

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»

Рамазанов Ихтияр Абдутагыпович

Проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки
деталей «Пластины» и «Защитный колпачок» 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 имени А.Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
СМнТМП, PhD, ассоц. проф.
Арымбеков Б.С.
« 26 » 04 2019г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Проектирование технологического процесса холодной листовой
штамповки деталей «Пластины» и «Защитный колпачок» с использованием
САПР программ»

по специальности: 5В071200 - Машиностроение

Выполнил

Рамазанов И.А.

Рецензент
Кандидат технических наук,
ассоциированный профессор
(должность, уч. степень, звание)

Смаилова Г.А.
(подпись) Ф.И.О

« 27 » 04 2019г.

Научный руководитель
Кандидат технических наук,
ассоциированный профессор
(должность, уч. степень, звание)

Орлова Е.П.
(подпись) Ф.И.О

« 26 » 04 2019г.



Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский-технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии имени А.Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
СМиТП, PhD, ассоц.проф.
 Арымбеков Б.С.
« 6 »  2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Рамазанов Ихтияр Абдугалыпович

Тема: Проектирование технологического процесса холодной листовой
штамповки деталей «Пластины» и «Защитный колпачок» с использованием
САПР программ

Утверждена приказом Ректора Университета № 1252-б от «6» ноября 2018 г.
Срок сдачи законченной работы «30» апреля 2019 г.

Исходные данные к дипломной работе: проектирование технологического
процесса холодной листовой штамповки детали «Пластина» и «Защитный
колпачок»

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Описание и принцип работы холодной листовой штамповки
- б) Технологический процесс холодной листовой штамповки детали «Пластина»
- в) Технологический процесс холодной листовой штамповки детали «Защитный колпачок»

Перечень графического материала: технологическая сборка – 2 листа формата
А3, технологический процесс – 2 листа формата А3,
представлены 14 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: из 4 наименований


- а) Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. Ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил.
- б) Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и. доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд – ние, 1979. – 520 с., ил.


ГРАФИК
подготовки дипломной работы

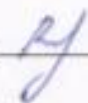
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Поиск информации Список литературы	5.02.19 - 28.02.19	Выполнено
Общие сведения о холодной листовой штамповке	1.03.19 - 15.04.19	Выполнено
Проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки детали «Пластина»	17.04.19	Выполнено
Проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки детали «Защитный колпачок»	20.04.19	Выполнено

Подпись

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

Наименование разделов	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Лектор Карпеков Р.К.	27.04.2019	

Научный руководитель _____  Орлова Е.П.

Задание принял к исполнению обучающийся _____  Рамазанов И.А.

Дата _____ "7" апреля 2018 г.

АННОТАЦИЯ

В данной работе были рассмотрены вопросы разработки технологии изготовления типовых деталей холодной листовой штамповкой. Проанализированы операции технологического процесса. Технологический процесс холодной штамповки состоит из этапов, которые связаны с характером деформационной операции и зависят от вида используемого штампового оборудования. Было выяснено, что для получения штампованных изделий холодным способом в качестве материала используют полосы, листы и тонкую ленту в основном из низкоуглеродистых и легированных пластичных сталей, а так же медных, латунных, алюминиевых, магниевых, титановых и других пластичных сплавов. Для достижения определенной формы заготовки используют различные операции холодной штамповки. Их подразделяют на разделительные и формоизменяющие воздействия.

Что важно, изделия, изготовленные по данной технологии, отличаются точностью своих геометрических параметров и высоким качеством сформированной поверхности, поэтому не нуждаются в дальнейшей обработке. Процесс выполнения холодной штамповки можно легко автоматизировать, что дает возможность изготавливать продукцию с его помощью с высокой производительностью.

АНДАПТА

Бұл жұмыста типтік бөлшектерді суық беттік қалыптау арқылы дайындау технологиясын әзірлеу мәселелері қарастырылды. Технологиялық процесстің операциялары талданды. Суық күйде қалыптаудың технологиялық процесі деформациялық операцияның сипатына және қолданылатын қалыптау жабдығының түріне байланысты кезеңдерден тұрады. қалыптық бұйымдарды суық тәсілмен алу үшін материал ретінде негізінен төмен көміртекті және қосындыланған пластикалық болаттан, сондай-ақ, мыс, жез, алюминий, магний, титан және басқа да пластикалық қорытпалардан жасалған тілкемдер, табақтар және жұқа таспа қолданылатыны анықталды. Дайындаманың белгілі бір түріне жету үшін түрлі суық қалыптау операциялары қолданылады. Олар бөлгіш және формоөзгергіш әсерлер болып бөлінеді.

Ең маңыздысы, осы технология бойынша дайындалған бұйымдар өзінің геометриялық параметрлерінің дәлдігімен және қалыптасқан бетінің жоғары сапасымен ерекшеленеді, сол себепті одан әрі өндеуді қажет етпейді. Суық қалыптау процесінің орындалуын оңай автоматтандыруға болады, бұл өнімді оның көмегімен жоғары өнімділік пен дайындауға мүмкіндік береді.

ANNOTATION

In this paper, we considered the development of technology for manufacturing standard parts by cold-sheet stamping. Process operations analyzed. The process of cold forming consists of stages that are associated with the nature of the deformation operation and depend on the type of die equipment used. It was found that to obtain cold-formed forged products, strips, sheets and thin strips are used as materials mainly from low carbon and alloyed ductile steels, as well as copper, brass, aluminum, magnesium, titanium and other plastic alloys. To achieve a certain shape of the workpiece, various cold stamping operations are used. They are divided into separation and form-changing effects.

