

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А.Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технология
машиностроительного производства»

Жамалов Азамат Кайратович

«Проектирование техпроцесса холодной листовой штамповки деталей
«Крепление» и «Крышка ступицы» с использованием САПР программ»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071200 – Машиностроение

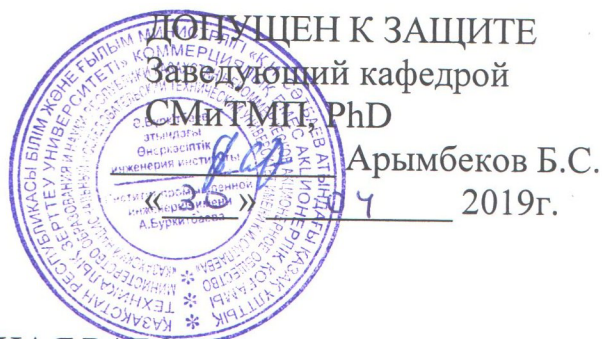
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технология
машиностроительного производства»



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Проектирование техпроцесса холодной листовой штамповки деталей
«Крепление» и «Крышка ступицы» с использованием САПР программ».

по специальности: 5B071200 - Машиностроение

Выполнил

Жамалов А.К.

Репензент
Магистр технических наук
Шакенова Ж.Н.



Научный руководитель
канд. техн. наук, сеньор
лектор Сушкова О.А.

«22» 2019г.

Алматы 2019

б) Зубцов М. Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов

давлением». — 3-е изд., перераб. и доп. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1980. — 432 с., ил.

в) Романовский В.Г. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение, 1979-520с.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы

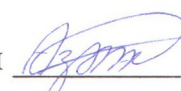
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Поиск информации Обзор литературы Общая часть	08.02.19-09.03.19	Выполнено
Изучение техпроцесса для изготовления деталей Расчеты для получения заготовки Создание 3D модели деталей	09.03.19-12.04.19	Выполнено
Проектирование техпроцесса для деталей	15.04.19-26.04.19	Выполнено

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Карпеков Р.К., лектор	29.04.2019	

Научный руководитель  Сушкова О. А.

Задание принял к исполнению обучающийся  Жамалов А. К.

Дата

" 3 " ноября 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Тема дипломной работы: Проектирование техпроцесса холодной листовой штамповки деталей «Крепление» и «Крышка ступицы» с использованием САПР программ

Целью дипломной работы является проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки деталей «Крепление» и «Крышка ступицы»

Данный дипломный проект состоит из: введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. В первой главе дипломного проекта рассмотрены технология холодной листовой штамповки, оборудования, классификация штампов. Описаны и показаны операции листовой штамповки. Листовая штамповка является наиболее эффективным способом получения детали так как достигается экономия используемого материала и снижение себестоимости за счет использования рациональных видов раскроя. Во второй главе дипломного проекта рассмотрена теоретическая информация о программе ADEM CAD/CAM. В третьей и четвертой главе проведена разработка технологического процесса изготовления деталей. В данной главе приведены таблицы с технологической картой изготовления деталей

С помощью разработки технологического процесса была создана 3D модель деталей в программе ADEM CAD/CAM.

ANNOTATION

Thesis: “the design of the technological process of cold sheet stamping parts "Fixing" and "hub cover" using CAD programs”

The purpose of this diploma work is to design the technological process of cold sheet stamping parts "Fixing" and "hub cover».

This diploma work consists of: an introduction, four chapters, a conclusion and a bibliography of sources. The diploma work`s first chapter deals with the technology of cold sheet stamping, equipment and classification of stamps.

Shown and described sheet stamping operations. Sheet stamping is the most effective way to produce parts as achieved by saving the material used and cost reduction through the use of rational types of cutting. The second part of diploma work discusses the theoretical information about the program ADEM CAD/CAM. This diploma work`s third and fourth chapter covers development of the technological process of manufacturing parts. This Chapter contains tables with the technological map of manufacturing parts.

With the development of the technological process, a 3D model of the parts was created in the ADEM CAD/CAM program.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс тақырыбы: АЖЖ бағдарламасын қолдану арқылы "бекіткіш" және "ступицаның қақпағы" детальдарын суық парақты қалыптау техпроцессін жобалау

Дипломдық жұмыстың мақсаты "бекіткіш" және "күпшек қақпағы" детальдарын суықтай қалыптау технологиялық процесін жобалау болып табылады.»

Бұл дипломдық жұмыс кіріспеден, төрт тараудан, қорытындыдан және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Дипломдық жұмыстың бірінші бөлімінде суық парақты қалыптау технологиясы, жабдықтар, штамптардың жіктелуі қарастырылған. Парақты штамптау операциялары сипатталған және көрсетілген. Бұл дипломдық жұмыстың екінші тарауында ADEM CAD/CAM бағдарламасы туралы теориялық ақпарат қарастырылған. Үшінші және төртінші тарауда бөлшектерді дайындаудың технологиялық процесін әзірлеу жүргізілді. Бұл тарауда бөлшектерді дайындаудың технологиялық картасы бар кестелер келтірілген

Технологиялық үдерісті әзірлеу арқылы ADEM CAD/CAM бағдарламасындағы бөлшектердің 3D үлгісі жасалды.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	10
1	Листовая штамповка	11
1.1	Операции листовой штамповки	11
1.2	Оборудование для листовой штамповки	14
1.3	Классификация штампов	17
1.4	Основные технологии листовой штамповки	19
2	ADEM CAD/CAM	24
3	Технологический процесс изготовления крепления	28
3.1	Расчет заготовки (развертка)	28
4	Технологический процесс изготовления крышки ступицы	32
4.1	Расчет заготовки	33
	Заключение	37
	Список использованной литературы	38

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация экономического становления устанавливает внедрение свежих, наиболее идеальных технологических процессов, передовых машин и систем. Увеличение экономической производительности, единой автоматизации и гибкости технологии - ведущее направление становления технологии автотромышленности и иных видов машиностроения на ближайшие годы.

Становление машиностроения неразрывно связано с использованием прогрессивных способов изготовления заготовок методами обработки металлов давлением. В современном производстве расширяется область применения процессов, основанных на холодной пластической деформации, позволяющих получать точные размеры заготовок, высокое качество поверхности, а, следовательно, сократить, а иногда и полностью исключить припуски на обработку резанием, т. е. обеспечить энергосберегающую малоотходную или безотходную технологию. Деформационное упрочнение, проводимое, при необходимости, одновременно с термической обработкой, позволяет получать детали с заданными эксплуатационными свойствами.

Наиболее эффективны процессы, основанные на применении холодной пластической деформации, - процессы листовой и холодной объёмной штамповки.

Штамповка является одним из видов обработки металлов давлением, производимой при помощи штампов на прессах. Штамповка может производиться как из объёмной заготовки - так и из листовой заготовки - листового материала. Первый процесс называют объёмной штамповкой, второй - листовой штамповкой. В зависимости от толщины листа штамповку условно делят на тонколистовую и толстолистовую, причем листовой металл толщиной свыше 15-20 мм обычно штампуют в горячем виде.

Холодная штамповка представляет собой процесс изготовления самых разнообразных по назначению, форме и размерам деталей из листовой или объёмной заготовки в холодном состоянии [2].

1 Листовая штамповка

1.1 Операции листовой штамповки

Листовая штамповка - процесс получения из листа, полосы, ленты изделий плоской или пространственной формы с заданными конструктивно-геометрическими и структурными параметрами без существенного изменения толщины материала. Исходя из условий технологий штамповки решается ряд технических задач - проектирование и изготовление технологического оборудования оснастки, средств механизации и автоматизации и защиты от производственного травматизма.

Процессы листовой штамповки основаны на использовании пластичности обрабатываемых материалов и их упрочнения при обработке. Благодаря этому они обеспечивают точность и стабильность размеров изготавливаемых деталей, что является основным условием их взаимозаменяемости, при достаточной прочности и минимальной массе, позволяющим снижать массу отдельных конструкций и узлов машин. Благодаря этим достоинствам, а также высокому коэффициенту использования металла листовая штамповка находит широкое применение, как в массовом, так и в мелкосерийном производстве. На дальнейшее развитие технологии листовой штамповки влияют непрерывный рост производства изделий во многих отраслях промышленности, расширение номенклатуры изготавливаемых деталей, специализация производства.

Заготовки обрабатывают с помощью инструментов - штампов, главные рабочие части которых называются пуансонами и матрицами. Характер технологического процесса, в связи с этим и тип применяемого оборудования, а также конструкции штампов зависят от объёмов производства деталей. В условиях небольших объёмов используется штамповка по элементам, штамповка при помощи жесткой и эластичной оснастки, применяется технология импульсной штамповки [1].

Различные фазы процесса изготовления деталей, при которых происходит изменение формы заготовки, называется операциями.

Все основные операции листовой штамповки делятся на разделительные и формообразующие. К разделительным относятся отрезка, вырубка, пробивка, проколка, обрезка, разрезка, надрезка, надрубка и другие; к формообразующим - гибка, скручивание, правка давлением, вытяжка, рельефная формовка, отбортовка, раздача, обжим в штампе, чеканка, калибровка, редуцирование, высадка и др.

