МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Пример пояснительной записки к курсовому проекту «Инновационные методы обработки металлов давлением при формообразовании листовых деталей»

Электронные методические указания
по курсовому проектированию

САМАРА
2010

Составители: **Гречников Фёдор Васильевич,**
Попов Игорь Петрович,
Николенко Константин Анатольевич

Пример курсового проекта предназначен для студентов инженерно-технологического факультета, обучающихся по магистерской программе «Инновационные технологии получения и обработки материалов с заданными свойствами» по направлению 150400.68 «Металлургия».

Подготовлено на кафедре обработки металлов давлением.

© Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010

Государственное образовательное учреждение
Высшего профессионального образования
«Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П.Королева»
(Национальный исследовательский университет)
Инженерно-технологический факультет
Кафедра «Обработка металлов давлением»

Факультет №4

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовому проекту по дисциплине «Теория и технология холодной листовой штамповки»

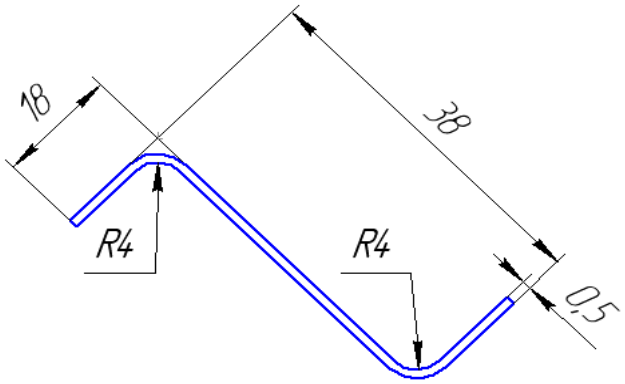
Выполнил: студент гр.

Проверил:

САМАРА 2010

ЗАДАНИЕ

1. Разработать технологический процесс изготовления детали при партии 10000 штук.



Материал: сплав АМг2М
лист 0,5 мм
Гост 9045-80
ширина 16 мм

2. Сконструировать для разработанного технологического процесса оснастку.

РЕФЕРАТ

Курсовой проект.

Пояснительная записка 35 с., 12 рисунков, 8 таблиц, 5источников.

Графическая документация: 1 лист формата А1; 3 листа формата А4; 2 листа формата А3.

ШТАМП, БЛОК, КОЛОНКА, ЗАГОТОВКА, РАСКРОЙ, ПУАНСОН, МАТРИЦА, УСИЛИЕ, ДОПУСК.

В данной работе необходимо установить последовательность технологических операций получения заданной детали; проанализировать напряженно – деформированное состояние для выбранных процессов. Рассчитать размеры и форму заготовки, выбрать тип и вид раскроя, рассчитать технологические параметры процесса (усилие, работу). Выбрать прессовое оборудование и штампы для осуществления операций. Определить исполнительные размеры оснастки.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....5
1 ОПИСАНИЕ СВОЙСТВ ШТАМПУЕМОГО МАТЕРИАЛА.....6
1.1 Конструктивно-технологический анализ детали и анализ напряжённо-деформированного состояния.....8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ ПРОЦЕССА.....13
2.1 Определение размеров и формы заготовки.....13
2.2 Выбор типа и вида раскроя.....13
2.3 Расчёт усилия и работы деформации.....15
2.4 Выбор прессового оборудования.....18
2.5 Упругое пружинение при гибке.....19
2.6 Расчёт цилиндрических пружин сжатия.....20
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ.....22
4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ТЕХНИКЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....24
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....26
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....27
ПРИЛОЖЕНИЕ.....28
Чертежи и спецификация
Технико-экономическая карта

ВВЕДЕНИЕ

Холодная листовая штамповка является одним из наиболее прогрессивных технологических методов производства. Она имеет ряд преимуществ перед другими видами обработки металлов давлением, как в техническом, так и экономическом отношении, позволяя получать:

1. детали весьма сложных форм, изготовление которых другими методами обработки или невозможно или затруднительно;
2. создавать прочные и жесткие, но легкие по массе конструкции деталей при небольшом расходе материала;
3. получать взаимозаменяемые детали с достаточно высокой точностью размеров, преимущественно без последующей механической обработки.