What is important, products manufactured using this technology are distinguished by the accuracy of their geometrical parameters and high quality of the formed surface, therefore they do not need further processing. The process of cold stamping can be easily automated, which makes it possible to manufacture products with its help with high productivity.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Обзор реализации отопительной системы транспортных средств	10
1.1 История тепла в автомобилях	10
1.2 Обзор электрических схем реализации отопительной системы транспортных средств	13
1.3 Недостатки схемных решений релейно - контакторных схем	16
1.4 Обзор микропроцессорных средств типа Arduino	18
2 Конструкторская часть	22
2.1 Выбор микроконтроллера	22
2.2 MOS модуль	24
2.3 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)	26
2.4 Arduino Ethernet Shield	29
2.5 Нихромовый проводник	31
2.6 Система питания	34
2.7 Беспроводной маршрутизатор	35
2.8 Расчет надежности проектируемого устройства	37
3 Программная часть	40
3.1 Среда разработки программы Arduino IDE	40
3.2 Схема подключения устройств к ArduinoUno	41
3.3 Алгоритм и блок-схема программы	42
4 Охрана труда	43
4.1.1 Анализ опасных и вредных факторов на рабочем месте	43
4.1.2 Расчет искусственного освещения в помещении	45
4.1.3 Вредные вещества выделяющиеся при пайке металлических изделий	49
Заключение	53
Список литературы	54
Приложение А	
Приложение Б	
Приложение В	

ВВЕДЕНИЕ

Листовая штамповка — метод изготовления плоских и объёмных тонкостенных изделий из листового материала, ленты или полосы с помощью штампов на прессах или без применения прессов. Листовая штамповка подразделяется на горячую и холодную.

Холодная штамповка - это наиболее прогрессивный метод обработки давлением, так как он позволяет получить детали, не требующие в большинстве случаев дальнейшей обработки резанием. Холодной листовой штамповкой изготавливают как крупные, так и мелкие детали (рамы и кузова автомобилей, шасси самолетов, элементы обшивки судов, детали часовых механизмов и др.).

Листовая штамповка дает большую экономию в использовании металла, обеспечивая в то же время высокую производительность. Но наибольший эффект она дает при массовом и крупносерийном производстве.

При холодной листовой штамповке применяются углеродистая и легированная стали, алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, а также неметаллические материалы: картон, эбонит, кожа, резина, фибра, пластмасса, поставляемые в виде листов, лент и полос.

Листовой штамповкой получают плоские и пространственные полые детали из заготовок, у которых толщина значительно меньше размеров в плане (лист, лента, полоса). Обычно заготовка деформируется с помощью пуансона и матрицы.

1 Проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки детали «Пластина»

1.1 Определение размера заготовки

Пластина изготовлена из стали 08 кп, механические свойства листовой стали, применяемой в холодной штамповке по ГОСТ 4041-71: сопротивление срезу $\delta_{cp} = 250 \text{ Н/мм}^2$, предел прочности $\delta_B = 250 \text{ Н/мм}^2$.

Определение размеров плоских заготовок, подлежащих гибке, основано на равенстве длины заготовки длине нейтрального слоя изогнутой детали и сводится к определению положения и длины нейтрального слоя в зависимости от относительного радиуса r/S .

Длина заготовки определяется в соответствии с чертежом детали (рисунок 1).

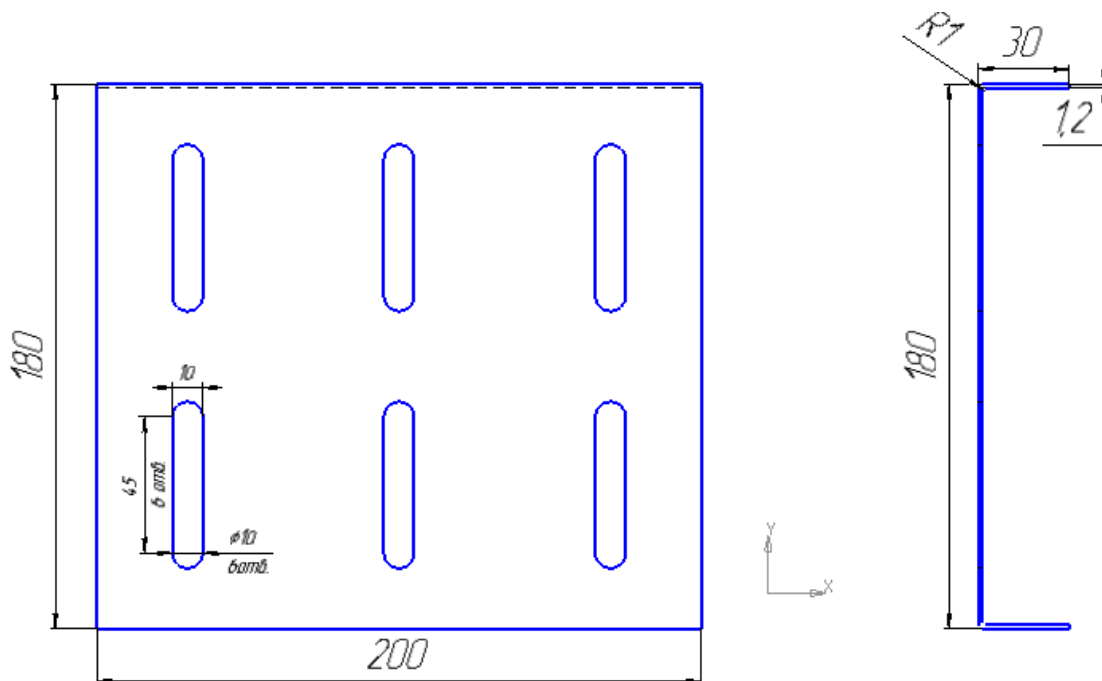


Рисунок 1 – Чертеж пластины

Определить размер заготовки при гибке с закруглением (по радиусу).
Длина заготовки определяется по формуле [1]:

$$L = l_1 + 2l_2 + \frac{\pi}{2}(r + xS),$$

где $\frac{\pi}{2}(r + xS)$ – длина нейтрального слоя угловых закруглений, мм.

Откуда длина нейтрального слоя $l_n = 2,35 \text{ мм}$.

Тогда:

$$L = 180 + 2 \cdot 30 + 2,35 = 242,35 \approx 242,4, \text{ мм.}$$

Длина заготовки равна $L=242,4$ мм (рисунок 2).

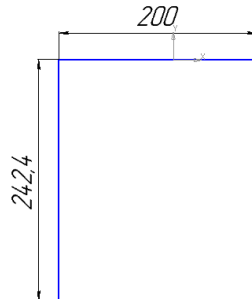


Рисунок 2 - Длина заготовки

1.2 Раскрой листа

Для листовой штамповки выбор исходной заготовки осуществляется путем экономического анализа возможных вариантов раскроя материала и определения оптимального (рисунок 3). Размер листа взяли в соответствии ГОСТ 19903-74 [2]. Размер листа равен $A=600$ мм, $C=2000$ мм.