Отрезка - полное отделение части заготовки по незамкнутому контуру путем сдвига (рисунок 1, а).

Вырубка – полное отделение заготовки или изделия от исходной заготовки по замкнутому контуру путем сдвига (рисунок 1, в).

Пробивка – образование в заготовке отверстия или паза путем сдвига с удалением части металла в отход (рисунок 1, г).

Обрезка – удаление излишков металла путем сдвига (рисунок 1, д).

Разрезка – разделение заготовки на части по незамкнутому контуру путем сдвига (рисунок 1, б). [1]

Надрезка – неполное отделение части заготовки путем сдвига (рисунок 1, е).

Зачистка – удаление технологических припусков с помощью штампа с образованием стружки для повышения точности размеров и уменьшения шероховатости поверхности штампованной заготовки.

Проколка – образование в заготовке отверстия без удаления металла в отход.

Гибка – образование или изменение углов между частями заготовки или придание ей криволинейной формы (рисунок 1, ж).

Скручивание – поворот части заготовки вокруг продольной оси.

Закатка – образование закругленных бортов на краях полой заготовки.

Правка давлением – устранение искажений формы заготовки.

Вытяжка – образование полой заготовки или изделия из плоской или исходной заготовки (рисунок 1, з).

Рельефная формовка – образование рельефа в листовой заготовке за счет местных растяжений без обусловленного изменения толщины металла.

Отбортовка – образование борта по внутреннему и наружному контуру заготовки (рисунок 1, и).

Раздача – увеличение размеров поперечного сечения части полой заготовки путем одновременного воздействия инструмента по всему периметру.

Обжим в штампе – уменьшение размеров поперечного сечения части полой заготовки путем одновременного воздействия инструмента по всему её периметру.

Чеканка – образование на поверхности заготовки рельефных изображений за счет перераспределения металла [1].

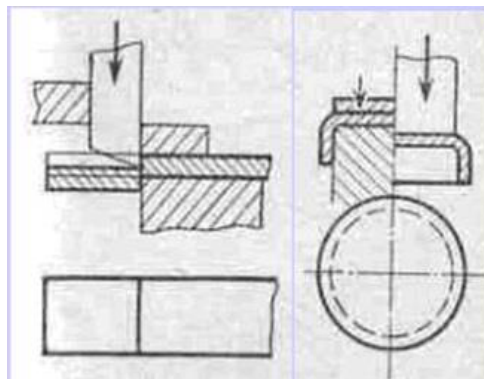
С помощью этих операции можно получить большое число различных деталей, некоторые из них показаны на рисунке 1.

При разделительных операциях материал заготовки доводится до разрушения, а при формообразующих изменяются форма и размеры заготовок. Методами листовой штамповки можно проводить сборочные операции.

Названия инструментов для осуществления операций листовой штамповки – штампов – соответствуют названиям выполняемых операций.

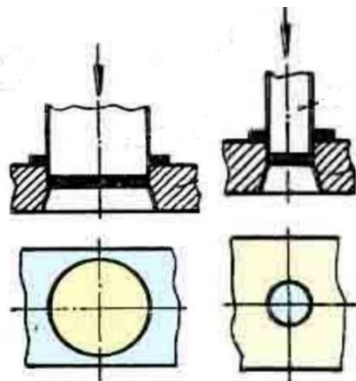
По группам операций штампы подразделяются на разделительные и формообразующие.

По принципу действия штампы могут быть простого действия, т. е. для выполнения одной операций, и комбинированные – для выполнения нескольких операций.



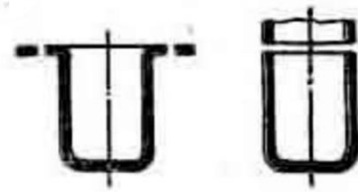
а)

б)

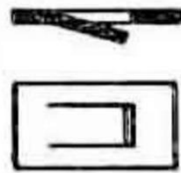


в)

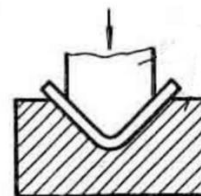
г)



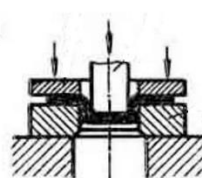
д)



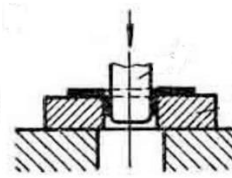
е)



ж)



з)



и)

а – отрезка; б – разрезка; в – вырубка; г – пробивка; д – обрезка;
е – надрезка; ж – гибка; з – вытяжка; и – отбортовка

Рисунок 1 – Операции листовой штамповки [1]

1.2 Оборудование для листовой штамповки

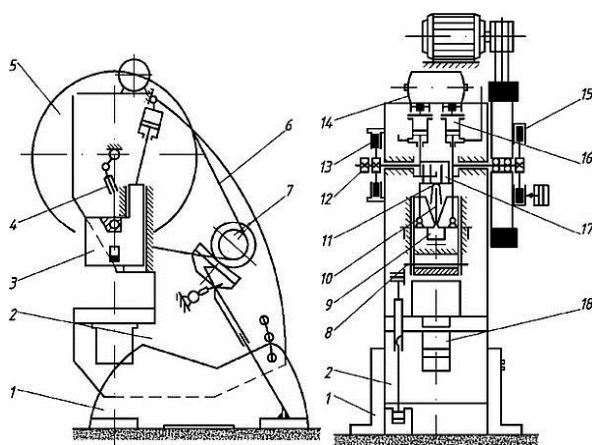
Оборудование для листовой штамповки принято делить на две группы: основное и вспомогательное. Основным, или технологическим, называется оборудование, на котором изготавливают детали, а с помощью вспомогательного оборудования выполняют подготовку листового материала к штамповке, перемещают его через рабочую зону и подвергают переработке отходы.

В качестве основного оборудования применяются ножницы, а также кривошипные и гидравлические прессы.

Наиболее распространенный вид деформирующих машин для листовой штамповки - кривошипные прессы, в которых с помощью кривошипно-шатунного механизма ползуну с верхним штампом сообщается возвратно-поступательное движение. Для мелких и средних деталей в основном применяют прессы простого действия, которые имеют один ползун и предназначены для несложных операций, таких как вырубка, неглубокая вытяжка, гибка и т. д.

Основными параметрами кривошипного прессы являются номинальное усилие, длина хода ползуна, число ходов ползуна в минуту, межштамповое пространство и размеры стола (служат для определения размеров штампов, которые могут устанавливаться на данном прессе).

Прессы однокривошипные простого действия изготавливают с ненаклоняемыми и наклоняемыми станинами, рисунок 2 [4].



- 1 - основание станины; 2 - станина; 3 - ползун; 4 - шатун; 5 - маховик;
6 - клиноременная передача; 7 - электродвигатель; 8 - выталкиватель;
9 - предохранитель; 10 - механизм регулировки закрытой высоты; 11 -
механизм регулировки хода ползуна; 12 - привод средств автоматизации; 13 -
тормоз; 14 - ресивер; 15 - муфта; 16 - уравниватель; 17 - главный вал;
18 - пневматическая подушка

Рисунок 2 - Пресс однокривошипный простого действия с наклоняемой станиной [4]

Этот тип прессов изготавливают в трех модификациях: с уменьшенными, нормальными и увеличенными размерами стола. Может изменяться и быстроходность прессов. Быстроходные прессы имеют простой главный привод, в котором от электродвигателя 7 движение передается на маховик 5, который смонтирован непосредственно на главном валу 7 на подшипниках, расположенных в опорах станины 2. В маховик встроена фрикционная муфта 15, а на другом конце главного вала установлен фрикционный тормоз 13.

Муфта и тормоз оснащены электропневматической системой управления с индивидуальным ресивером 14. При включении прессы отключается тормоз, освобождая главный вал, и только после этого включается муфта, обеспечивая передачу движения на главный вал прессы. В процессе остановки ползуна прессы вначале отключается муфта, а только затем включается тормоз. Такая последовательность срабатывания фрикционных узлов необходима для исключения возможности одновременного их срабатывания.

На прессы также применяются вспомогательные механизмы изменения наклона станины, натяжения ремней, верхний выталкиватель 8, уравниватель ползуна. Станина состоит из основания 1 и наклоняемой С-образной части 2. Наклон станины позволяет облегчить удаление готовых изделий и отходов путем скатывания по наклонной плоскости.

Для крупногабаритных листовых деталей применяют двух- и четырехкривошипные прессы простого действия.

Прессы двойного действия предназначены для изготовления деталей из листового материала, требующих глубокой вытяжки. Их выполняют одно-, двух- и четырехкривошипными.

Прессы тройного действия имеют дополнительный третий (нижний) ползун, предназначенный для осуществления вытяжки в направлении, обратном вытяжке внутреннего верхнего ползуна. Такие прессы применяют для выполнения технологических операций, проводящих вытяжку сложных по форме крупногабаритных деталей, например, крыш кузовов легковых автомобилей, имеющих проемы для окон, вытянутых в направлении, обратном основной вытяжке.