В экономическом отношении холодная штамповка обладает следующими преимуществами:

1. экономным использованием материала и сравнительно небольшими отходами;
2. весьма высокой производительностью оборудования, с применением механизации и автоматизации производственных процессов;
3. массовым выпуском и низкой стоимостью изготавливаемых деталей.

Холодная листовая штамповка широко применяется в машиностроительной, приборостроительной и других отраслях промышленности. Наибольшее распространение холодная листовая штамповка получила в крупносерийном и массовом производстве, где большие масштабы выпуска позволяют применять более совершенные сложные штампы.

1 ОПИСАНИЕ СВОЙСТВ ШТАМПУЕМОГО МАТЕРИАЛА

Сплав Амг2М - алюминиевый деформируемый сплав, относится к системе A l - Mg - Mn - Si [2,3,9]. Он обладает высокой коррозийной стойкостью, хорошо сваривается точечной, роликовой, газовой сваркой без ограничений, без подогрева и без последующей термообработки. При соприкосновениях с другими поверхностями, трении и ударами, сплав АМг2М не склонен к искрению, а так же имеет удовлетворительное сопротивление ударным нагрузкам. Сплав хорошо деформируется в холодном и горячем состояниях. Интервал горячей деформации находится в пределах 340-430 ° С, охлаждение после горячей деформации на воздухе. Термической обработкой сплав не упрочняется: профили из него поставляются в горячепрессованном или отожженном состояниях. При производстве профилей применяют два вида отжига: низкий при температуре 270-300°С и высокий (полный) при 360-420°С. Охлаждение после отжига на воздухе. На рисунке 1 приведена равновесная диаграмма состояния Al – Mg.

Применение: Сплав АМг2М применяют в средне и малонагруженных изделиях; при производстве труб в авиа- и судостроении; в гидравлических системах, трубопроводах различного назначения; ёмкостях для жидкостей; для обшивки в строительстве; для производства потолков и наружных стеновых панелей; для облицовки наружных и внутренних стен. Профилированные листы должны изготавливаться из алюминиевой рулонной ленты по ОСТ 1-92006-71 из сплава АМг2М. Выпускается заводами изготовителями в виде: листов, труб, шестигранников, кругов, квадратов, проволок.

Таблица 1 - Гарантированные механические характеристики катаных полуфабрикатов из сплава АМг2М

Сплав	Состояние	Полуфабрикат	Толщина, мм	$\sigma_в$, МПа	δ, %
АМг2М	отожжённое	Листы	0,5-1,0	165	16
			1,0-10,5	65	18

Таблица 2 - Химический состав в % сплава АМг2М

Марка сплава	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al	γ, $кг/м^3 \cdot 10^{-3}$
АМг2М	0,40	0,50	0,15	0,1-0,50	1,7-2,4	0,05	0,15	0,15	остальное	2,69

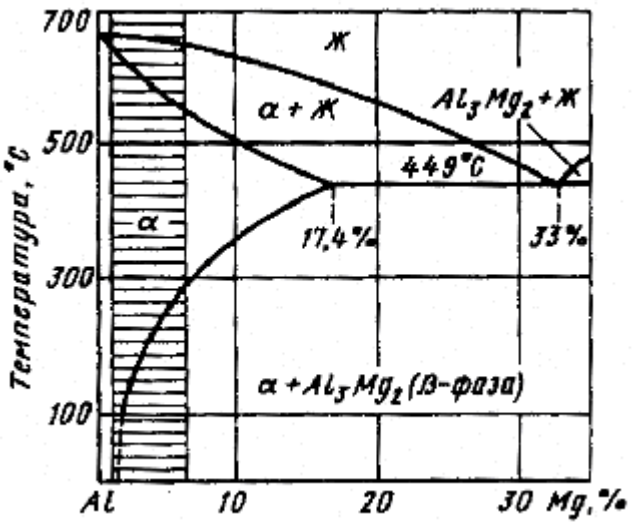


Рисунок 1 – Равновесная диаграмма состояния Al-Mg (заштрихованная зона – область состава промышленных сплавов)