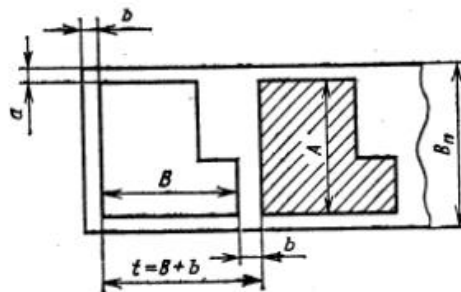


Рисунок 3 - Схема раскроя полосы прямоугольных и фигурных заготовок [1]

Толщина материала $S=1,2$ мм. Размеры перемычки будут равны $a=3,1$ мм, $b=2,6$ мм [1]. Ширина полосы и шаг подачи полосы определяется по формуле [1]:

$$B_{\Pi} = L + 2a ,$$

$$t = B + b ,$$

где B_{Π} - ширина полосы, мм;

t – шаг подачи листа, мм.

$$B_{\text{п}} = 242,4 + 2 \cdot 3,1 = 248,6 \text{ мм},$$

$$t = 200 + 2,6 = 202,6 \text{ мм}.$$

Продольный раскрой листа (рисунок 4).

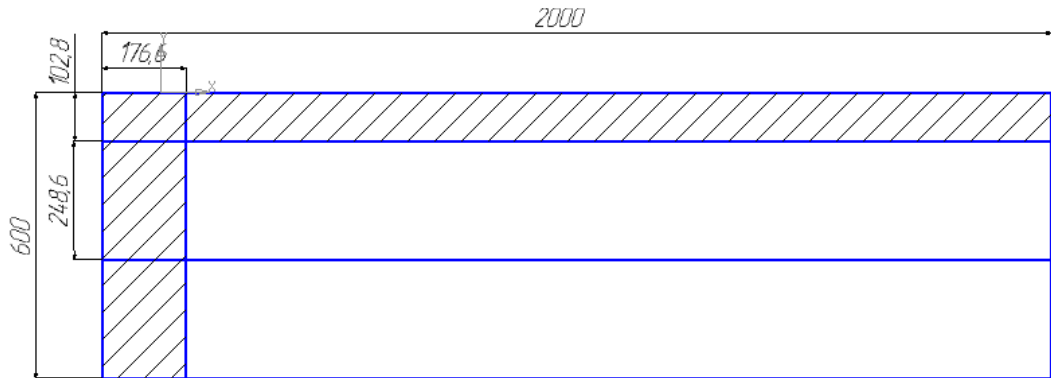


Рисунок 4 - Продольный раскрой

Продольный раскрой листа определяется по формуле [1]:

$$n_{\text{пол}} = \frac{A}{B_{\text{п}}},$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{C}{t},$$

$$K_{\text{р}} = \frac{n_{\text{дет}} \cdot n_{\text{пол}} \cdot F_{\text{дет}}}{A \cdot C} \cdot 100\%,$$

$$m = (n_{\text{пол}} \cdot B_{\text{п}}) - A,$$

$$c = (n_{\text{дет}} \cdot t) - C,$$

где $K_{\text{р}}$ – коэффициент раскроя;

$F_{\text{дет}}$ - площадь заготовки, мм²;

$n_{\text{дет}}$ - количество деталей, шт.;

$n_{\text{пол}}$ - количество полос, шт.;

m - отход листа по ширине, мм;

c - отход листа по длине, мм.

$$n_{\text{пол}} = \frac{600}{248,6} = 2,$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{2000}{202,6} = 9,87,$$

$$K_p = \frac{9 \cdot 2 \cdot 48480}{600 \cdot 2000} \cdot 100\% = 0,73 \%,$$

$$m = (2 \cdot 248,6) - 600 = 102 \text{ мм},$$

$$c = (9 \cdot 202,6) - 2000 = 176,6 \text{ мм}.$$

Поперечный раскрой листа (рисунок 5).

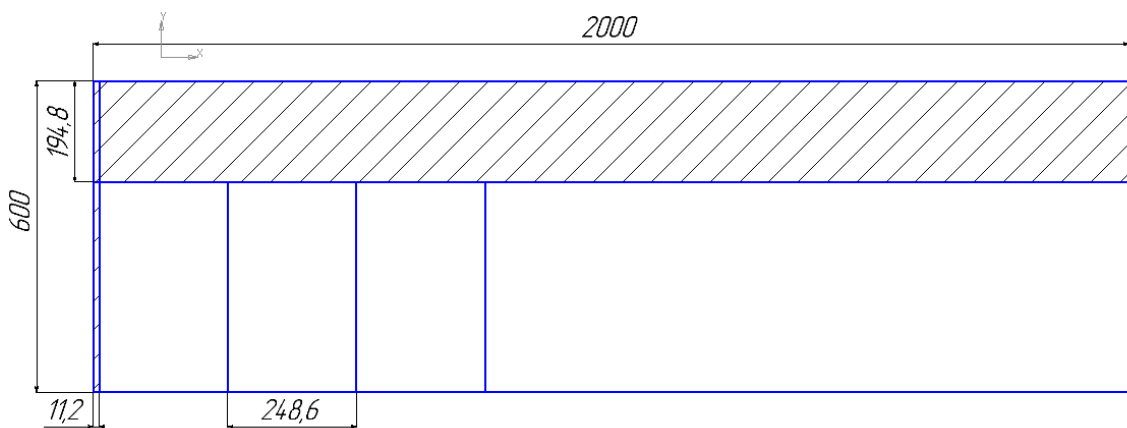


Рисунок 5 – Поперечный раскрой

Поперечный раскрой листа определяется по формуле [1]:

$$n_{\text{пол}} = \frac{C}{B_{\text{п}}},$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{A}{t},$$

$$K_p = \frac{n_{\text{дет}} \cdot n_{\text{пол}} \cdot F_{\text{дет}}}{A \cdot C} \cdot 100\%,$$

$$m = (n_{\text{пол}} \cdot B_{\text{п}}) - C,$$

$$c = (n_{\text{дет}} \cdot t) - A,$$

где K_p – коэффициент раскроя;
 $F_{дет}$ - площадь заготовки, мм;
 $n_{дет}$ - количество деталей, шт.;
 $n_{пол}$ - количество полос, шт.;
 m - отход листа по длине, мм;
 c - отход листа по ширине, мм.

$$n_{пол} = \frac{2000}{248,6} = 8,$$

$$n_{дет} = \frac{600}{202,6} = 2,$$

$$K_p = \frac{8 \cdot 2 \cdot 48480}{600 \cdot 2000} \cdot 100\% = 0,64 \%,$$

$$m = (8 \cdot 248,6) - 2000 = 11,2 \text{ мм},$$

$$c = (2 \cdot 202,6) - 600 = 194,8 \text{ мм}.$$

Для нашей заготовки выбираем поперечный раскрой, так как коэффициент раскроя больше, чем в продольном.