К кривошипным машинам относятся также многопозиционные листоштамповочные прессы-автоматы, при работе которых несколько заготовок периодически перемещаются с одной позиции на другую, а штамповка происходит одновременно на всех позициях на соответствующем штампе. Заготовки для этого оборудования могут быть штучными, а также в виде полосы или ленты.

Гидравлические прессы для листовой штамповки работают по тому же принципу, что и гидравлические прессы для горячей объемной штамповки. Они осуществляют деформирование листового металла с постоянной скоростью. Для этих прессов не опасна перегрузка, недопустимая при работе на кривошипных прессах [4].

По технологическому назначению листоштамповочные гидравлические прессы подразделяют на прессы простого, двойного и тройного действия. Прессы

сы простого действия (с одним рабочим ползуном) предназначены для выполнения операций листовой штамповки: вырубки, пробивки, гибки, неглубокой формовки и вытяжки с прижимом фланца с помощью гидравлической подушки, встроенной в стол. Прессы двойного действия (с двумя - прижимным наружным и вытяжным внутренним ползунами) предназначены для операций глубокой вытяжки, требующих прижима фланца листовой заготовки. В прессах тройного действия кроме двух ползунов, как у прессов двойного действия, предусматривается дополнительный третий ползун в столе пресса для проведения операций глубокой вытяжки с противодавлением.

Привод прессов для штамповки листовых заготовок в холодном состоянии преимущественно насосный с насосами постоянной и регулируемой подачи. Для штамповки листа в горячем состоянии применяют насосно-аккумуляторный привод, обеспечивающий повышенную скорость рабочего хода.

Прессы одностоечные со средствами механизации и автоматизации обладают широкими технологическими возможностями. Их используют для выполнения монтажно-запрессовочных операций, листовой штамповки, гибки, отбортовки и вытяжки, прошивки, протяжки или калибровки отверстий; обработки неметаллических материалов и прессования металлопорошков. Прессы оснащают гидроподушкой, выполняющей функции нижнего выталкивателя и прижима заготовки при вытяжке, а также поворотными делительными столами и шиберными устройствами для штучных заготовок.

Прессы листоштамповочные отбортовочные с программным управлением предназначены для выполнения различных операций листовой штамповки: гибки листов в разных плоскостях и на разные углы в закрытых и открытых штампах (универсальная гибка); последовательной отбортовки труб и деталей типа днищ; гибки различных профилей; штамповки днищ; отбортовки фланцев и цилиндрических обечаек.

Прессы двухстоечные вытяжные простого действия предназначены для холодной вытяжки полых изделий из листа. С фронта пресса установлен механизм загрузки заготовки. Заготовки загружаются горизонтально, а механизм поворачивает их в вертикальное положение и переносит в зону штампа. Механизмы загрузки и выгрузки выполнены таким образом, что обеспечивают работу пресса как с одним, так и с двумя пуансонами.

Если производится вытяжка с обрезкой верхней части полуфабриката, за прессом устанавливается механизм удаления отхода. Для установки и смены инструмента прессы оборудованы консольным краном.

Прессы листоштамповочные двойного действия (колонные) предназначены для холодной и горячей вытяжки из толстого листа деталей типа днищ, сосудов, резервуаров, котлов и других деталей.

Пакетировочные прессы предназначены для уплотнения легковесного металлолома (отходов листоштамповочного производства) [4].

Пакетирование - это уплотнение легковесного лома с насыпной плотностью 0,2-0,35 т/м³ в пакеты массой 20-4000 кг. Конструкции гидравлических

пакетировочных прессов в зависимости от способа пакетирования делят на следующие основные группы: непрерывного действия; с двусторонним сжатием пакетов с закрывающейся крышкой; с двусторонним прессованием на окончательной ступени прессования; с трехсторонним прессованием пакетов во взаимно перпендикулярных плоскостях. Уплотнение лома осуществляется в три или четыре ступени прессования.

Брикетировочные гидравлические прессы - автоматы предназначены для холодного брикетирования чугуновой и мелкодробленой стальной стружки и подготовки ее для переплава.

Прессы могут быть также использованы для брикетирования мелкодробленой стружки цветных металлов с соответствующей заменой инструмента [4].

1.3 Классификация штампов

Штампы для листовой штамповки классифицируют по трем признакам: технологическому, конструктивному и эксплуатационному.

По технологическому признаку штампы разделяются на группы по роду выполняемых операций.

По совмещенности операций штампы бывают простыми (однооперационными) и комбинированными (многооперационными), выполняющими одновременно несколько операций.

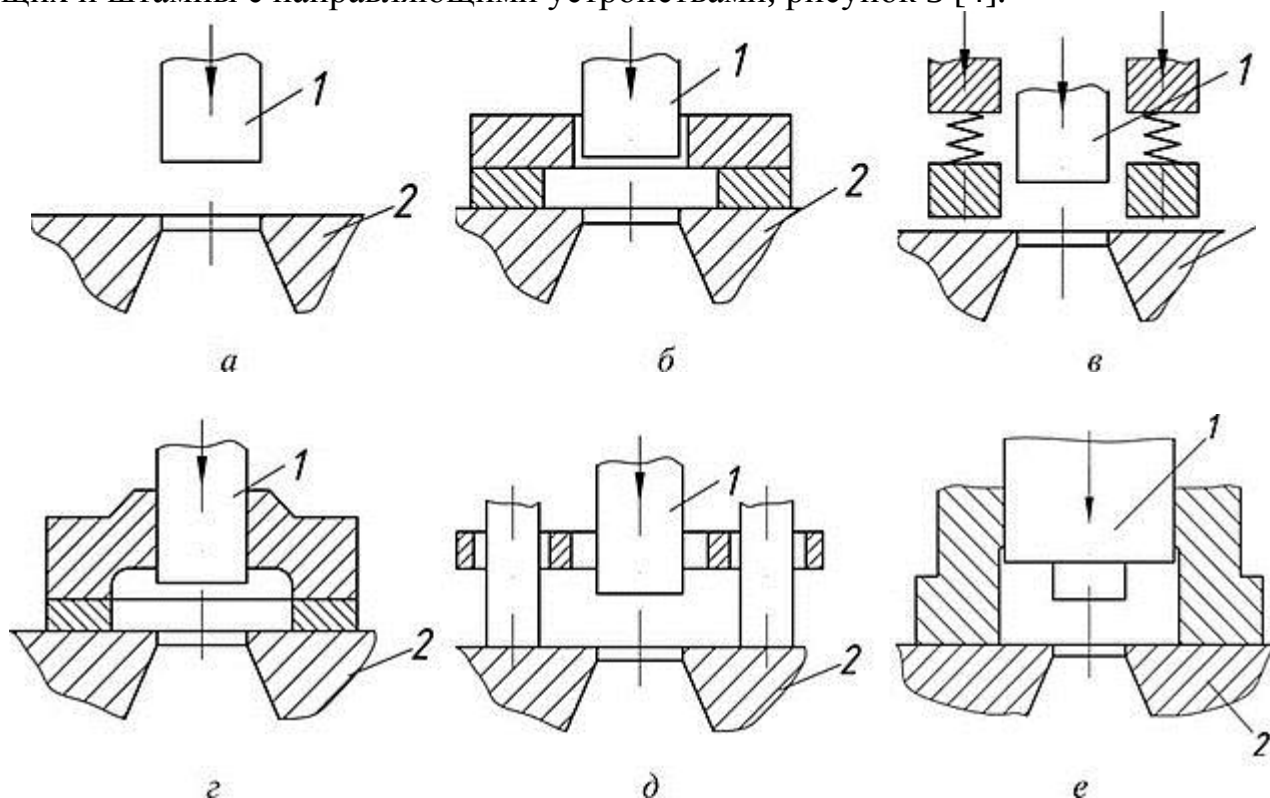
Комбинированные штампы подразделяются по характеру совмещения операций (переходов) во времени на следующие виды:

- последовательного действия, в которых изготовление детали производится за несколько переходов под различными пуансонами при последовательном перемещении заготовки;
- совмещенного действия, в которых изготовление детали производится за один ход прессы концентрированно расположенными пуансонами при неизменном положении заготовки;
- последовательно совмещенного действия, в которых изготовление детали происходит путем сочетания последовательной и совмещенной штамповки.

Однооперационные штампы следует применять лишь в мелкосерийном производстве или в случае невозможности технологического объединения операций.

Наиболее характерные типы совмещенных комбинированных штампов предусматривают совмещение таких операций, как вырубка и пробивка, обрезка и пробивка, отрезка и гибка, вырубка и вытяжка, вытяжка и пробивка, обрезка и формовка, вырубка, вытяжка и пробивка, вырубка и двукратная вытяжка и т. д. Существуют также конструкции штампов для совмещения четырех и более операций. Основные типы последовательных комбинированных штампов предусматривают такое сочетание операций: пробивка и вырубка, пробивка, чеканка и вырубка, пробивка, надрезка, гибка и отрезка, последовательная вытяжка и вырубка, последовательная вытяжка, пробивка, отбортовка и вырубка и др.