Таблица 3 - Физические свойства сплава АМг2М

Марка сплава	γ, $т/м^3$	$\rho \cdot 10^8$ $Ом \cdot м$, при 20^0C	$\alpha \cdot 10^6$, $^0C^{-1}$, При 20-400 ^0C	λ, $Вт/(м \cdot ^0C)$, при $t, ^0C$		$c, кДж/(кг \cdot ^0C)$, при $t, ^0C$	
				100	400	100	400
АМг2М	2,68	4,76	21,2-27,6	159	168	0,963	1,09

Таблица 4 - Механические свойства сплава АМг2М при 20^0 С

Марка сплава	Вид полу-фабриката	Толщина или диаметр, мм	E	G	$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	$\sigma_{сж}$	δ	ψ	KCU	KCT
			ГПа		МПа			%		$МДж/м^2$	
АМг2М	Лист	2	71	27	190	100	100	23	-	-	0,25
	Пруток	20	-	-	190	80	80	25	65	0,9	-
	Труба	50	-	-	180	100	100	12	-	-	-

Таблица 5 – Длительная прочность и ползучесть сплава АМг2М

Марка сплава	Вид полу-фабриката	Состояние	Толщина или диаметр, мм	$t, ^0C$	σ_{100}	σ_{1000}	σ_{10000}	$\sigma_{0,2/100}$	$\sigma_{0,2/1000}$
					МПа				
АМг2М	Лист	Отожжён-ное	1,5	100	140	110	100	80	75
				150	100	70	50	55	35
				200	60	40	-	20	-
				250	30	20	-	-	-

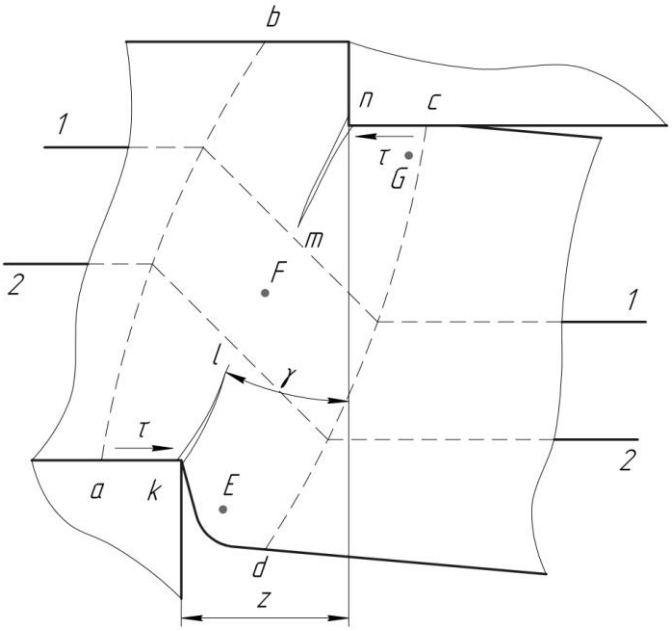
1.1Конструктивно-технологический анализ детали и анализ напряжённо-деформированного состояния

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 (роликовых) или вибрационных ножницах, а также на специальных отрезных штампах [7].

Процесс резки листового материала ножницами состоит из трех последовательных стадий: упругой, пластической и скалывания.

Наличие реальных факторов меняет механизм процесса реза. Исчерпание пластичности металла наступает еще до момента, когда площадь реза становится равной нулю. Это приводит к образованию трещин. В зоне очага пластической деформации, согласно критерию Колмогорова, появление трещин должно совпадать, поэтому необходим зазор, иначе образуются рваные края. Однако наличие зазора приводит к тому, что очаг деформации увеличивается и становится объемным.

В очаге пластической деформации происходит изгиб условно выделенных волокон. Все это приводит к следующей схеме напряженно-деформированного состояния, которая в разных точках очага пластической деформации разная (см. рисунок 2) [8].

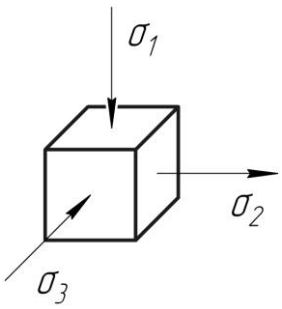


abcd – очаг пластической деформации;
z – зазор между режущими кромками;
mn, kl – линии разрушения металла;
$\angle\gamma$ - угол, под которым происходит разрушение металла (угол между линией разрушения и вертикалью).