1.3 Усилие резания листового металла ножницами

Резка листового металла ножницами. Листовые материалы для холодной штамповки в большинстве случаев предварительно разрезают на полосы или заготовки необходимых размеров. Резка полос является заготовительной операцией и производится на рычажных, гильотинных, дисковых или вибрационных ножницах, а также на специальных отрезных штампах.

Усилие резание листового металла гильотинными ножницами (рисунок 6) [1].

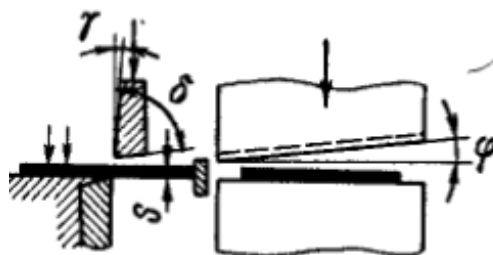


Рисунок 6 – Гильотинные ножницы [1]

Усилие резание определяется по формуле [1]:

$$P = 0.5 \frac{S^2}{\operatorname{tg}\varphi} \cdot \sigma_{\text{ср}},$$

где S - толщина материала, мм;
 $\sigma_{\text{ср}}$ - сопротивление срезу, Н/мм²;
 φ - угол створа ножниц (от 2 до 5°).

$$P = 0,5 \cdot \frac{1,2^2}{\operatorname{tg}2} \cdot 250 = 5142,8 \text{ Н.}$$

1.4 Усилие вырубки

Усилие вырубки листового металла. Определяется по формуле [1]:

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

$$L = (a + b) \cdot 2,$$

где L - длина периметра резания, мм;
 S - толщина материала, мм;
 $\sigma_{\text{ср}}$ - сопротивление срезу, Н/мм².

$$P = 884,8 \cdot 1,2 \cdot 250 = 265440 \text{ Н,}$$

$$L = (200 + 242,4) \cdot 2 = 884,8 \text{ мм.}$$

1.5 Усилие пробивки

Усилие пробивки определяется по формуле [1]:

$$P_1 = L_1 \cdot S \cdot \sigma_{\text{ср}},$$

$$L_1 = (a + b) + 2\pi r,$$

где P_1 - усилие для одного отверстия, Н;
 L_1 - периметр одного отверстия, мм.

$$P_1 = 121,4 \cdot 1,2 \cdot 250 = 36420 \text{ Н,}$$

$$L_1 = (45 + 45) + 2 \cdot 3,14 \cdot 5 = 121,4 \text{ мм},$$

$$L_6 = 121,4 \cdot 6 = 728,4 \text{ мм},$$

$$P_6 = 728,4 \cdot 1,2 \cdot 250 = 218520 \text{ Н}.$$

Усилие пробивки отверстий листового металла (рисунок 7).

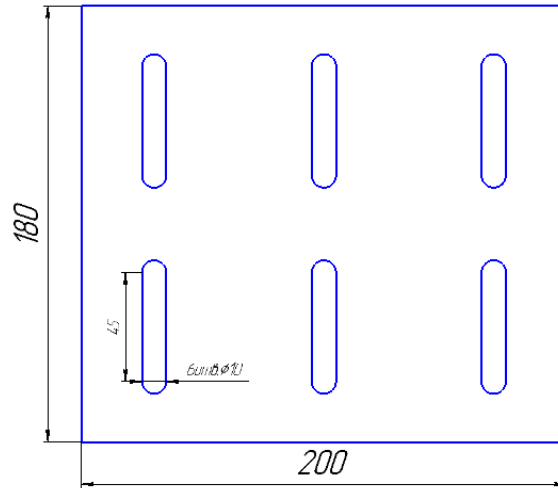


Рисунок 7 - Усилие пробивки отверстия

1.6 Усилие гибки

Гибка листового металла осуществляется в результате упруго-пластической деформации, протекающей различно с каждой из сторон изгибаемого заготовки.

Слои металла внутри углы изгиба сжимаются и укорачиваются в продольном и сжимаются в поперечном направлении. Наружные слои растягиваются и удлиняются в продольном и сжимаются в поперечном направлении. При гибке узких полос происходит сильное искажение поперечного сечения, заключающееся в уменьшении толщины в месте изгиба.

Определяется по формуле [1]:

$$P = 2BS\sigma_B k_2 + P_{пр} = 2,5BS\sigma_B k_2,$$

где B – ширина полосы, мм;

k_2 - коэффициент для двухугловой гибки;

σ_B - предел прочности, Н/мм²;

S - толщина материала, мм.

$$P = 2,5178 \cdot 1,2 \cdot 250 \cdot 0,12 = 16020 \text{ Н.}$$

Усилие двухугловой гибки (рисунок 8).

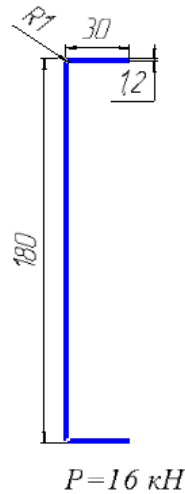


Рисунок 8 - Двухугловая гибка

1.7 Расчет исполнительных размеров, рабочих деталей штампа

Рабочие детали (элементы) штампов для вырубки и пробивки – матрицу и пуансон - можно изготавливать совместно и отдельно.