По конструктивному признаку штампы делят на штампы без направляющих и штампы с направляющими устройствами, рисунок 3 [4].



а - открытый; б - с неподвижным съемником; в - с подвижным съемником; г - с направляющей плитой, д - с направляющими колонками; е - с направляющим плунжером: 1 - пуансон, 2 – матрица

Рисунок 3 - Схемы устройства штампов [4]

Подразделение по способу направления относится к технологически различным типам штампов: вырубным, вытяжным, гибочным, а также комбинированным. Количество отдельных пуансонов может быть различно в зависимости от конструкции и технологии изготовления детали.

Штампы без направляющих более просты в изготовлении и имеют малые массу и габаритные размеры, но неудобны при установке, небезопасны в эксплуатации и обладают невысокой стойкостью. Штампы без направляющих применяются только в мелкосерийном и опытном производстве.

Штампы с направляющими просты и надежны в эксплуатации, удобны при установке, обладают повышенной стойкостью, но более сложны в изготовлении. Направляющими устройствами в штампах служат направляющие колонки (рисунок 3, д), направляющие плиты (рисунок 3, г) или направляющий плунжер. Такие штампы применяются в серийном, крупносерийном и массовом производстве.

Наибольшее распространение получили штампы с направляющими колонками, которые в большинстве случаев снабжаются неподвижным или подвижным съемником [4].

Штампы со свободным доступом в зону совмещения пуансона и матрицы называются открытыми (рисунок 3, а), а если эта зона закрыта, то закрытыми. Обе конструкции могут как иметь, так и не иметь направляющие. Закрытые штампы исключают попадание рук рабочего между пуансоном и матрицей, поэтому считаются более безопасными.

По эксплуатационному признаку, определяемому способами и приемами работ, штампы различаются: по способу подачи и установки заготовок, способу удаления деталей и по способу удаления отходов.

По способу подачи и установки заготовок различают штампы с ручной подачей и штампы с автоматической подачей, являющейся принадлежностью штампа или прессы.

Штампы с ручной подачей отличаются один от другого лишь конструкцией применяемого упора или фиксатора, а штампы с автоматической подачей различаются по типу подачи ленты или штучных заготовок.

По способу удаления деталей различают следующие типы штампов:

- с провалом через отверстие матрицы;
- с обратной вставкой в ленту и удалением вместе с ней;
- с обратным выталкиванием на поверхность штампа и ручным удалением;
- с обратным выталкиванием и автоматическим удалением (сбрасыванием).

Обратное выталкивание осуществляется от пружин выбрасывателя или выталкивателя, от буфера или от прессы. Эти различия по способу удаления деталей одновременно являются и конструктивными, так как в значительной степени определяют конструкцию штампов [4].

1.4 Основные технологии листовой штамповки

Процедура разработки технологического процесса листовой штамповки включает анализ конструкции детали, выбор основных операций технологического процесса изготовления детали, определение формы и размеров заготовки, выбор оптимального варианта раскроя, расчет переходов и операций штамповки, выбор типа и модели оборудования, а также вида технологической оснастки. При этом разрабатываются или согласовываются дополнительные виды обработки детали - сварка, пайка, окраска и т. д.

Проектирование технологического процесса и оснастки начинается с анализа чертежа заданного изделия. Основная задача, решаемая на этом этапе, - обеспечение технологичности конструкции изделия с точки зрения применения прогрессивных технологических процессов и достижения оптимальной себестоимости.

При выборе оптимальных параметров штамповки учитывают требования к точности выполнения всех элементов формы детали. В зависимости от задан-

ного объема выпуска детали уточняют ее конструкцию, технологию изготовления, а также вид оборудования и инструмента [4].

Технологичность конструкции зависит от типа производства. Конструкции деталей, технологичные для мелкосерийного производства, могут быть нетехнологичны для серийного производства. Обычно при переходе от меньшего объема выпуска к большему конструкция детали изменяется. При большей разнице объемов выпуска конструкция детали подвергается коренной переработке.

В крупносерийном и массовом производстве деталям придают более благоприятную форму для обеспечения минимального числа операций и расхода металла, а также снижения стоимости и повышения долговечности штампов.

В условиях мелкосерийного производства стоимость оснастки значительно влияет на себестоимость продукции, поэтому затраты на проектирование и изготовление оснастки должны быть минимальными. В этих случаях следует применять штамповку по элементам, в упрощенных и универсальных штампах.

При проработке конструкции детали на технологичность стремятся уменьшить ее массу. Рекомендуется использование гнутых профилей, а при введении в конструкцию детали таких элементов, как ребра жесткости, фланцы и пр. уменьшается толщина исходной заготовки, а, следовательно, экономится металл.

В значительной мере снизить себестоимость деталей может правильный выбор исходного металла по толщине и физико-механическим свойствам; в частности, применение горячекатаной стали вместо холоднокатаной позволяет снизить затраты на металл.

Анализ и оценку различных вариантов технологических процессов необходимо сопровождать экономическим расчетом с определением себестоимости детали. Технологичность конструкции должна обеспечивать не только наличие контуров вырубаемой детали для безотходной или малоотходной вырубки, но и качественную пробивку, гибку, последующую сборку с деталями и ряд других операций.

Конструкция детали должна обладать высокими эксплуатационными качествами. Если производство детали, успешно работающей в конструкции машины или прибора, связано с большим выходом брака, низкой стойкостью штампов, то такая деталь нетехнологична.

Конфигурация вырезаемого контура детали и форма отверстий должны быть простыми, с минимальным числом размеров. Стороны вырубаемого контура должны сопрягаться плавными кривыми. Когда деталь представляет собой готовое изделие, ее следует изготовить с менее жесткими допусками, чем деталь, подлежащую сборке с другими деталями. При этом необходимо знать, какую функцию деталь выполняет в изделии и каким нагрузкам она подвергается.

Следует стремиться к пробивке круглых отверстий, получение которых проще, чем овальных, квадратных или неправильной формы. Отверстия в виде удлиненных прорезей позволяют применять менее жесткие допуски для изогнутых деталей [4].

При необходимости пробивки большего числа отверстий желательно, чтобы они были одинаковой формы и размеров, что сокращает номенклатуру рабочих частей штампов. Важно учитывать взаимное расположение отверстий. Уменьшение расстояния между отверстиями может привести к разрывам перемычек между ними, выпучиванию или выворачиванию края детали.

При проектировании формоизменяющих операций необходимо учитывать следующее. При гибке внешние слои металла заготовки растягиваются, внутренние - сжимаются, а в зоне изгиба материал утоняется, тем больше, чем меньше радиус изгиба. Уменьшение радиуса изгиба приводит к росту напряжений во внутренних и наружных слоях металла, которые могут быть причиной разрушения заготовки при изгибе. Основные факторы, обеспечивающие оптимальное проведение вытяжки, отсутствие брака и высокую стойкость инструмента, - правильно выбранный материал заготовки и рациональная конструкция детали. От материала во многом зависит получение качественной детали, так как допустимый коэффициент вытяжки и максимальная глубина вытягиваемого изделия ограничиваются значением временного сопротивления разрыву материала. Изготавливаемые вытяжкой детали должны иметь простую форму: цилиндрическую, ступенчатую, в виде тел вращения, прямоугольную, причем большая сторона детали прямоугольной формы не должна превышать трех длин меньшей стороны.

Глубину детали и конфигурацию ее отдельных участков следует устанавливать исходя из условий вытяжки. Следует избегать глубоких деталей с широким фланцем, изготовление которых возможно только за несколько операций вытяжки.

У полых деталей, получаемых вытяжкой, особое значение придается радиусам сопряжений дна, стенок и фланца, соотношению размеров, характеризующих поперечное сечение и высоту вытягиваемой детали. От радиуса закругления вытяжкой кромки матрицы зависят напряжения в вытягиваемом материале, допустимый коэффициент вытяжки, гофрообразование и вероятность разрушения металла заготовки.

Крупногабаритные облицовочные детали, особенно лицевые панели кузова, должны быть транспортабельными. Для уменьшения трудоемкости сборки и сварки такие детали, как усилители капота, крышки багажника, панели боковины, панели двери, должны быть цельноштампованными (без сварки). Панели, детали кузова и шасси везде, где возможно, должны иметь технологические отверстия и рельефные выступы, отбортованные кромки и другие элементы, необходимые для установки и взаимного фиксирования собираемых деталей без дополнительной технологической оснастки. В чертежах облицовочных деталей должны быть перечислены размеры поверхности, отверстия, подлежащие контролю [4].

После изменения конструкции детали определяют форму и размеры заготовки листа (рулона), а также расход металла при наилучшем варианте его использования. На этом этапе также могут вноситься изменения в конструкцию детали с целью обеспечения оптимального раскроя. После этого выбирается

наиболее рациональный технологический процесс изготовления детали, который должен обеспечивать вид, число и последовательность основных операций штамповки, дополнительных операций (отжиг, травление), доделочных (галтовка, правка, механическая обработка, нарезка резьбы), гальванических, сборочных и сварочных операций, операций контроля и назначение мерительного инструмента.