Рисунок 2 – Схема, близкая к реальному процессу резки

1-1 и 2-2 – это условно выделенные волокна, которые изгибаются в очаге деформации. На изгиб волокон тратится дополнительное усилие.

Точка E – элемент, находящийся вблизи свободной поверхности, здесь схема напряженно-деформированного состояния следующая (см. рисунок 3):



σ1 – сжимающее напряжение, обусловленное действием сил трения на поверхности контакта;
σ2 – растягивающее напряжение, обусловленное изгибом и растяжением волокон;
σ3 – сжимающее напряжение, так как верхние элементы давят.

Рисунок 3 – Схема НДС вблизи свободной поверхности

Точка G – располагается непосредственно вблизи зоны контакта (см. рисунок 4).

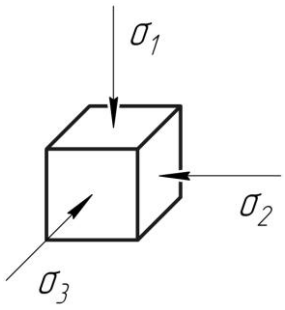


Рисунок 4 – Схема НДС непосредственно вблизи зоны контакта

Точка F – точка, соответствующая чистому сдвигу (см. рисунок 5).

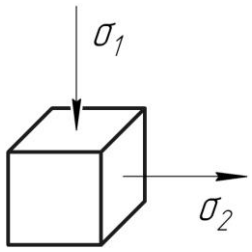


Рисунок 5 – Схема НДС чистого сдвига

Гибка листового металла осуществляется в результате упругопластической деформации, протекающей различно с каждой из сторон изгибаемой заготовки.

Слои металла внутри угла изгиба (со стороны пуансона) сжимаются и укорачиваются в продольном и растягиваются в поперечном направлении. Наружные слои (со стороны матрицы) растягиваются и удлиняются в продольном и сжимаются в поперечном направлении. Между удлинёнными и укороченными слоями (волокнами) находится нейтральный слой, длина которого равна первоначальной длине заготовки. При гибке узких полос происходит сильное искажение поперечного сечения, заключающееся в

уменьшении толщины в месте изгиба, уширении внутри угла с образованием поперечной кривизны и сужении с наружной стороны (см. рисунок 6).

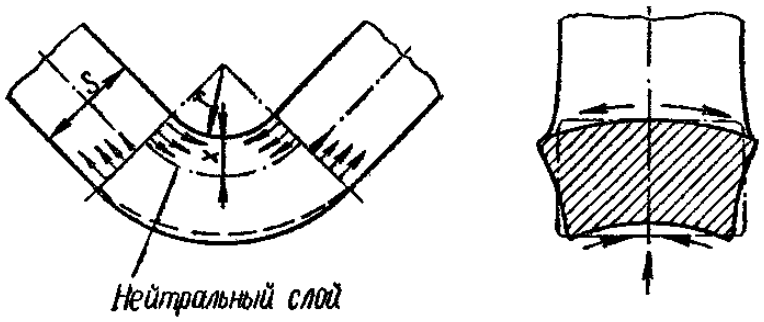
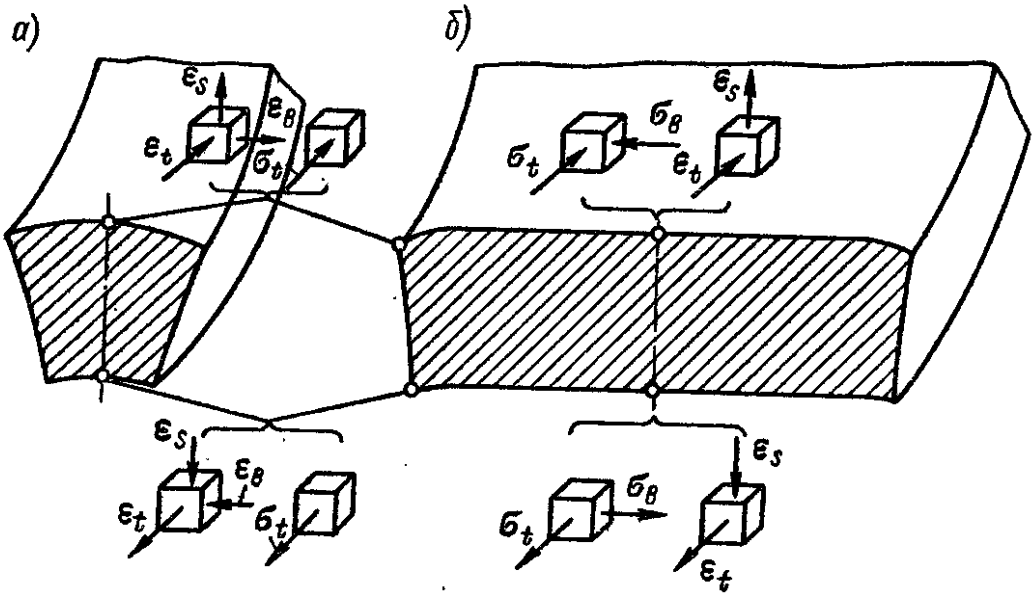


