Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: ректор
Дата подписания: 02.10.2023 15:20:44
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология листовой штамповки» для студентов очной и заочной формы обучения направления 15.03.01 – «Машиностроение»

Составитель: Н.Ф. Шпунькин

Москва 2017

В методических указаниях приведена последовательность выполнения и основные этапы работы над курсовым проектом по дисциплине «Технология листовой штамповки». Дается краткое содержание графической части проекта, приводятся сведения об объеме и составных частях расчетно-пояснительной записки. Описывается методика определения технологических параметров штамповки, последовательность работы над выполнением сборочных чертежей штампов и содержание проводимых при конструировании расчетов.

Разработаны в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом ВО 2015 г. для направления 15.03.01 – «Машиностроение».

Рецензенты:
Филиппов Ю.К., профессор кафедры «ОМДиАТ» Московского политеха, д.т.н.;
Крутина Е.В., доцент кафедры «ОМДиАТ» Московского политеха, к.т.н.

Рекомендовано учебно-методической комиссией факультета машиностроения

Издается в авторской редакции

Компьютерная верстка: *Ю.С. Акульшина*

Подписано в печать 17.03.2017
Формат бумаги 60×84/16
Усл. печ. л. 1,5. Уч.-изд. л. 1,53. Тираж экз. Заказ №

Издательство Московского Политеха
115280, Москва, Автозаводская, 16
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru; тел. (495) 276-33-67

Отпечатано в типографии издательства Московского Политеха

Содержание

1. Назначение проекта 4
2. Задание на курсовой проект, содержание и объем проекта 4
3. Разработка технологического процесса 7
3.1. Варианты технологического процесса. Предварительная проработка последовательности операций по вариантам, оценка технологичности детали, обоснование выбора окончательного варианта 7
3.2. Выбор окончательного варианта с экономическим обоснованием 8
3.3. Расчет основных технологических параметров 8
3.4. Составление технологических схем выполнения операций 9
3.5. Составление технологической карты 10
4. Конструирование и расчет штампов 10
4.1. Анализ существующих конструкций штампов 10
4.2. Разработка эскизного чертежа штампа, выбор материала и термообработки его деталей 11
4.3. Расчет исполнительных размеров рабочих поверхностей пуансонов, матриц и некоторых вспомогательных деталей штампа 12
4.4. Расчет центра давления штампа 12
4.5. Величина хода, открытая и закрытая высота штампа. Кинематический и статический расчет штампа 14
4.6. Расчет упругих элементов 15
4.7. Расчет деталей штампа на прочность, жесткость и устойчивость 16
4.8. Выбор пресса 16
5. Требования к графической части проекта 17
5.1. Сборочные чертежи штампов 17
5.2. Рабочие чертежи деталей штампов 18
6. Расчетно-пояснительная записка 18
6.1. Содержание 18
6.2. Требования к оформлению 18
Рекомендуемая литература и документация 20
Приложение 1 22
Приложение 2 23

1. Назначение проекта

Назначение курсового проекта по дисциплине «Технология листовой штамповки» состоит в том, чтобы закрепить и углубить знание курса решением конкретной задачи разработки технологического процесса штамповки заданной детали и конструирования технологической оснастки, а также развить навыки самостоятельной работы со специальной литературой и документацией, расширить представление о существующей литературе по затронутым вопросам и привить элементарные навыки к инженерному творчеству.

Вместе с тем, курсовой проект способствует приобретению и расширению навыков в составлении технической документации и в изложении мыслей кратким, логичным инженерным языком. В процессе работы над проектом студент приобретает навыки выполнения технологических разработок и навыки проектирования конструкций штамповой оснастки. Кроме того, студент должен на практике продемонстрировать умение пользоваться компьютерными программами двухмерного и трехмерного геометрического моделирования при разработке технологических переходов штамповки, выполнении сборочных чертежей штампов и рабочих чертежей деталей, а также умение выполнять моделирование операций листовой штамповки с целью оптимизации технологического процесса.