При разработке технологического процесса рассчитывают усилия штамповки по переходам и устанавливают типы, усилие, мощность и размеры рабочего пространства технологического оборудования. Кроме того, определяют конструкции штампов, средства механизации и автоматизации, разрабатывают мероприятия, обеспечивающие безопасность работы.

Проектирование технологического процесса включает мероприятия по организации рабочих мест, определение трудоемкости изготовления детали, числа и квалификационного разряда основных производственных рабочих.

Критерий оптимального выбора варианта технологического процесса - минимальная себестоимость детали. После выбора варианта технологического процесса изготовления детали оформляют технологическую документацию - графические и текстовые документы, определяющие технологический процесс изготовления изделия и маршрут прохождения его по цехам предприятия. Основные технологические документы - маршрутная карта, карта технологического процесса в совокупности с другими технологическими документами - картой эскизов, ведомостью оснастки и прочими, полностью и однозначно определяют технологический процесс изготовления детали.

В маршрутную карту вносят описание технологического процесса изготовления изделия по всем операциям (включая контрольные и транспортные) в технологической последовательности. В ней приводятся сведения о применяемом оборудовании, оснастке, материальных (масса исходной заготовки, масса детали, норма расхода материала) и трудовых (норма времени и расценок) нормативах.

Карта технологического процесса содержит описание технологического процесса изготовления изделия по всем операциям одного вида работ (раскрой и отрезка заготовок или холодная штамповка), выполняемых в одном цехе в технологической последовательности. В карте приводятся данные об оснастке, материальных и трудовых нормативах. Технологические документы оформляются в соответствии с ЕСТД.

Карта эскизов содержит эскизы, схемы и таблицы, необходимые для выполнения процесса, и операции (перехода) изготовления детали. В ней указывают данные, необходимые для выполнения технологического процесса, - размеры, предельные отклонения, технические требования и др. в виде эскизов, схем и таблиц.

На основании технологических карт разрабатывается схема расположения оборудования, средств механизации и автоматизации в цехе (участке).

После утверждения технологических документов выдаются задания на приобретение оборудования и заказы на оснастку и необходимые материалы.

При выборе модели машины исходят из следующих данных: объема производства, размеров деталей, усилия штамповки [3].

От объема производства зависит выбор модели оборудования, типа инструмента. При выборе модели пресса учитывают кроме усилия и мощности и другие факторы, которые при определенных условиях могут иметь решающее значение, - это величина хода, число ходов в минуту кривошипного пресса или скорость перемещения ползуна гидравлического пресса, закрытая высота, размеры ползуна и стола пресса, размер отверстия в столе пресса машин и т. д.

Чтобы точнее определить размер или модель пресса, номинальные усилия или параметры предусматриваются техническими характеристиками [4].

2 ADEM CAD/CAM

Обычно CAD/CAM-системы являются специализированными программными продуктами для решения локальных задач: черчения, моделирования, написания техпроцессов, программирования ЧПУ и т. п. Каждая из таких систем может быть сверх эффективной в своей области.

Но когда встает вопрос о подготовке производства в целом, который можно решить только интегрировав весь научно-технический потенциал в единый механизм, выясняется, что локальные преимущества совсем не гарантируют общую эффективность. Кроме проблемы обмена данными между разнородными программными продуктами с различными внутренними представлениями информации есть и более серьезное препятствие на пути достижения цели. Оказывается, что для эффективного решения комплексной задачи, идеология программных компонент системы должна иметь серьезные отличия от той, что применяется в отдельных продуктах для решения частных задач.

Программные продукты, предназначенные для комплексной автоматизации подготовки производства, называются интегрированными CAD/CAM системами. Они, как правило, предоставляют пользователю единое проектно-конструкторско-технологическое пространство. Подчиненные главной цели, входящие в них компоненты сделаны, подобраны и «притерты» таким образом, чтобы обеспечить сквозные процессы проектирования с максимальным эффектом.

Если рассматривать интегрированный CAD/CAM, то прежде всего следует обратить внимание на возможности совмещения плоского и объемного моделирования с системой технологической подготовки производства. Система ADEM изначально была ориентирована на подобную организацию работы, однако исторически сложившаяся структура имела ряд особенностей. Система логически была разделена на три основных модуля ADEM-CAD, ADEM-CAM, ADEM-TDM. Все три модуля появились в системе практически одновременно, в начале 90-х. Если назначение первых двух модулей в то время не вызывало особых вопросов, то название ADEM-TDM был достаточно новым, хотя назначение модуля было знакомо многим - выпуск технической документации.

Работая в единой среде с чертежно-графической частью, TDM позволяет быстро и эффективно оформлять конструкторскую спецификацию, карты техпроцесса с операционными эскизами для любого вида производства (механообработка, сборка, сварка и пр.) и всевозможные ведомости и документы, сопутствующие всему процессу проектирования. Несмотря на то, что все модули работали на единой базе данных и были достаточно тесно связаны между собой, развитие гибридного объемного моделирования и расширение возможностей технологической части системы заставил нас несколько переосмыслить степень интеграции и общую организацию системы.

Во-первых, опыт работы в едином 2D/3D пространстве проектирования в версиях 6 и 7 позволил сформулировать круг задач и понять возможности, которые открываются перед технологами - пользователями CAM части системы

ADEM. Теперь для проектирования ЧПУ-программ возможно использовать в одном проекте все многообразие геометрических элементов: тела, грани, ребра и плоские элементы (рисунок 4.). Принципиально новые возможности работы с геометрией пришли с появлением твердотельных моделей. На их основе можно получать данные о топологии детали и автоматически определять такие технологические параметры, как глубина обрабатываемого элемента, угол наклона стенки, тип отверстия и др. Таким образом, система стала более интеллектуальной, определяя самостоятельно часть параметров [5].

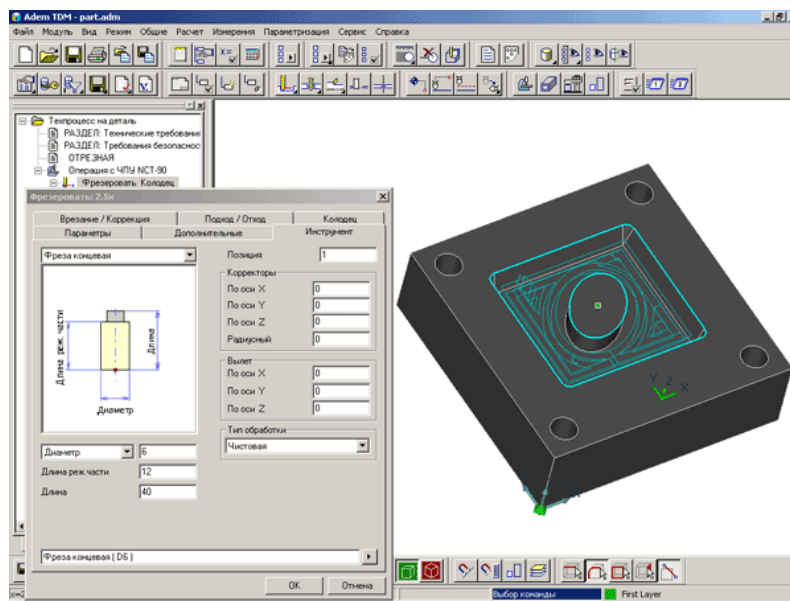


Рисунок 4 - Задание обработки с объемной модели [5]

Во-вторых, TDM со временем расширил свои возможности и стал выполнять функции системы управления и планирования производственных процессов.

Это послужило основой для создания новой версии CAD/CAM/CAPP системы ADEM версии 8.0, которая позволит не только автоматизировать, но и координировать весь процесс подготовки производства от проектирования и конструирования до выхода готовых изделий. Поэтому в определении ADEM, как интегрированной системы, добавилась и третья важная составляющая – CAPP-автоматизированное планирование (проектирование) производственных процессов [5].

В новой версии TDM изменит свое положение в структуре системы. Теперь он станет основой управления всей технологической частью независимо от видов оборудования и способов производства. Идея единого пользовательского интерфейса наиболее полно решена при проектировании технологических процессов (ТП). Особенностью является единое технологическое пространство. Под этим понимается единый технологический процесс, включающий в себя программные операции для станков с ЧПУ, операции на универсальное оборудование и вспомогательные операции. Иными словами, в одном

пространстве объединяется работа технолога и технолога-программиста. Данное преимущество позволяет более гибко использовать систему ADEM в технологическом проектировании. Каждый объект может содержать связанную с ним геометрическую информацию, которая отображается в основном окне. Таким образом, обеспечивается концепция единого конструкторско-технологического пространства. Для обычных операций геометрическая информация используется для скалывания обрабатываемых размеров и создания операционных эскизов, для операций с ЧПУ – в качестве исходной информации для проектирования траектории движения.