Рисунок 6 – Схема процесса гибки

В результате утонения материала и искажения формы поперечного сечения нейтральный слой в месте изгиба не проходит по середине сечения, а смещается в сторону малого радиуса. При гибке широких полос и листов также происходит утонение материала, но почти без искажения поперечного сечения, так как деформации в поперечном направлении противодействуют сопротивлению материала большой ширины. Лишь по краям широких полос происходит деформация, аналогичная поперечной деформации узких полос.

В большинстве случаев гибка происходит при большой величине деформации, когда в металле кроме продольных растягивающих и сжимающих напряжений образуются радиальные напряжения сжатия, которые возникают в результате давления крайних слоёв металла на внутренние и достигают наибольшей величины у нейтрального слоя.

Ниже приведены схемы напряжённо-деформированного состояния при изгибе. При изгибе узких заготовок (см. рисунок 7а) деформированное состояние – объёмное, так как поперечное сечение образца деформируется во всех трёх направлениях [1] .



а - изгиб узкой полосы;

б - изгиб широкой полосы

Рисунок 7 – Схемы напряжённо-деформированного состояния при изгибе

По мере увеличения ширины изгибаемой заготовки поперечная деформация постепенно уменьшается и становится весьма малой в результате значительного сопротивления, оказываемого большой шириной заготовки (см. рисунок 7б).

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПРОЦЕССА

2.1 Определение размеров и формы заготовки

Размеры заготовки определяются по срединной поверхности.

$$\frac{r_1}{S} = \frac{r_2}{S} = \frac{4}{0,5} = 8 \Rightarrow x_r = 0,49 \quad (1)$$

$$L = L_1^{'} + L_2^{'} + L_3^{'} + L_{r_1} + L_{r_2} = 2 \cdot 13,5 + 29 + 2 \cdot 6,66 = 69,5 мм \quad (2)$$

$$L_{r_1} = \frac{\pi \cdot (r_1 + x_r \cdot S) \cdot \alpha_{гиба}}{180^0} = \frac{3,14 \cdot (4 + 0,49 \cdot 0,5)}{180} = 6,66 мм = L_{r_2} \quad (3)$$

$$L_2^{'} = L_{r_2} - S - r_2 = 18 - 0,5 - 4 = 13,5\, мм = L_1^{'} \quad (4)$$

$$L_3^{'} = L_3 - r_1 - r_2 - 2 \cdot S = 38 - 4 - 4 - 1 = 29\, мм \quad (5)$$

Ширина полосы с допусками и зазорами рассчитывается [6]:

$$B_n = \left[A + 2(a + \delta) + z_n + \delta^{'} \right]_{-\delta} \quad (6)$$

$$a = \Delta = (1...2)S = 1,5 \cdot 0,5 = 0,75 \quad (7)$$

$$B_n = \left[16 + 2(0,75 + 0,6) + 1 + 0,35 \right]_{-0,6} = 20_{-0,6}\, мм \quad (8)$$

На рисунке 8 приведены размеры заготовки.

