 1764	для формообразующих операций
Последовательного совмещенного действия	1780	одноручьевые
	1781	мнгоручьевые

Пример заполнения спецификации

	Обозначение	Наименование	Примечание
	КПХ.2024-1741-51.01.СБ	<u>Документация</u> Сборочный чертеж	
A4	1 КПХ. 2024-1741-51.01/010	<u>Сборочные единицы</u> Ограждение	
A4	2 КПХ. 2024-1741-51.01/020	Матрица	
A1	3 КПХ. 2024-1741-51.01/001	<u>Детали</u> Державка	
A3	4 КПХ. 2024-1741-51.01/002	Выталкиватель	
A4	5 КПХ. 2024-1741-51.01/003	Траверса	
A4	6 КПХ. 2024-1741-51.01/004		
		<u>Стандартные изделия</u> Винты ГОСТ 11738-82 M10x20.56.05	4