2. Задание на курсовой проект, содержание и объем проекта

Задание на проект выдается в виде чертежа детали и предъявляемых к ней технических или эксплуатационных требований. Варианты заданий приведены в приложении к учебному пособию [4]. Допускается в качестве заданий (особенно для студентов заочной формы обучения) использовать заводские чертежи реальных листовых деталей. При выдаче студенту задания указывается масштаб производства (массовое, крупносерийное и т.п.). В заданиях предусматривается выполнение деталей из различных ли-

стовых материалов, отличающихся толщинами, марками, термообработкой применяемых металлов и сплавов. В большинстве заданий в качестве материалов используются различные виды сталей (низкоуглеродистые, коррозионно-стойкие и др.), латунь, алюминий и его сплавы. Перед началом проектирования студент должен ознакомиться со свойствами материала детали по справочной литературе и стандартам. В частности, ГОСТы на сортамент листового проката [16, 17] позволяют определить вид поставки (лист, рулон, полоса, лента), состояние проката (горячекатаный, холоднокатаный), точность изготовления, определяемую значениями предельных отклонений размеров по толщине, ширине и длине листа, плоскостность, характер кромки и др. ГОСТы на технические условия [18–23] характеризуют свойства проката (качество отделки поверхности, значения показателей механических свойств, способность к вытяжке и др.). Форма детали, материал и технические требования к ней обычно таковы, что возможны различные варианты технологического процесса ее изготовления методами листовой штамповки.

В проекте подлежит разработке следующий ряд вопросов построения технологического процесса и конструирования штамповой оснастки.

1. Поиск возможных вариантов технологических процессов изготовления детали с предварительной наметкой необходимых операций, их последовательности, вида исходного материала и его раскроя.
2. Выбор варианта с экономическим обоснованием.
3. Исследование процесса формоизменения. Проверка правильности выбранного варианта технологического процесса и его возможная оптимизация путем моделирования отдельных операций в компьютерных программах AutoForm, PAMStamp и др.
4. Окончательное определение форм полуфабрикатов по операциям.
5. Расчет основных технологических параметров для операций принятого техпроцесса.
6. Составление схем выполнения операций и выяснение возможности совмещения отдельных операций или последовательного их размещения в одном штампе. Прорабатывается также возможность выполнения всех операций на од-

ном прессе (например, на многопозиционном листоштамповочном прессе-автомате, универсально-гибочном автомате и т.д.).

6. Составление технологической карты.
7. Конструирование штампов и выполнение связанных с ним расчетов размеров рабочих поверхностей, технологических зазоров, центра давления штампа, расчетов кинематики работы отдельных узлов (клиновых, рычажных, пружинных и т.д.), прочности, устойчивости и жесткости деталей штампов.
8. Выполнение рабочих чертежей отдельных деталей штампа (деталировка) с проработкой вопросов выбора материала, посадок и допусков, шероховатости поверхностей, термообработки, составления технических требований.

При выполнении перечисленных работ необходимо широко использовать современные компьютерные средства. Кроме программ моделирования процессов листовой штамповки, перечисленных в п. 3, студент также должен пользоваться программами трехмерного геометрического моделирования (TFlex, AutoCAD и др.) при разработке сборочных и рабочих чертежей, переходов штамповки и т.п.

Объем графической части проекта (в листах формата А1):

Схемы выполнения операций и раскрой материала – 1 лист
Сборочные чертежи штампов листа – 1–2
Результаты моделирования – 1 лист
Рабочие чертежи отдельных деталей – 1 лист

В зависимости от сложности задания объем графической части проекта может составлять от трех до пяти листов; в отдельных случаях допускается не выполнять рабочие чертежи и ограничиваться выполнением одного сборочного чертежа штампа, если технологический процесс штамповки содержит не менее 7–8 операций и студентом выполняется моделирование нескольких формоизменяющих операций.

Требования к содержанию расчетно-пояснительной записки приведены в главе 6 настоящих методических указаний. Объем записки – 15–25 страниц машинописного текста.

Окончательное решение по объему и содержанию графической части и расчетно-пояснительной записки принимает руководитель курсового проекта.

3. Разработка технологического процесса

3.1. Варианты технологического процесса. Предварительная проработка последовательности операций по вариантам, оценка технологичности детали, обоснование выбора окончательного варианта

Поиск возможных вариантов технологического процесса изготовления заданной детали ведется с учетом заданного масштаба производства путем анализа геометрической формы детали и отдельных её элементов, заданной точности, технических и эксплуатационных требований на деталь, свойств штампуемого материала. Проводится также анализ технологичности конструкции детали, выявляются элементы ее нетехнологичности [4, 31]. Результаты анализа принимаются во внимание при выборе операций штамповки, их последовательности в технологическом процессе и вида исходного материала (лист, рулон, лента, полоса, труба и т.д.). В ходе выбора выявляются возможные варианты технологических процессов (обычно 2–4 варианта). Когда варианты намечены, по каждому из них проводятся оценочные расчеты размеров заготовки, коэффициента использования материала, потребного количества операций, определяются требуемое количество штампов для их осуществления, типы и количество прессов, количество операторов, занятых на прессах. Результаты расчетов по каждому варианту заносятся в таблицу.