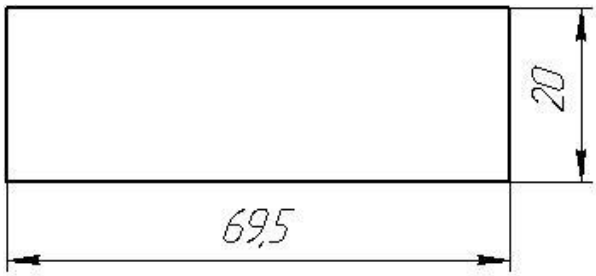


Рисунок 8 – Заготовка

2.2 Выбор типа и вида раскроя

Раскрой листового металла на штучные заготовки и полосы является первой операцией, связанной с потерями металла в виде обрезков и неиспользуемых отходов.

Раскрой материала, его выбор зависит в большой степени от конструкции штампуемой детали, что следует учитывать при разработке конструкции детали.

Для раскроя взяли лист с размерами 2000 мм х1000 мм [4]. Рассмотрим несколько видов раскроя материала (см. рисунок 9,10).

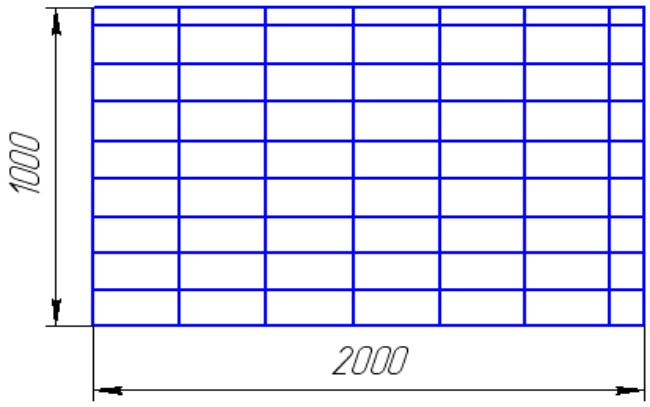


Рисунок 9 – Продольный раскрой

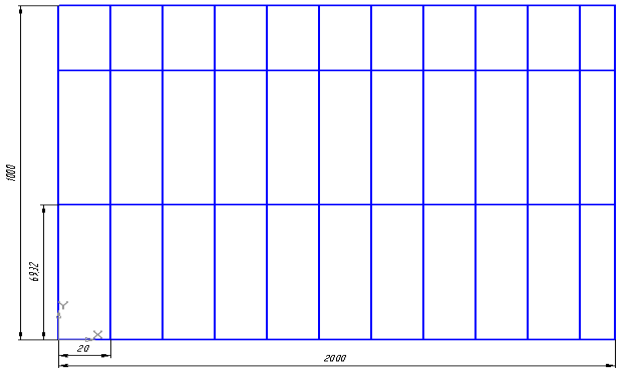


Рисунок 10 – Поперечный раскрой

Найдем коэффициенты использования материала.

$$K_{исп.полосы} = \frac{n \cdot F_{заг}}{F_{пол}}; K_{исп.листа} = \frac{n_1 \cdot n_2 \cdot F_{заг}}{F_{листа}}; \quad (9)$$

где n_1 – число заготовок на полосе;

n_2 – число полос в листе.

При раскрое листа (полосы) следует учитывать, чтобы линии резов не соприкасались друг с другом. Это объясняется тем, что возможно втягивание внешней части заготовки в зазор, это приводит к браку в виде недопустимых по величине заусенцев.