Формула для расчета исполнительных размеров матрицы и пуансона [1]:

$$L_M = (L_H - \Pi_{и})^{\delta_M},$$

$$L_{\Pi} = (L_H - \Pi_{и} - z)_{-\delta_{\Pi}},$$

где δ_M и δ_{Π} - предельные отклонение исполнительного размера соответственно матрицы и пуансона;

$\Pi_{и}$ - припуск на износ пуансона и матрицы;

z - наименьшее значение начального оптимального двустороннего зазора, мм;

L_H - номинальный размер штампуемого элемента, мм.

$$L_M = (242,4 - 0,145)^{+0,035} = 242,255^{+0,035} \text{ мм,}$$

$$L_M = (200 - 0,145)^{+0,035} = 199,855^{+0,035} \text{ мм,}$$

$$L_{\Pi} = (242,4 - 0,145 - 0,070)_{-0,035} = 242,185_{-0,035} \text{ мм,}$$

$$L_{\Pi} = (200 - 0,145 - 0,070)_{-0,035} = 199,785_{-0,035} \text{ мм.}$$

Матрица и пуансон определяют работоспособность, надежность и долговечность штампа. Их расчет и конструирование – важнейший этап разработки документации штампа.

Матрица. Форма матрицы определяется формой и размерами штампуемой детали. Размеры прямоугольной матрицы определяют (ориентировочно) исходя из размеров ее рабочей зоны.

Зависимость наименьших габаритных размеров прямоугольной $A_{\Gamma} \times B_{\Gamma}$ матрицы от размеров $a_p \times b_p$ ее рабочей зоны (рисунок 9) [1].

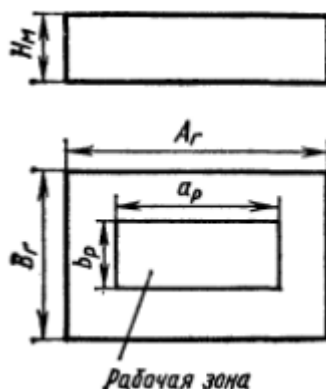


Рисунок 9 – Зависимость прямоугольной матрицы от размеров прямоугольной рабочей зоны

$$a_p \times b_p = 250 \times 200,$$

$$A_{\Gamma} \times B_{\Gamma} = 360 \times 280.$$

Толщину матрицы H_M определяют из следующей эмпирической зависимости [1]:

$$H_M = S + K_M \sqrt{a_p + b_p} + 7, \text{ мм,}$$

где S - толщина штампуемого материала, мм;

a_p и b_p - размеры рабочей зоны матрицы, мм;

K_M - коэффициент.

$$H_M = 1,2 + 0,8 \sqrt{242,255 + 199,855} + 7 = 30,03 \text{ мм}$$

Найденное таким образом значение H_M необходимо округлить до ближайшего числа. Соотношение габаритных размеров и толщины прямоугольных матриц следует принимать по ГОСТ 15861-81. $H_M = 32$ мм.

Диаметр винтов и штифтов для крепления матрицы: винт М10 и штифт 10.

Размеры и координаты винтов и штифтов для крепления матрицы $e_1 = 15$ мм, $e_2 = 25$ мм

1.8 Блоки и направляющие узлы

Государственными стандартами предусмотрены блоки с направляющими узлами скольжения шариковыми направляющими узлами. ГОСТ на заготовки нижней и верхней плит блока ГОСТ 13110-83 для заготовки нижней плиты ГОСТ 13111-83 для заготовки верхней плиты [1].

1.9 Выбор оборудования

Основными параметрами для выбора прессы являются усилия штамповочных операций и закрытая высота штампа. Для всех операций, необходимых для получения детали типа «Пластина», с заданными размерами, подходит пресс КА2326 со следующими параметрами:

- Номинальное усилие прессы, кН - 40
- Ход ползуна, мм - 800
- Наибольшее расстояние между столом и ползуном, мм - 710
- Размеры стола: слева - направо, мм - 630
- Размеры стола: спереди - назад, мм - 480
- Мощность привода, кВт - 7,5

2 Проектирование технологического процесса холодной листовой штамповки детали «Колпачок»

2.1 Определение размера заготовки

Деталь типа «Колпачок» изготавливается из листа АТ-ПН-0-1,0 ГОСТ 19903-88, материал которого сталь конструкционная углеродистая качественная П-ВГ-08кп ГОСТ1050-88.

Марка: 08кп (заменитель: 08).

Колпачок изготовлен из стали 08 кп, механические свойства листовой стали, применяемой в холодной штамповке по ГОСТ 4041-71: сопротивление срезу $\delta_{ср} = 250 \text{ Н/мм}^2$, предел прочности $\delta_{в} = 250 \text{ Н/мм}^2$.

Так как в процессе пластической деформации объем металла остается постоянным, то основным правилом для определения размеров заготовок при вытяжке является равенство объемов заготовки и готовой детали.

Длина заготовки определяется в соответствии с чертежом детали (рисунок 10).

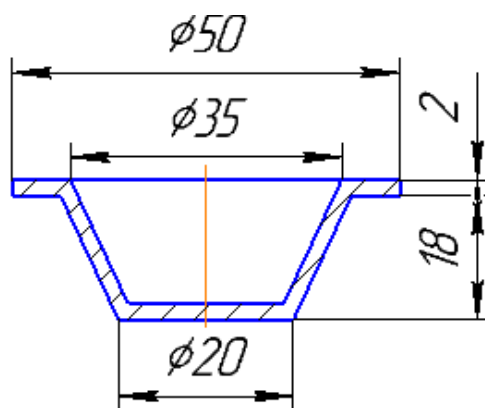


Рисунок 10 – Чертеж колпачка

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

$$D = \sqrt{d_1^2 + 2l \cdot (d^1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2},$$

$$D = \sqrt{20^2 + 2 \cdot 16 \cdot (20 + 35) + 52,5^2 - 35^2} = \sqrt{3651,25} = 61 \text{ мм.}$$

Диаметр заготовки равно $D = 61 \text{ мм}$ (рисунок 11).

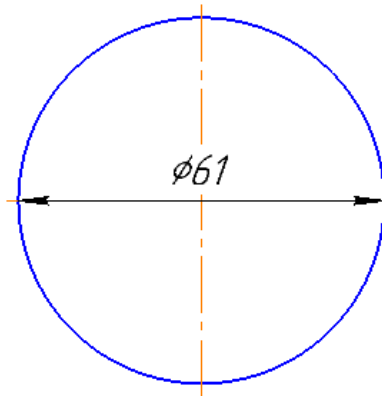


Рисунок 11 – Диаметр заготовки

2.2 Раскрой листа

Вырубку деталей будем производить в один ряд. Учитывая технологичность конструкции детали, оптимальным расположением на полосе и на листе является прямой однорядный раскрой.