Единое конструкторско-технологическое пространство и перевод технологического модуля на объектно-ориентированную основу позволили пересмотреть принципы формирования траектории движения инструмента. Раньше для обеспечения актуальности и целостности модели приходилось пересчитывать весь маршрут обработки, что приводило иногда к значительным потерям времени. Теперь, если конструктор или технолог вносят изменения в соответствующие части единой модели, ADEM точно знает и даже сообщает пользователю, какие объекты технологической базы данных подверглись модификации, пересчитывая только эти объекты. Такая стратегия позволила существенно сократить сроки разработки ЧПУ-программы, оставляя пользователей в привычном для них едином пространстве, сохранив при этом все преимущества ассоциативных связей между конструкторской и технологической моделями.

Параллельно с перестройкой общей организации технологического модуля в системе ADEM продолжалось бурное развитие возможностей программирования станков с ЧПУ.

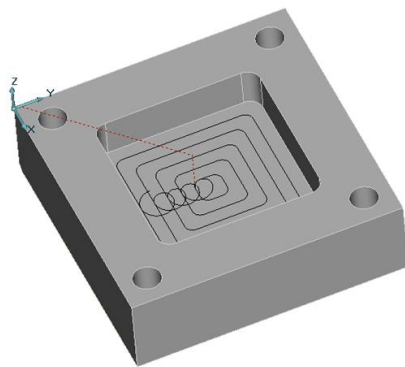


Рисунок 5 - Черновая высокоскоростная обработка (сглаженная траектория) [4]

Первым этапом стала модернизация существующих схем фрезерования, обеспечивающих гладкую траекторию при черновой выборке и при подходе/отходе к контуру. Была доработана схема спирального врезания, обеспечивающая плавное вхождение инструмента в материал с одновременным выходом на траекторию обработки [5].

Одной из новых возможностей системы стал анализ геометрии модели. Эта функция позволяет производить проверку достаточности геометрической

информации для подготовки производства и соответствие модели тому, что задумал конструктор.

Практика показывает, что подобный анализ крайне важен не только с точки зрения технических аспектов, но и помогает решить задачу преодоления структурных барьеров между подразделениями. Если конструктор на этапе проектирования уже видит проблемы, которые возникнут при подготовке производства, он может принимать иные методы и решения, обеспечивая тем самым корректную информационную базу для изготовления изделия.

Еще более серьезной оценкой технологичности конструкции является применение на этапах проектирования функциональности модуля ADEM CAM. Работая в едином конструкторско-технологическом пространстве, пользователь имеет возможность самостоятельно изготовить виртуальную деталь по всем законам механообработки, и оценить технологичность, используя качественные и количественные параметры. Интеграция конструкторских и технологических задач на базе одного программного комплекса позволяет получить уникальный инструмент, в котором сплетены математические методы, технический интеллект и производственный опыт. Оснащение этим инструментом содействует переходу от локальной к общей эффективности цикла проектирования и подготовки производства. Проще говоря, единое пространство для мыслей – основа коллективной работы для достижения главной цели [5].

3 Технологический процесс изготовления крепления

Деталь имеет сложную форму, поэтому, для получения наибольших коэффициентов раскроя и использования материала необходимо правильно выбрать размеры листа и схему раскроя для изготовления необходимой заготовки, рисунок 6.

Деталь «Крепление» имеет сложную конфигурацию, поэтому ее можно изготовить следующим образом:

- 1 пробивка отверстий и вырубка контура детали;
- 2 гибка во втором штампе с одним переходом.

На рисунке 6 представлен чертеж детали

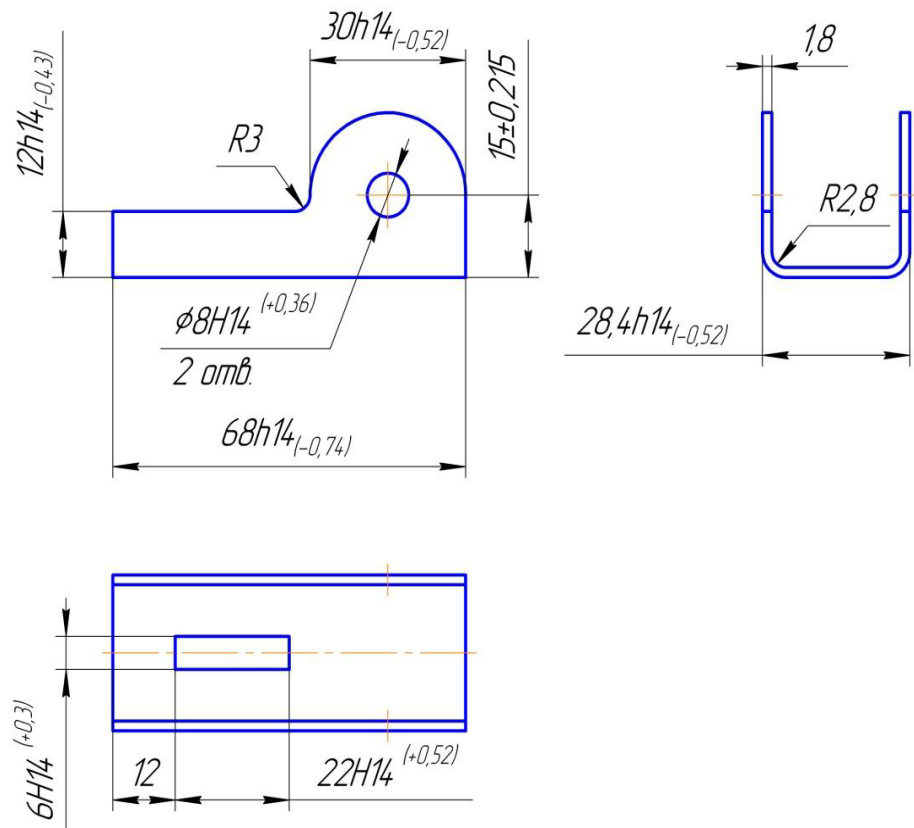


Рисунок 6 - Чертеж детали

3.1 Расчет заготовки (развертка)

Для получения размеров заготовки (развертки) необходимо определить длину криволинейных участков детали. Длина криволинейных участков определяется по длине нейтрального слоя (нейтральной линии), который смещен в сторону сжатых волокон (к центру закругления).

Длина нейтрального слоя в изогнутом участке (при гибки на 90°) определяется по следующей формуле [3]:

$$l_0 = \frac{\pi}{2}(r + xS), \quad (1)$$

где l_0 – длина нейтрального слоя;

x – коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя, он равен 0,44;

S – толщина материала, $S = 1,8$ мм.

Длина нейтрального слоя будет равна [3]:

$$l_0 = \frac{\pi}{2}(r + xS) = 1,57(2,8 + 0,47 \cdot 1,8) \approx 5,65, \text{ мм.}$$

Общая длина развертки складывается из длин прямолинейных участков и длин криволинейных участков. У нашей детали три прямолинейных участка и два криволинейных участка. Для того, чтобы определить величины l_1 и l_3 , необходимо пересчитать размеры с несимметричными допусками в симметричные. Пересчет в симметричные допуски будет проводиться для двух размеров [3]:

$$28,4_{-0,52} \rightarrow 28,66 \pm 0,26 \text{ мм,}$$

$$R2,8^{+0,25} \rightarrow R2,925 \pm 0,125 \text{ мм.}$$

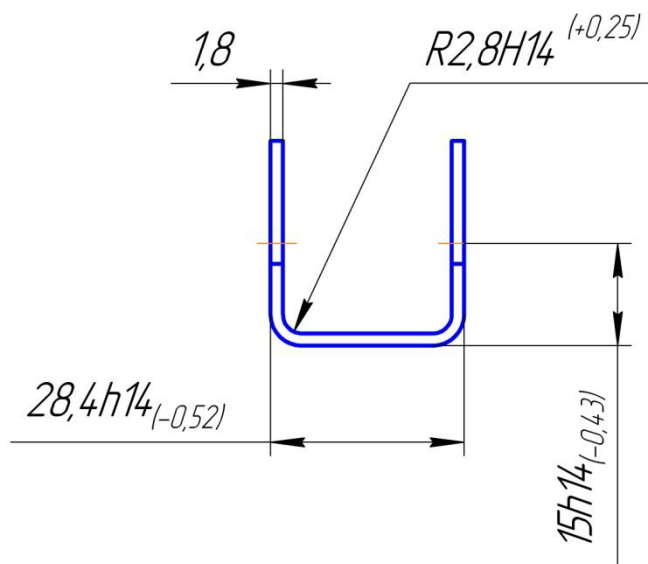


Рисунок 7 - Определение размеров для расчета развертки

Теперь определим неизвестные размеры (по чертежу детали) [3]:

$$l_1 = (15 + 15) - S - R = 30 - 1,8 - 3,6 = 25,4 \text{ мм,}$$

$$l_2 = 28,66 - 2(S - R) = 28,66 - 2(1,8 + 3,6) = 19,2 \text{ мм.}$$

Теперь известны все данные для расчета длины развертки:

$$L = 2l_1 + 2l_0 + l_3 = 2 \cdot 10,61 + 2 \cdot 9,18 + 4,085 = 43,67 \text{ мм} \quad (2)$$