№ тех. процесса	Вид исх. материала	Коэфф. использования	Кол-во операций	Кол-во штампов	Кол-во прессов	Кол-во операторов	Производительность

В расчетно-пояснительной записке по каждому варианту перечисляются операции штамповки и, при необходимости, термообработки в порядке их выполнения. Перечень операций сопровождается эскизами (в масштабе) заготовки (полуфабриката) после каждой операции. Описание операций разрабатываемого тех-

нологического процесса следует выполнять с соблюдением требований соответствующих стандартов [28, 29].

3.2. Выбор окончательного варианта с экономическим обоснованием

Выбор варианта для последующей детальной разработки делается путем анализа данных таблицы. Сопоставление табличных данных позволяет с той или иной степенью точности указать оптимальный вариант. Строгое обоснование выбора может быть дано на основании полного экономического расчета.

3.3. Расчет основных технологических параметров

Расчету подлежат следующие параметры: форма и размеры исходной заготовки и полуфабрикатов после каждой операции, силовые параметры операций штамповки (полные и удельные силы и работа формоизменения заготовки, а также выполнения вспомогательных движений при выталкивании, съёме, прижиме и т.п.) [2–11].

Некоторые из перечисленных параметров уже определялись (глава 3.1) при ведении оценочных расчетов. В настоящем пункте они детализируются и уточняются.

Путем анализа формоизменения заготовки в операциях техпроцесса, уже намеченных в общих чертах (главы 3.1 и 3.2), устанавливается та межоперационная форма, которая принимается для вычислений объема металла, площади поверхности или характерного размера исходной заготовки. Назначаются и определяются по величине технологические припуски и с их учетом проводится вычисление размеров этой формы. Затем вычисляются размеры исходной заготовки. Если основной формоизменяющей операцией для получения детали является вытяжка, то при определении формы и размеров исходной заготовки используют условие приближенного равенства площадей поверхности заготовки и готовой детали (с учетом добавленного к ней припуска на обрезку). Припуск на обрезку при вытяжке вводится из-за необходимости удаления волнистой кромки полуфабриката, которая образуется вследствие плоскостной анизотропии механических свойств материала листовой заготовки. При расчете формы и

размеров заготовки (развертки) для деталей, получаемых гибкой, длины изогнутых участков определяют по длине нейтрального слоя.

С раскроем материала связаны выбор типа раскроя (безотходный, малоотходный, с отходом) и его вида (однорядный, многорядный, встречный и т.д.), оптимального расположения контура заготовки в листе, полосе или ленте, выбор величин перемычек и вычисление коэффициента использования материала (КИМ). Если принята штамповка из полосы, то определяется еще и вид раскроя листа на полосы, вычисляются коэффициент использования листа и общий коэффициент использования материала.

Параметры предельного формоизменения – это предельные коэффициенты вытяжки, отбортовки, раздачи, обжима и т.д. В таких операциях, как гибка, местная формовка, формообразование растяжением – это, соответственно, минимальный радиус изгиба, предельные значения деформации, глубины и др. Они вычисляются (или находятся по справочникам [3, 5, 10]) для последующего определения числа операций, а также формы и размеров полуфабрикатов по операциям.

Расчет силы (или удельной силы) формоизменения заготовки и затрачиваемой работы выполняется для всех операций технологического процесса. Силы, необходимые для выполнения вспомогательных движений при штамповке (подачи, удаления, съёма, выталкивания и т.п.), подсчитываются только в тех операциях, для которых задана разработка конструкции штампов. Эти силовые параметры используются или учитываются далее при расчете элементов штампов и для выбора пресса.

3.4. Составление технологических схем выполнения операций

Технологические схемы выполнения операций составляются для выяснения возможности совмещения отдельных операций или последовательного их размещения в одном штампе, или же выполнения всех операций в штампах на одном прессе. Схемы изображаются в расчетно-пояснительной записке в последовательности выполнения операций. Они являются исходным материалом при разработке конструкций штампов.