Для заданной заготовки раскрой исходного материала по экономичности и величине технологических отходов относится к раскрою с отходами, то есть когда вырубка происходит по всему контуру детали, а перемычка имеет замкнутую форму. Тип раскроя - прямой [2].

На основании размеров заготовки для вырубki определим размеры полосы, в зависимости от толщины металла S , предела прочности δ_B и диаметра вырубаемой детали, определим размеры перемычек.

В данном случае $S = 2$ мм, $D = 61$ мм, размеры перемычек следующие: перемычка между вырезами $a = 1,5$ мм и боковая перемычка при работе с боковым прижимом полосы $b = 2,5$ мм.

Размер листа взяли в соответствии ГОСТ 19903-74 [2]. Размер листа равен $A=600$ мм, $C=1420$ мм.

Ширина полосы и шаг подачи полосы определяется по формуле [1]:

$$B_{\pi} = D + 2a ,$$

$$t = D + b ,$$

где B_{π} - ширина полосы, мм;

t – шаг подачи листа, мм.

$$B_{\pi} = 60,75 + 2 \cdot 1,7 = 64,95 \text{ мм},$$

$$t = 60,75 + 1,7 = 62,45 \text{ мм}.$$

Продольный раскрой листа (рисунок 12).

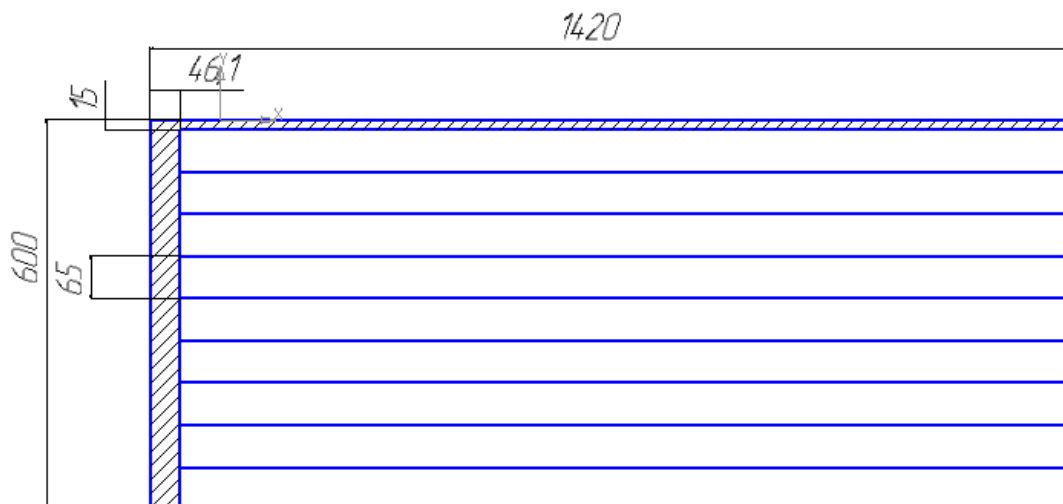


Рисунок 12 - Продольный раскрой

Продольный раскрой листа определяется по формуле [1]:

$$n_{\text{пол}} = \frac{A}{B_{\text{п}}},$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{C}{t},$$

$$K_{\text{р}} = \frac{n_{\text{дет}} \cdot n_{\text{пол}} \cdot F_{\text{дет}}}{A \cdot C} \cdot 100\%,$$

$$m = (n_{\text{пол}} \cdot B_{\text{п}}) - A,$$

$$c = (n_{\text{дет}} \cdot t) - C,$$

где $K_{\text{р}}$ – коэффициент раскроя;

$F_{\text{дет}}$ - площадь заготовки, мм²;

$n_{\text{дет}}$ - количество деталей, шт.;

$n_{\text{пол}}$ - количество полос, шт.;

m - отход листа по ширине, мм;

c - отход листа по длине, мм.

$$n_{\text{пол}} = \frac{600}{64,95} = 9,$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{1420}{62,45} = 22,$$

$$K_p = \frac{9 \cdot 22 \cdot 0,78 \cdot 60,75^2}{600 \cdot 1420} \cdot 100\% = 67\%,$$

$$m = (9 \cdot 64,95) - 600 = 15,45 \text{ мм},$$

$$c = (22 \cdot 62,45) - 1420 = 46,1 \text{ мм}.$$

Поперечный раскрой листа (рисунок 13).

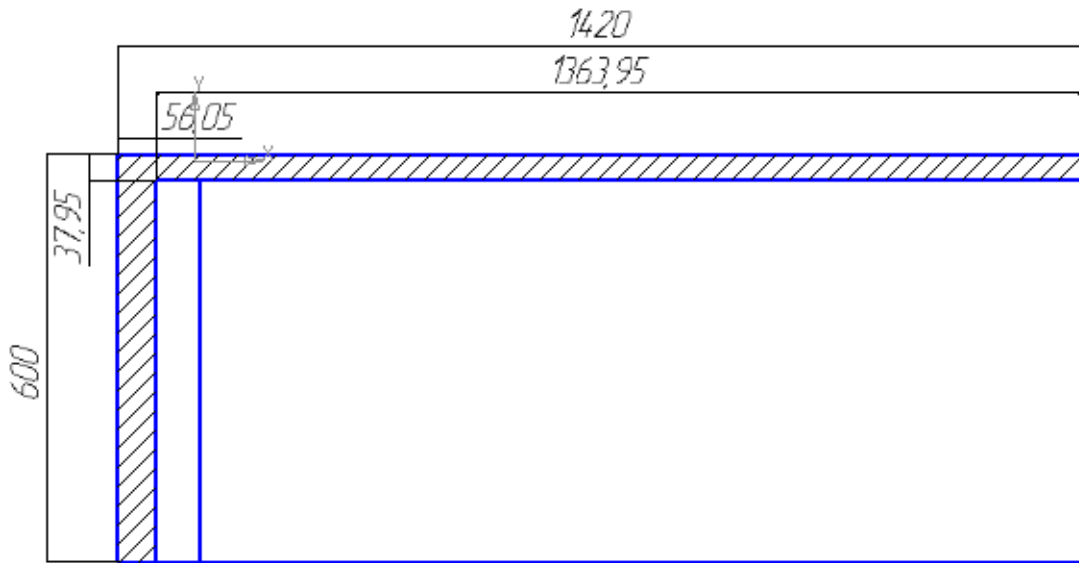


Рисунок 13 – Поперечный раскрой

Поперечный раскрой листа определяется по формуле [1]:

$$n_{\text{пол}} = \frac{C}{B_{\text{п}}},$$

$$n_{\text{дет}} = \frac{A}{t},$$

$$K_p = \frac{n_{\text{дет}} \cdot n_{\text{пол}} \cdot F_{\text{дет}}}{A \cdot C} \cdot 100\%,$$

$$m = (n_{\text{пол}} \cdot B_{\text{п}}) - C,$$

$$c = (n_{\text{дет}} \cdot t) - A,$$

где K_p – коэффициент раскроя;