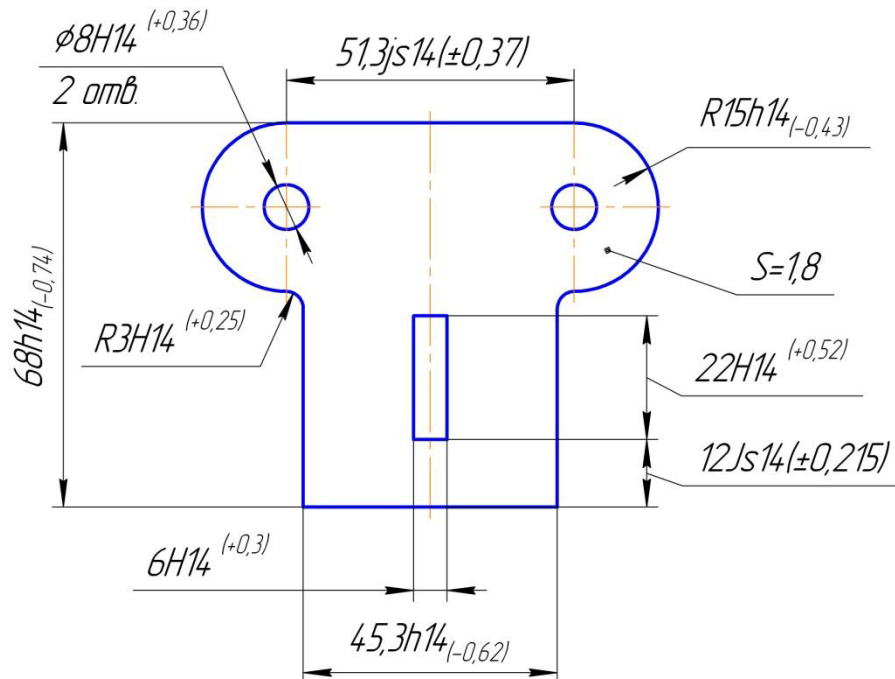


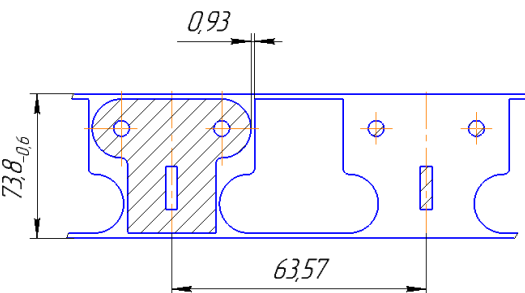
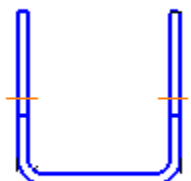
Рисунок 8 - Развертка детали «Крепление»

Технологический процесс изготовления детали «Крепление» представлена в таблице 1. Данная таблица показывает основные операции при изготовлении данной детали.

Таблица 1 - Технологическая карта изготовления детали [3]

№	Операция	Эскиз	Инструмент
05	Отрезная		Ножницы гильотинные.

Продолжение таблицы 1

№	Операция	Эскиз	Инструмент
10	Штамповочная (вырубка +пробивка)		Пресс КД2128
15	Галтовочная		Барaban галтовочный.
20	Гибочная		Пресс КД2128
25	Контрольная		Стал ОТК

На рисунке 9 представлена 3D модель данной детали

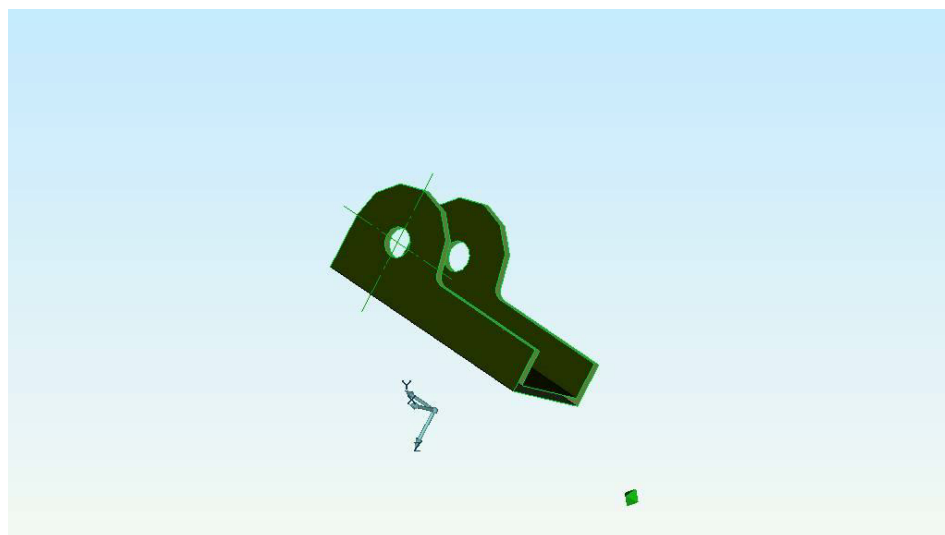


Рисунок 9 – 3D модель крепления

4 Технологический процесс изготовления крышки ступицы

Данная деталь является технологичной. Её поверхность представляет собой тело вращения. Все цилиндрические поверхности можно легко получить точением и шлифованием. Радиусы скругления получаются при холодной листовой штамповке. Отверстия высокой точности получают сверлением с последующим зенкерованием и развёрткой. Исходным материалом будет являться листовой прокат толщиной 10 мм. Листовой прокат обрезают до необходимых размеров заготовки, и с помощью вытяжки без утончения стенок получают полную пространственную деталь с требуемыми размерами. Опять же для обеспечения необходимой точности поверхностей, на токарном станке производят доводку внешнего диаметра. Листовой прокат получают на прокатном производстве. Сущность прокатного производства заключается в том, что металл пластически деформируется вращающимися валками. Взаимное расположение валков их форма и количество могут быть разными. Выделяют три основных вида прокатки: продольную, поперечную и поперечно-винтовую. При изготовлении листового проката используют продольную прокатку. Полученной заготовке нужно придать форму стакана, пространственной детали цилиндрической формы с фланцем. Для этого проводят операцию вытяжки без утонения стенок.

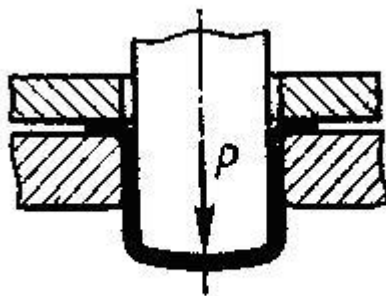


Рисунок 10 – Схема вытяжки детали

Сущность процесса заключается в том, что вырубленную заготовку укладывают на плоскость матрицы. Пуансон надавливает на центральную часть матрицы и смещает в отверстие матрицы. Центральная часть заготовки тянет за собой периферийную, которая образует стенки вытянутой детали и её фланец. Но при определённом соотношении диаметров заготовки и вытянутой детали на фланце могут возникнуть складки. Для предотвращения появления складок применяют прижим, с определённой силой прижимающий фланец заготовки к плоскости матрицы. После проведённых операций получаем цилиндрический стакан с фланцем.

Длина заготовки определяется в соответствии с чертежом детали, рисунок 11

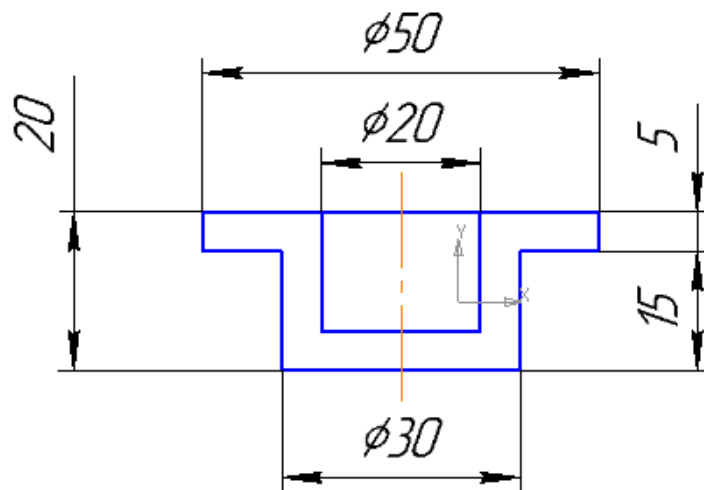


Рисунок 11 – Чертеж крышки

4.1 Расчет заготовки

Определить размер при вытяжке круглых деталей. Диаметр заготовки определяется по формуле [1]:

$$D = \sqrt{d_1^2 + 2l \cdot (d_1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2},$$

$$D = \sqrt{30^2 + 2 \cdot 15 \cdot (30 + 20) + 50^2 - 20^2} = \sqrt{4500} = 67 \text{ мм.}$$

Диаметр заготовки равно D=67 мм, рисунок 11.