Проведём расчёт продольного раскроя листа:

$$n_1 = \frac{2000}{Ш_P} = \frac{2000}{70,07} = 28,5 \approx 28\,штук \quad (10)$$

$$Ш_P = 69,32 + \Delta = 70,07 \quad (11)$$

$$n_2 = \frac{1000}{B_n} = 41,5 \approx 41\,полоса \quad (12)$$

$$K_{исп.листа} = \frac{28 \cdot 41 \cdot 1386,4}{1000 \cdot 2000} = 79,6\% \quad (13)$$

$$K_{исп.пол} = \frac{28 \cdot 1386,4}{2000 \cdot 24,05} = 80,7\% \quad (14)$$

Проведём расчёт поперечного раскроя листа:

$$n_1 = \frac{1000}{70,07} = 14,2 \approx 14\,штук \quad (15)$$

$$n_2 = \frac{2000}{B_n} = \frac{2000}{24,05} = 83\,полосы \quad (16)$$

$$K_{исп.листа} = \frac{14 \cdot 83 \cdot 1386,4}{1000 \cdot 2000} = 80,5\% \quad (17)$$

$$K_{исп.пол} = \frac{14 \cdot 1386,4}{1000 \cdot 24,05} = 80,7\% \quad (18)$$

Выгоднее выбирать поперечный раскрой полосы.

2.3 Расчёт усилия и работы деформации

Определение усилия при резке на гильотинных ножницах (см. рисунок 11) проведём по формуле:

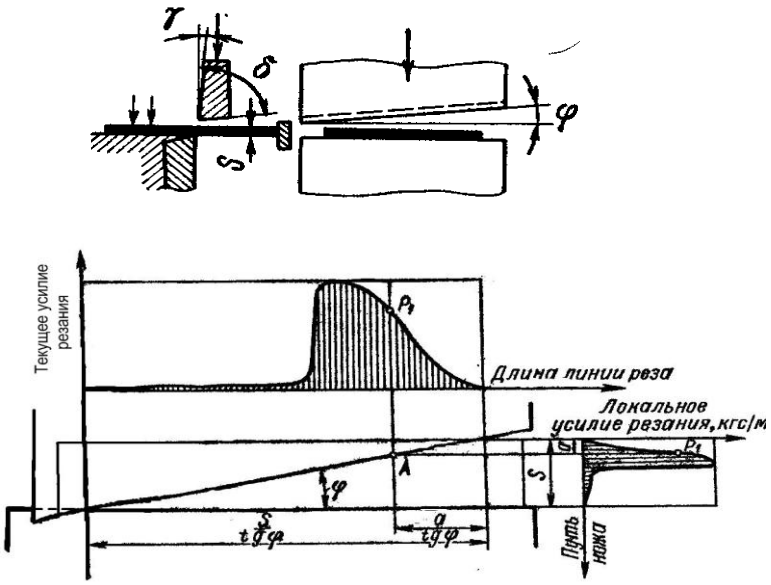


Рисунок 11 – Схема резания листа на гильотинных ножницах

$$P = 0{,}5 \cdot \frac{S^2}{tg\varphi} \cdot \sigma_{ñд}, \text{ (для φ от 2 до 5°)}, \quad (19)$$

где $S = 0{,}5мм$ - толщина листа;

$\varphi = 4°$ - угол наклона режущей кромки;

$\sigma_{ср} = \sigma_B(0{,}6 \div 08) = 0{,}7 \cdot 17 = 119МПа$ - сопротивление срезу.

Учитывая наличие изгиба при резке, а также неравномерность толщины материала и притупление ножей, расчётное усилие увеличивают на 30% и полное усилие резания принимают равным: $P_{пол} = 1{,}3 \cdot P$, (в формулах вместо $\sigma_{ср}$ может быть принято $\sigma_B \approx 1{,}3 \cdot \sigma_{ср}$)

$$P = 0{,}5 \cdot \frac{0{,}5^2}{tg4°} \cdot 11{,}9 = 21{,}3кг = 213Н \quad (20)$$

$$P_{пол} = 1{,}3 \cdot 213 = 276{,}9Н$$

Работа при резке определяется по формуле:

$$A = x_1 \cdot P \cdot \frac{S+H}{1000} = 0{,}7 \cdot 276{,}9 \cdot \frac{0{,}5+1}{1000} = 0{,}28Дж, \quad (21)$$

где $x_1 = 0{,}7мм$ - коэффициент, приближённо принимаемый для мягких сплавов;

$H = 2 \cdot S = 2 \cdot 0{,}5 = 1мм$ - высота скоса.

На рисунке 11 приведена схема резания листа гильотинными ножницами или ножом с наклонной режущей кромкой, на которой показаны графики местного (единичного) усилия резания.