$F_{\text{дет}}$ - площадь заготовки, мм;

$n_{дет}$ - количество деталей, шт;
 $n_{пол}$ - количество полос, шт;
 m - отход листа по длине, мм;
 c - отход листа по ширине, мм.

$$n_{пол} = \frac{1420}{64,95} = 21,$$

$$n_{дет} = \frac{600}{62,45} = 9,$$

$$K_p = \frac{21 \cdot 9 \cdot 0,78 \cdot 60,75^2}{600 \cdot 1420} \cdot 100\% = 64 \%,$$

$$m = (21 \cdot 64,95) - 1420 = 56,05 \text{ мм},$$

$$c = (9 \cdot 62,45) - 600 = 37,95 \text{ мм}.$$

Для нашей заготовки выбираем продольный раскрой, так как коэффициент раскроя больше, чем в поперечном.

2.3 Усилие резания листового металла ножницами

Усилие резания определяется по формуле [1]:

$$P = 0,5 \frac{S^2}{\text{tg}\varphi} \cdot \sigma_{ср},$$

где S - толщина материала, мм;
 $\sigma_{ср}$ - сопротивление срезу, Н/мм²;
 φ - угол створа ножниц (от 2 до 5°).

$$P = 0,5 \cdot \frac{2^2}{\text{tg}2} \cdot 250 = 14285,7 \approx 14,3 \text{ кН}.$$

2.4 Усилие вырубki

Усилие вырубki листового металла. Определяется по формуле [1]:

$$P = L \cdot S \cdot \sigma_{ср},$$

$$L = \pi D,$$

где L - длина периметра резания, мм;

S - толщина материала, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ - сопротивление срезу, Н/мм².

$$P = 190,755 \cdot 2 \cdot 250 = 95377,5 \text{ Н} \approx 95,4 \text{ кН},$$

$$L = 3,14 \cdot 60,75 = 190,755 \text{ мм.}$$

2.4 Расчёт количества переходов и усилий при вытяжке

В зависимости от соотношения высоты и диаметра вытягиваемой детали, а также от относительной толщины заготовки вытяжка может быть произведена за одну или несколько операций.

Первая вытяжка определяется по формуле [1]:

$$d_1 = m_1 \cdot D,$$

где m_1 - коэффициент вытяжки,

D - диаметр заготовки, мм.

$$d_1 = 0,58 \cdot 61 = 35,4.$$

Высота первой вытяжки определяется по формуле [1]:

$$h_1 = \frac{D^2 - d_{\text{ф}}^2}{4d_1} + 0,86,$$

$$h_1 = \frac{61^2 - 50^2}{4 \cdot 35} + 0,86 = 9,5 \text{ мм.}$$

Высота по средней линии равна высоте головки пуансона.

Контрольная высота первого перехода вытяжки равна [1]:

$$h = h_1 + S,$$

где S - толщина материала, мм.

$$h = 9,5 + 2 = 11,5 \text{ мм.}$$

Вид заготовки после первой вытяжки (рисунок 14).

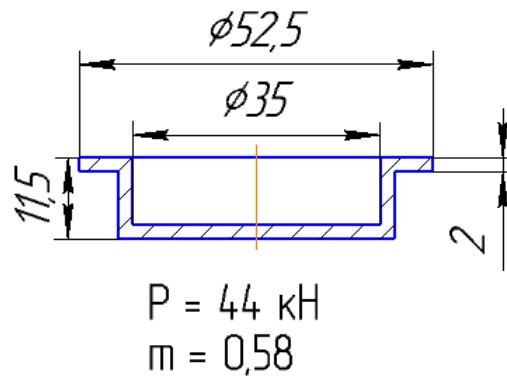


Рисунок 14 – Заготовка после первой вытяжки

Усилие первой вытяжки определяется по формуле [1]:

$$P_1 = \pi \cdot d_1 \cdot S \cdot \delta_B \cdot k_\phi,$$

где d_1 – диаметры цилиндрической детали, мм;
 k_ϕ – коэффициент;
 S – толщина материала, мм.

$$P_1 = 3,14 \cdot 35 \cdot 250 \cdot 0,8 \cdot 2 = 43960 \text{ Н} \approx 44 \text{ кН}.$$

Расчетное усилие прижима первой вытяжки определяется по формуле [1]:

$$Q_1 = \frac{\pi}{4} |D^2 - (d_1 - 2)^2| \cdot q,$$

где q – давление прижима, мм²;
 d_1 – диаметры вытяжки матрицы, мм.

$$Q_1 = 0,785 \cdot |60,75^2 - (35 - 2)^2| \cdot 0,20 = 4085 \text{ Н}.$$

Так как за первый переход вытяжки мы не получили размер заданной чертежом готовой детали, следовательно, нам необходим второй переход вытяжки.

Вторая вытяжка определяется по формуле [1]:

$$d_2 = m_2 \cdot d_1,$$

$$d_2 = 0,58 \cdot 35,4 = 20,5.$$

Высота второй вытяжки определяется по формуле [1]:

$$h_2 = \frac{D^2 - d_{\phi}^2}{4d_2} + 0,86,$$

$$h_2 = \frac{61^2 - 50^2}{4 \cdot 20} + 0,86 = 16 \text{ мм.}$$

Контрольная высота второго перехода вытяжки равна [1]:

$$h = h_2 + S,$$

$$h = 16 + 2 = 18 \text{ мм.}$$

Заготовка после второй вытяжки удовлетворяет нашему чертежу готовой детали (рисунок 15).