В каждой схеме изображаются положения рабочих поверхностей пуансона и матрицы, а также поверхностей вспомогатель-

ных деталей (прижимов, выталкивателей, съемников, фиксирующих деталей и т.д.), контактирующих с заготовкой (полуфабрикатом) непосредственно перед началом формоизменения заготовки и в конце рабочего хода штампа, когда формоизменение завершено. Если имеется симметрия детали, эти схемы размещаются слева и справа от оси (плоскости) симметрии (слева – в момент начала формоизменения, справа – в момент окончания). Форма полуфабрикатов на всех схемах изображается в одном и том же масштабе. В схемах указываются размеры элементов полуфабриката, которые изменили свою форму в данном штампе. Указывается тип пресса, для которого предназначен штамп.

Схемы выполнения технологических операций штамповки приводятся на первом листе графической части курсового проекта без изображения рабочих и вспомогательных деталей штампов и представляют собой чертежи полуфабрикатов после каждой операции технологического процесса. Допускается на изображениях этих полуфабрикатов проставлять только те размеры, которые изменились при проведении операции, в результате которой полуфабрикат был получен. Чертеж полуфабриката после последней операции штамповки (чертеж готового изделия) следует выполнять с простановкой всех необходимых размеров и их предельных отклонений.

3.5. Составление технологической карты

Основные результаты разработки технологического процесса заносятся в технологическую карту, форма которой приведена в приложении 1.

4. Конструирование и расчет штампов

4.1. Анализ существующих конструкций штампов

По результатам разработки технологического процесса штамповки и составления технологических схем студенту дается задание на проектирование штампов для одной или двух операций с разработкой их сборочных чертежей. Вначале проводится анализ типовых конструкций штампов и особенностей их кон-

струкций для подобных операций. Анализ ведется по литературным источникам (учебникам, учебным пособиям, справочникам, монографиям), альбомам типовых конструкций, атласам схем, по заводским чертежам и другим видам технической документации [1, 3–15]. Сопоставляются конструкции штампов, аналогичных заданному для разработки. Анализируются назначение отдельных деталей, выбор материала, оцениваются положительные и отрицательные стороны конструктивного исполнения в отношении технологичности изготовления деталей штампа, удобства сборки и эксплуатации, обеспечения технических требований и стойкости. При анализе принимаются во внимание способы подачи и удаления заготовки и отхода, масштабы производства для имеющихся конструкций и для разрабатываемой. Для выполнения одной и той же операции в условиях единичного, серийного и массового производства могут быть использованы различные конструктивные схемы штампов. Кроме того, в выборе конструкции штампа немаловажную роль играют типаж и конкретные технические характеристики применяемого прессового оборудования, а также уровень и оснащенность инструментального производства, где ведется изготовление штампов.

4.2. Разработка эскизного чертежа штампа, выбор материала и термообработки его деталей

По результатам проработки существующих конструкций и предлагаемых новых конструктивных решений составляется эскизный чертеж штампа в одном или нескольких вариантах для обсуждения с руководителем курсового проекта. Эскизный чертеж (эскиз) допускается выполнять от руки. Для соблюдения масштаба изображения рекомендуется применять миллиметровую бумагу.

Параллельно с выполнением эскизного проекта ведется проработка вопросов выбора материалов для деталей штампа и термообработки этих деталей. На выбор материала влияют масштаб производства, условия работы деталей штампа, материал и конфигурация штампуемой детали, а также ряд других факторов. Термической обработке с целью повышения прочности, твердости и износостойкости подвергают рабочие части штампа, имеющие непосредственный контакт со штампуемым листовым ма-

териалом, а также некоторые другие детали, например, направляющие элементы.

При проработке конструкции штампа необходимо максимально использовать в нем стандартные детали и узлы, чем обеспечивается широкая унификация, экономия инженерного труда, снижение стоимости изготовления штампов, сокращение времени на подготовку производства. Стандартизованы в основном те детали штампа, которые относительно легко поддаются унификации. К ним относятся детали блока штампа (плиты, направляющие колонки и втулки, хвостовики), пуансоны и матрицы для пробивки круглых, квадратных и овальных отверстий, державки, фиксаторы, упоры, толкатели, ножи для разрезки отходов, пружины и др. [10, 15].

При выполнении эскизного проекта проводятся также некоторые необходимые расчеты, содержание которых приводится ниже.