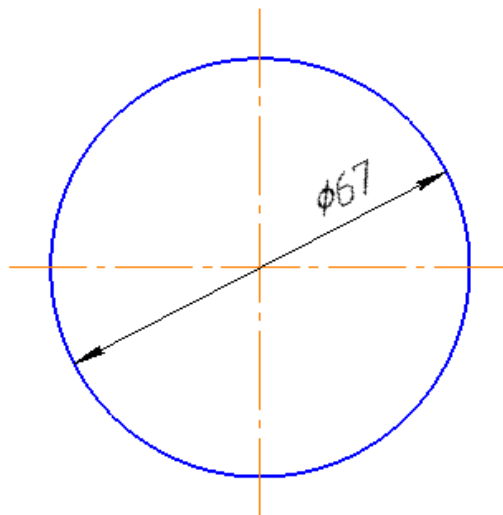
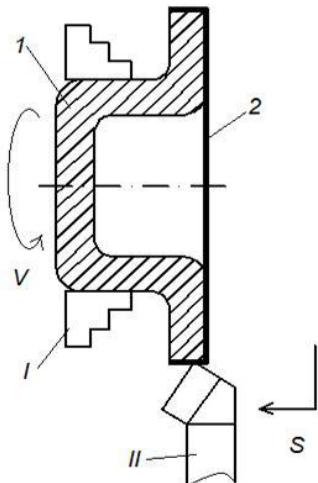
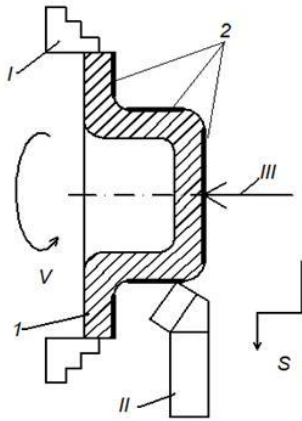
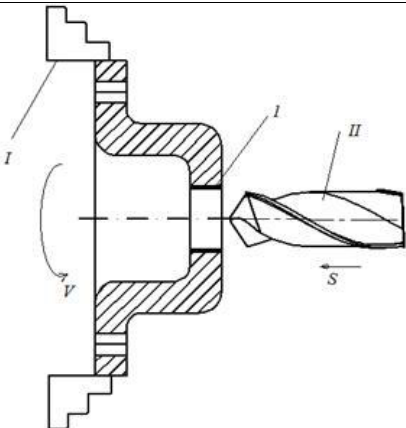


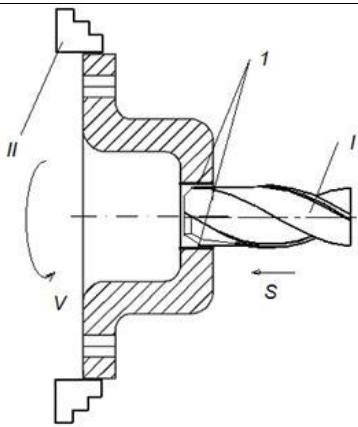
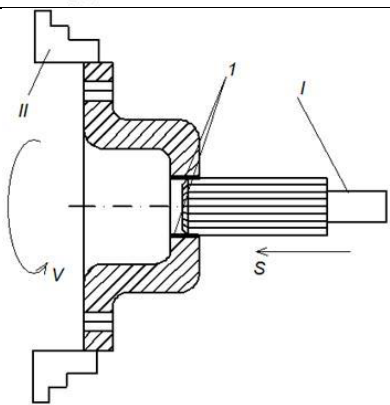
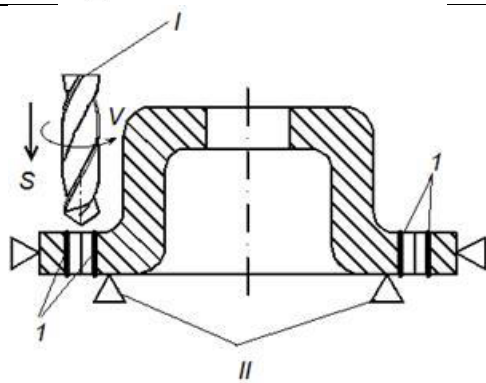
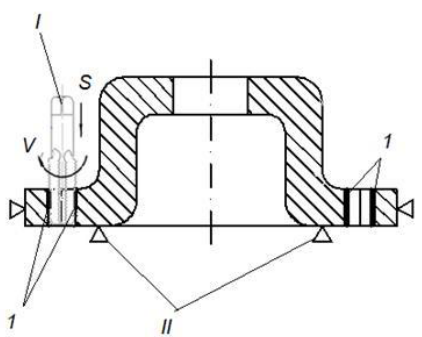
Рисунок 12 – Диаметр заготовки

Технологический процесс изготовления детали «Крышка ступицы» представлена в таблице 2. Данная таблица показывает основные операции при изготовлении данной детали.

Таблица 2 - Технологическая карта изготовления детали

№	Операция	Эскиз	Инструмент
05	Обработка фланца на токарно-винторезном станке		Проходной резец
10	Обработка цилиндрической поверхности на токарно-винторезном станке		Проходной резец
15	Сверление отверстия		Спиральное сверло

Продолжение таблицы 2

№	Операция	Эскиз	Инструмент
20	Зенкирование отверстия		Зенкер
25	Развертывание отверстия		Развертка
30	Обработка заготовки на вертикально-сверлильном станке		Спиральное сверло
35	Нарезание резьбы М8		Метчик для нарезки резьбы М8

На рисунке 13 представлена 3D модель крышки ступицы

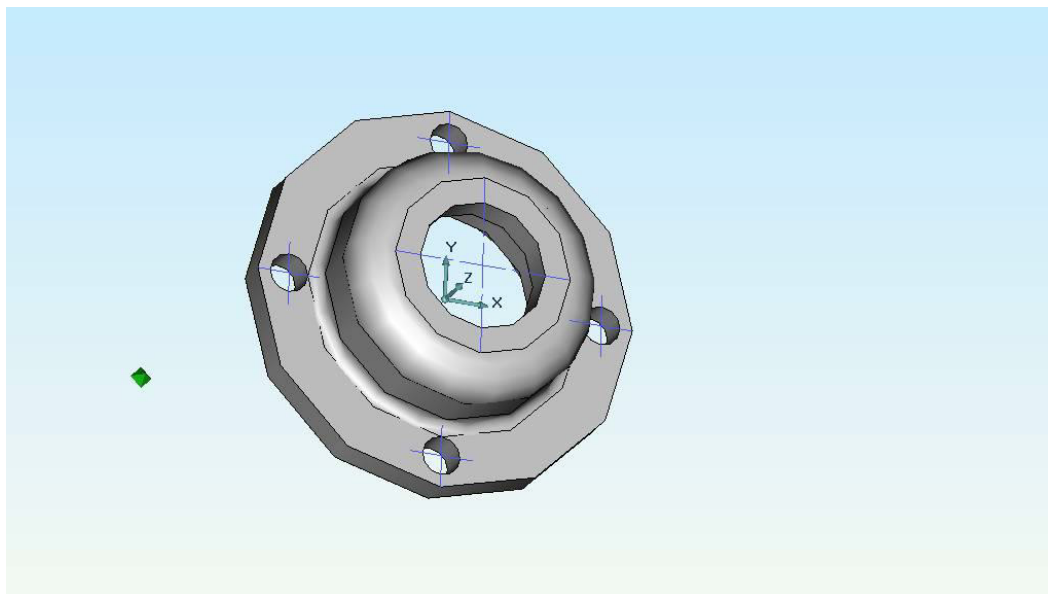


Рисунок 13 – 3D модель детали «Крышки ступицы»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе были рассмотрены технологии холодной листовой штамповки. Совершенствование любого производства в настоящее время связано с его автоматизацией, созданием робототехнических комплексов, широким использованием вычислительной техники, применением станков и числовым программным управлением.

Для повышения производительности труда прессы для листовой штамповки оснащают устройствами, механизмирующими подачу заготовки к рабочему инструменту и удаление отштампованных деталей от прессы. Подобные устройства резко увеличивают производительность труда, делают труд рабочего более безопасным, исключая манипулирование заготовкой в опасной зоне штампа. В штамповочных цехах начинают применять работы, которые по программе осуществляют движения, аналогичные движениям руки человека при манипулировании заготовкой в процессе штамповки.

Был разработан технологический процесс изготовления деталей «Крепление» и «Крышка ступицы» с использованием САПР программ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Головин В. А. и др. Технология и оборудование холодной штамповки: Учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Ковочно-штамповочное производство» /В. А. Головин, Г. С. Ракощиц, А. Г. Навроцкий. М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.: ил.

2 Зубцов М. Е. Листовая штамповка: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением». – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с., ил.

3 Романовский В.Г. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение, 1979-520с.

4 https://studref.com/326558/tehnika/oborudovanie_listovoy_shtampovki

5 <https://adem.ru/press/atricles/2003-08-13/>