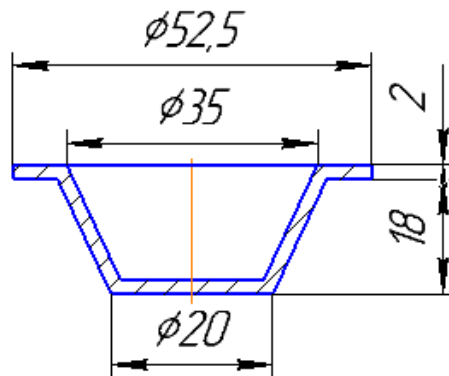


Рисунок 15 – Заготовка после второй вытяжки

Усилие второй вытяжки определяется по формуле [1]:

$$P_2 = \pi \cdot d_2 \cdot S \cdot \delta_v \cdot k_2,$$

где d_2 - диаметры цилиндрической детали, мм;

k_2 - коэффициент;

S - толщина материала, мм.

$$P_2 = 3,14 \cdot 20 \cdot 250 \cdot 0,6 \cdot 2 = 18840 \text{ Н} \approx 19 \text{ кН.}$$

Расчетное усилие прижима второй вытяжки определяется по формуле [1]:

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} |d_1^2 - (d_2 - 2)^2| \cdot q,$$

где q – давление прижима, мм^2 ;
 d_1 и d_2 – диаметры вытяжки матрицы, мм .

$$Q_2 = 0,785 \cdot |35^2 - (20 - 2)^2| \cdot 0,20 = 1414 \text{ Н.}$$

2.5 Расчет исполнительных размеров рабочих деталей штампа

Рабочие детали (элементы) штампов для вырубки и пробивки – матрицу и пуансон можно изготавливать совместно и раздельно.

Формула для расчета исполнительных размеров матрицы и пуансона [1]:

$$D_M = (D - \Delta)^{\delta_M},$$

$$D_{II} = (D - \Delta - z)_{-\delta_{II}},$$

где δ_M и δ_{II} – предельные отклонение исполнительного размера соответственно матрицы и пуансона, мм ;

Δ – припуск на износ пуансона и матрицы, мм ;

z – наименьшее значение начального оптимального двустороннего зазора, мм .

$$D_M = (61 - 0,2)^{+0,155} = 60,8^{+0,155} \text{ мм,}$$

$$D_{II} = (61 - 0,2 - 1,4)_{-0,063} = 59,4_{-0,163} \text{ мм.}$$

Зависимость наименьших габаритных размеров прямоугольной D_M матрицы от размеров d_M ее рабочей зоны (рисунок 16).

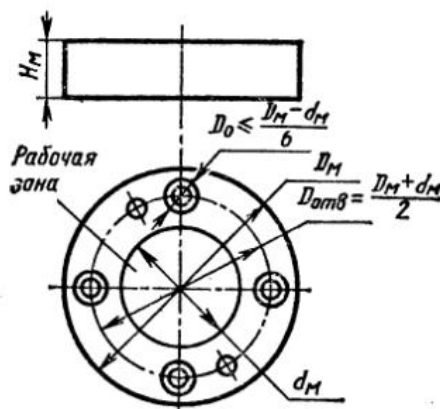


Рисунок 16 – Зависимость круглой матрицы от размеров круглой рабочей зоны

Толщину матрицы H_M определяют из следующей эмпирической зависимости [1]:

$$H_M = S + K_M \sqrt{1,57d_M} + 7,$$

где S - толщина штампуемого материала, мм;

a_p и b_p - размеры рабочей зоны матрицы, мм;

K_M - коэффициент.

$$H_M = 1,2 + 0,8\sqrt{1,57 \cdot 60,8} + 7 = 16,8 \text{ мм.}$$

Найденное таким образом значение H_M необходимо округлить до ближайшего числа. Соотношение габаритных размеров и толщины прямоугольных матриц следует принимать по ГОСТ 15862-81. $H_M = 20$ мм.

Диаметр винтов и штифтов для крепления матрицы: винт М8 и штифт 8.

2.6 Блоки и направляющие узлы

Государственными стандартами предусмотрены блоки с направляющими узлами скольжения шариковыми направляющими узлами [4]. ГОСТ на заготовки нижней и верхней плит блока ГОСТ 13110-83 для заготовки нижней плиты ГОСТ 13111-83 для заготовки верхней плиты [1].

2.7 Выбор оборудования

Основными параметрами для выбора пресса являются усилия штамповочных операций и закрытая высота штампа. Для всех операций, необходимых для получения детали типа «Колпачок», с заданными размерами, подходит пресс КА2326 со следующими параметрами [3]:

- Номинальное усилие пресса, кН - 400
- Ход ползуна, мм - 800
- Наибольшее расстояние между столом и ползуном, мм - 710
- Размеры стола: слева - направо, мм - 630
- Размеры стола: спереди - назад, мм - 480
- Мощность привода, кВт - 7,5

Предусмотрена возможность комплектации гидроподушкой выталкивателем (применяется, например, при операциях средней и глубокой вытяжки);

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения настоящей дипломной работы разработана технология производства детали типа «Колпачок» и «Пластина» по технологии холодной листовой штамповки. Разработан графический материал, включающий:

- чертеж готового изделия;
- чертеж технологического процесса;
- чертеж штампа;
- чертежи деталей штампа.

Пластины - это листовый материал, изготовленный из стали, который можно использовать для создания огромного разнообразия изделий и конструкций. Он устойчив к коррозии и истиранию. Наиболее распространенное использование пластины включает в себя:

- в строительной конструкции
- в машиностроении

Колпачки применяются для определения пригодности металла к глубокой вытяжке.

Данная работа была выполнена с использованием программного обеспечения КОМПАС – 3D.

Разработанные технологии изготовления деталей можно рекомендовать для промышленных предприятий Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка/Под общ. Ред. Л.И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил. – (Б-ка конструктора).

2 Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд – ние, 1979. – 520 с., ил.

3 Конструирование штампов и горячая листовая штамповка. – Л.: «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. – 480 с.

4 Ковка и штамповка. Справочник. В 4-х т./ Ред. Совет.; Е.И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – Т.1. Материалы и нагрев. оборудование. Ковка/Под ред. Е.И. Семенова, 1985. 568 с., ил.