4.3. Расчет исполнительных размеров рабочих поверхностей пуансонов, матриц и некоторых вспомогательных деталей штампа

Размеры рабочих поверхностей пуансонов и матриц назначаются на основе расчета с учетом требований в отношении точности штамповки, обеспечения стойкости штампа, качества поверхности изделия и оптимальных условий протекания процесса деформации. [4, 5, 10]. Расчетом устанавливаются размеры сечений пуансонов, отверстий матриц, радиусов скруглений, технологические зазоры между инструментами (пуансонами и матрицами, ножами). Составляются схемы расположения полей допусков и зазоров и выполняются соответствующие расчеты. Размеры вспомогательных деталей (для направления, выталкивания и т.п.) в ряде случаев также рассчитываются.

4.4. Расчет центра давления штампа

Центром давления штампа называется точка приложения равнодействующей всех технологических сил, одновременно действующих в штампе при выполнении им штамповочных операций. В большинстве случаев центр давления требуется опреде-

лять при выполнении разделительных операций. В штампах простого действия положение центра давления необходимо рассчитывать при вырубке деталей со сложным несимметричным контуром, при многопуансонной пробивке отверстий различной формы и размеров. Объединение этих операций в штампах совмещенного или последовательного действия также приводит к необходимости определения центра давления, причем расчет становится более сложным. Наиболее универсальным и точным является аналитический метод определения центра давления [8, 13]. При вырубке детали со сложным контуром координаты центра давления определяют по статическим моментам сил, приложенных к периметру вырубаемого контура. Для этого контур разбивают на ряд элементарных участков. Определив центры тяжести всех участков и их моменты сил, находят точку приложения равнодействующей. В случае многопуансонной пробивки вначале находят центры тяжести отдельных контуров, а затем отыскивают координаты общего центра давления для всех контуров. Для обеспечения наиболее благоприятных условий работы штампа необходимо совмещать его центр давления с осью ползуна пресса. В курсовом проекте по результату расчета центра давления назначается положение хвостовика штампа (т.е. положение штампа относительно осевой линии ползуна). При проектировании следует учитывать, что в случае несовпадения центра давления штампа с осью ползуна пресса возникают перекосы, несимметричность зазора между пуансоном и матрицей, быстрое притупление их режущих кромок, боковые силы, ведущие к преждевременному износу направляющих колонок и втулок штампа, направляющих ползуна пресса, а иногда и к поломке штампа. В тех случаях, когда штамп не удается расположить на столе пресса так, чтобы ось ползуна проходила через центр давления штампа, необходимо уделить особое внимание обеспечению жесткости базовых деталей штампа и его направляющих узлов.

Студенту предоставляется также возможность провести расчет центра давления штампа, воспользовавшись специальным модулем какой-либо из компьютерных программ геометрического моделирования.

4.5. Величина хода, открытая и закрытая высота штампа. Кинематический и статический расчет штампа

Величина хода штампа – один из основных параметров технической характеристики штампа. Вычисляется как сумма величин холостого и рабочего ходов, а также хода проталкивания (например, при работе "напровал"). Холостой ход штампа – это величина перемещения инструмента до момента соприкосновения его с заготовкой. Величина холостого хода влияет на удобство укладки заготовки в штамп и удаления отштампованной детали (полуфабриката). Рабочий ход штампа – это величина перемещения инструмента, при котором происходит деформирование заготовки. Высота штампа в конце хода (при крайнем нижнем положении деформирующего инструмента) называется закрытой высотой. Закрытая высота штампа является одним из параметров по которому производится подбор пресса. Открытая высота штампа определяется как сумма значений закрытой высоты и хода.

При проектировании штампов листовой штамповки нередко используют клиновые, рычажные, реечные, пневматические и другие механизмы [3, 8, 13]. Наиболее часто применяется клиновой механизм, используемый для изменения направления возвратно-поступательного движения одного рабочего органа штампа относительно другого. Клиновой механизм является передаточным звеном между ползуном пресса (движущимся вертикально) и ползушкой – подвижной деталью штампа, перемещающейся горизонтально или наклонно. Применяя клиновой механизм можно, например, осуществлять пробивку отверстия в вертикальной стенке листовой детали с помощью пуансона, закрепленного на ползушке, установленной с возможностью горизонтального перемещения под воздействием вертикально движущегося клина. Клинья в таких механизмах могут быть одностороннего и двустороннего действия. Клинья одностороннего действия перемещают ведомую деталь (ползушку) только в одну сторону, совершая рабочий ход. Возвратный ход осуществляется каким-либо другим источником движения (чаще всего пружинами). Клинья двустороннего действия сообщают ведомой детали движение как рабочего, так и возвратного хода. Клиновые механизмы могут быть использованы также для фиксации и прижима штампуемых заготовок (полуфабрикатов). Клиновые механизмы

хорошо зарекомендовали себя вследствие относительной простоты изготовления, высокой стойкости и надежности в работе. Другие виды механизмов в штампах используются в основном для осуществления вспомогательных операций (подачи, съема, удаления, фиксации и др.). При проектировании механизмов проводится кинематический, статический, а иногда и динамический расчет по определению перемещений, сил и удельных сил для сопоставления их с требуемыми или с допускаемыми. Для проведения таких расчетов, помимо литературы по листовой штамповке и конструированию штампов, используется литература, рекомендуемая в курсах «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Детали машин» и другая.

4.6. Расчет упругих элементов

В штампах листовой штамповки широко применяются упругие элементы, используемые как внутриштамповый привод [8, 13]. К упругим элементам относятся пружины, эластомеры (резина, полиуретан), пневматические и гидравлические устройства. Они обычно запасают энергию при рабочем ходе и выдают ее при обратном ходе штампа (а иногда наоборот). Наибольшее распространение в конструкциях штампов получили цилиндрические пружины сжатия, представляющие собой спираль, навитую из проволоки круглого, квадратного или прямоугольного сечения. Реже применяются тарельчатые и кольцевые пружины сжатия, которые по сравнению с цилиндрическими имеют небольшую величину хода, повышенную жесткость и обеспечивают бóльшее значение развиваемой силы при одинаковых размерах. Резину или полиуретан в качестве упругих элементов применяют в виде блоков из круглых или прямоугольных колец, а также в виде сплошных пластин, по конфигурации и размерам близким к форме опорной поверхности подвижной детали штампа. Упругие элементы из эластичных материалов просты в изготовлении, однако имеют меньшую стойкость по сравнению со стальными пружинами. Пружины и эластомеры часто применяются в качестве упругих элементов буферов, закрепляемых на опорной плоскости нижней плиты штампа и служащих для создания силы выталкивания детали из нижней части штампа. В пневматических и гидравлических устройствах используется энергия сжатого воз-

духа или жидкости под давлением. При проектировании внутриштампового привода вычисляются кинематические (величина полного хода) и силовые параметры (сила в начале хода, в конце хода, сила предварительной затяжки) упругих элементов. Результаты расчета представляются в виде графика «сила-ход». Для определения силовых параметров внутриштампового привода должны быть предварительно определены силы, необходимые для выполнения вспомогательных движений при штамповке (подачи, удаления, съёма, выталкивания и т.п.) (глава 3.3).

4.7. Расчет деталей штампа на прочность, жесткость и устойчивость

В процессе конструирования выполняются обычно проверочные расчеты некоторых деталей штампа. Например, пробивные пуансоны удлиненной формы проверяются на прочность и устойчивость, а поверхность, на которую опирается пуансон, – на смятие; детали крепления секций матриц проверяются на прочность; детали съемников, выталкивателей консольного или рычажного исполнения проверяются на изгиб; плиты штампов – на жесткость; если в штампе могут возникать горизонтальные усилия, направляющие колонки рассчитываются на прочность и жесткость (на величину прогиба). Выбор деталей штампа для расчета, вид и объем расчетов устанавливаются по согласованию с руководителем проекта (но не исключается и самостоятельный).

4.8. Выбор пресса

Выбор пресса основывается на данных расчета силовых параметров процесса штамповки, расчета требуемой величины хода рабочих частей, данных о габаритах штампа (закрытая высота и размеры штампа в плане).

Силовые параметры процесса (процессов) формоизменения и силы вспомогательных движений представляют графически в виде функций хода ползуна пресса. Графики суммируют для получения сил на ползуне пресса. Для этого график допустимых усилий представляют также как функцию хода ползуна (а не угла поворота коленчатого вала). Суммарный график сил формоизменения и вспомогательных движений совмещают с графиком до-

пустимых усилий. Необходимо убедиться, что в любой точке хода ползуна суммарный график не выходит за пределы графика допустимых усилий. Такая проверка особенно важна при работе на многопозиционном прессе-автомате, где в рабочем пространстве пресса одновременно установлено несколько штампов. Кроме того, проверяют, может ли пресс сообщить работу, требуемую для выполнения формоизменения. При выборе пресса учитывают также возможность размещения штампа в штамповом пространстве пресса и надежного крепления плит штампа к подштамповой плите и ползуну пресса.

5. Требования к графической части проекта

5.1. Сборочные чертежи штампов

Сборочные чертежи штампов выполняются по эскизному чертежу, согласованному с руководителем проекта. Вопросы количества видов, разрезов и сечений, их размещения на листах прорабатываются самостоятельно и согласовываются с руководителем. Чертежи выполняются в полном соответствии с требованиями стандартов [24, 25]. Чертежи должны давать полную информацию о форме всех деталей и об их количестве. На все детали штампа проставляются позиции, в соответствии с которыми заполняются спецификации установленной формы [26]. Проставляются габаритные и присоединительные размеры штампа, закрытая высота штампа. На сборочном чертеже указываются технические требования к штампу. При оформлении сборочных чертежей следует соблюдать регламентированные стандартом правила построения наименований штампов, их узлов и деталей [30]. При построении наименования штампа выполняемая в нем операция (операции) указывается в родительном падеже. Наиболее простая форма наименования штампа выглядит следующим образом: «Штамп для вырубки». В необходимых случаях допускается применять расширенную форму наименования штампа, отражающую принцип действия штампа, его универсальность, номер выполняемой в нем однотипной операции, степень автоматизации, особенности сборки и другие признаки. Примеры допустимых наименований приведены ниже: «Штамп совмещенного дей-

ствия для вырубки, вытяжки и пробивки», «Универсальный штамп для вырубки», «Штамп для второй вытяжки», «Штамп-автомат» и т.п.

5.2. Рабочие чертежи деталей штампов

На данном этапе проектирования выполняются рабочие чертежи ряда деталей штампов (4–6 деталей) с обязательным вычерчиванием основных деталей (пуансонов, матриц, прижимов, съемников, выталкивателей и т.п.). В процессе выполнения деталировки окончательно прорабатываются конструктивные элементы, вопросы технологичности изготовления, сборки и разборки штампа, точности изготовления и шероховатости поверхностей, а также термической обработки. При выполнении рабочих чертежей необходимо руководствоваться требованиями стандартов. При вычерчивании проводится согласование размеров сопрягаемых поверхностей, выбирается система простановки размеров, обеспечивающая получение требуемой точности и качества сопряжений. Допускаемые отклонения размеров проставляются в цифровом выражении в соответствии с таблицами допусков и посадок. Основная надпись на каждом рабочем чертеже выполняется по установленной форме [27]. При необходимости указываются технические требования на деталь.

6. Расчетно-пояснительная записка

6.1. Содержание

Вопросы разработки техпроцесса, конструирования и расчета штампов излагаются в записке в той же последовательности, в которой они приведены в данных методических указаниях.

6.2. Требования к оформлению

Расчетно-пояснительная записка выполняется на листах писчей бумаги формата А4 (297 мм х 210 мм) с использованием машинописного текста. Рекомендуется применять гарнитуру шрифта Times New Roman с размером шрифта 14 и междустрочным интервалом 1,5. Объем записки – 15–25 страниц. В виде прило-

жения подшивается эскиз детали с техническими требованиями, выданный в качестве задания, технологическая карта и спецификации к сборочным чертежам. При написании записки используется только одна сторона листа (это упрощает внесение исправлений и переделку отдельных частей записки). Каждый раздел записки рекомендуется начинать с новой страницы. Записка начинается титульным листом (страница 1), рекомендуемая форма которого приведена в приложении 2. На второй странице записки помещается содержание (оглавление) с указанием разделов, глав и страниц. Список использованной литературы помещается на последних страницах перед приложением.

В тексте сокращения слов (кроме общепринятых) и отступления от грамматических и литературных норм не допускаются. При изложении используются схемы, рисунки, графики, позволяющие сократить текст и сделать его более емким и точным. Схемы, рисунки и графики выполняются на отдельных листах (не более двух на одном листе) и обязательно нумеруются. Для нумерации используется слово «Рисунок» независимо от того, что изображено: схема, рисунок, график, и число по порядку размещения в тексте. Число составляется из цифр, разделенных точкой. Цифра перед точкой означает раздел, после точки – очередность расположения в разделе. Например: «Рисунок 4.8» ставится под восьмым по порядку рисунком в четвертом разделе. Графики рекомендуется выполнять с нанесением вдоль осей делений с нумерацией, обозначением параметров и единиц их измерения. Для удобства пользования на поле графика наносят сетку.

Формулы и уравнения записываются в буквенных обозначениях. Указывается литературный источник, из которого взята формула или данная методика расчета. Обозначения в формулах обязательно расшифровываются. Затем выписываются числовые значения величин и указывается окончательный результат вычисления (запись действия подстановки чисел в формулу и промежуточные расчеты можно не приводить).

Литературный источник (в том числе и курсы лекций) указываются в тексте числом в квадратных скобках, например, [12]. Указание на страницу или номер таблицы необязательно. Число в квадратных скобках соответствует номеру, под которым данный литературный источник приведен в списке использованной литературы.

Рекомендуемая литература и документация

1. Образцы выполнения курсового проекта.
2. Лекции по дисциплине «Технология листовой штамповки».
3. Ковка и штамповка: Справочник: В 4-х томах. Т. 4. Листовая штамповка / А.Ю. Аверкиев, С.И. Вдовин, Н.Ф. Шпунькин и др. Под ред. С.С. Яковлева. М.: Машиностроение, 2010.
4. Шпунькин Н.Ф., Типалин С.А. Основы расчета параметров штамповки листовых деталей и оценка их технологичности: Учебное пособие. – М.: Университет машиностроения, 2016.
5. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд. Л.: Машиностроение, 1979.
6. Попов Е.А., Ковалев В.Г., Шубин И.Н. Технология и автоматизация листовой штамповки: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.
7. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1989.
8. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Конструкция и расчеты. М.: Машиностроение, 1972.
9. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Подготовительные работы. М.: Машиностроение, 1974.
10. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/ Под ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988.
11. Ильин Л.Н., Семенов И.Е. Технология листовой штамповки: Учебник для вузов. – М.: Дрофа, 2009.
12. Нефедов А.П. Конструирование и изготовление штампов. – М.: Машиностроение, 1973.
13. Короткевич В.Г. Проектирование инструмента для пластического деформирования. Учебник. – Минск.: Вышейшая школа, 2000.
14. Мещерин В.Т. Листовая штамповка. Атлас схем. Учебное пособие. 3-е изд., испр. и доп. М.: Машиностроение, 1975.
15. Штампы для листовой штамповки. Штампы простого действия: Учебное пособие / В.А. Демин, А.Н. Плотников,

В.Н. Субич, Н.А. Шестаков / Под общ. ред. В.А. Демина. – М.: МГИУ, 2010.
16. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. М.: Стандартинформ, 2016.
17. ГОСТ 19904-90. Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент. М.: ИПК Издательство стандартов, 1991.
18. ГОСТ 9045-93. Прокат листовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки. Технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996.
19. ГОСТ 16523-97. Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2008.
20. ГОСТ 5582-75. Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия. ИПК Издательство стандартов, 2003.
21. ГОСТ 21631-76. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2008.
22. ГОСТ 13726-97. Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2005.
23. ГОСТ 2208-2007. Фольга, ленты, листы и плиты латунные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2008.
24. ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.319-81. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000.
25. ГОСТ 2.424-80. ЕСКД. Правила выполнения чертежей штампов. М.: Стандартинформ, 2012.
26. ГОСТ 2.106-96. ЕСКД. Текстовые документы. М.: Стандартинформ, 2007.
27. ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи. М.: Стандартинформ, 2007.
28. ГОСТ 3.1701-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Холодная штамповка. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
29. ГОСТ 18970-84. Обработка металлов давлением. Операции ковки и штамповки. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1992.
30. ГОСТ 15830-84. Обработка металлов давлением. Штампы. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1992.
31. ГОСТ 14.201-83. Обеспечение технологичности конструкции изделий. Общие требования. М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.

Приложение 1

	Карта технологического процесса листовой штамповки									Шифр изделия	
	Марка материала	Толщина материала, мм	Размер материала на складе, мм	Размер заготовки из под ножниц, мм	Площадь или длина изделия	Вес заготовки на 1 шт, кг	Вес готового изделия, кг	Коэффициент использования	Использ. отходы, размер	Наим. детали	
										Годовая программа	
										Количество изделий	
										Проектант	

№ операции	Наименование операции	Эскиз обработки	Оборудование			Штамп или приспособление	Измерительный инструмент	Рабочий персонал					Примечание
			Номинальное усилие, тс	Усилие штамповки, тс	Инвентарный номер			Профессия	Разряд работы	Кол-во рабочих	Кол-во изделий в час	Часов на годовую программу	

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту по дисциплине:
«Технология листовой штамповки»

Студент _____
Группа _____
Руководитель проекта _____
Оценка _____
Дата _____

Москва 20__г.