В производственных условиях усилие резания гильотинными ножницами обычно не подсчитывают, так как в паспорте ножниц содержатся указания о предельной толщине и наибольшей длине разрезаемых стальных листов $(\sigma_B \geq 450МПа)$.

Раскрой листа будем производить на гильотинных механических ножницах FORB-M модель 4x2000.

Таблица 6 – Техническая характеристика гильотинных механических ножниц FORB-M модели 4x2000:

Параметры	Норма
Наибольшие размеры разрезаемого листа, мм толщина ширина	 4 2000
Число ходов ножа в мин	20
Угол наклона подвижного ножа	2º
Задние упоры, мм	500
Габаритные размеры, мм длина ширина	 3200 1300
высота над уровнем пола	1600
Мощность электродвигателя, кВт	5,5
Масса, т	3,1

$$P_{изг} = 2 \cdot B \cdot S \cdot \sigma_k \cdot k_1 = 2 \cdot 20 \cdot 0{,}5 \cdot 17 \cdot 0{,}06 = 10{,}2 кг = 204 H, \quad (22)$$

где $B = 20 мм$ - ширина детали (длина линии изгиба);

$S = 0{,}5 мм$ - толщина детали;

$\sigma_{ср} = 170 МПа$ - предел прочности;

$k_1 = 0{,}06$ - коэффициент для одноугловой гибки.

$P_{прижс} = 0{,}3 \cdot 204 = 61{,}2 H$

Тогда имеем:

$P = P_{изг} + P_{прижс} = 61{,}2 H$

Работу, затрачиваемую при гибке, можно определить с достаточной для практики степенью точности из выражения:

$$A = \frac{P \cdot h}{2 \cdot 1000}, \quad (23)$$

где $P = 265{,}2 H$ - усилие гибки;

$h = l_0 + r_n + r_m = 10 + 0,5 + 1 = 11,5 мм$ - величина полного перемещения пуансона в матрицу (активная высота);

$l_0 = 10 мм$ - глубина матрицы;

$r_n = 0,5 мм$ - радиус пуансона;

$r_m = 1 мм$ - радиус матрицы;

$A = \frac{265,2 \cdot 11,5}{2 \cdot 1000} = 1,52 Дж$.

2.4 Выбор прессового оборудования

При выборе пресса исходят из следующих соображений:

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

2) усилие, создаваемое прессом, должно быть равно или несколько больше усилия, требуемого для штамповки;

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

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

5) габариты стола и ползуна пресса должны давать возможность установки и закрепления штампов и подачу заготовок, а отверстие в столе пресса – позволять свободное проваливание штампуемых деталей (при штамповке «на провал»);

6) число ходов пресса должно обеспечивать достаточно высокую производительность штамповки;

7) в зависимости от рода работ должно быть предусмотрено наличие специальных устройств и приспособлений (буфера, выталкиватели, механизмы подачи и т.п.);

8) удобство и безопасность обслуживания пресса должны соответствовать требованиям техники безопасности.

Таким образом, основными техническими параметрами для выбора пресса являются усилие, работа, величина хода, закрытая высота и размеры стола пресса.

Таблица 7 - Техническая характеристика пресса КД2324Е

Параметры	Норма
Номинальное усилие, кН	63
Ход ползуна (регулируемый), мм	5-50
Наибольшее расстояние между столом и ползуном в его нижнем положении при наибольшем ходе, мм	250
Размеры стола, мм	500х340
Расстояние от оси ползуна до станины, мм	190
Технологическая работа, Дж при непрерывном ходе при одиночном ходе	 2000 4000
Расстояние между стойками станины в свету, мм	240
Толщина подштамповой плиты, мм	75
Мощность электродвигателя, кВт	7,1
Габаритные размеры, мм длина ширина	 1180 1140
Масса, т	1,97

2.5 Упругое пружинение при гибке

Гибка, являющаяся процессом пластической деформации, сопровождается упругой деформацией, определяемой законом Гука. По окончании гибки упругая деформация устраняется, вследствие чего происходит изменение размеров изделия по сравнению с размерами, заданными инструментом, называемое упругим пружинением.

Упругое пружинение обычно выражается в угловом измерении и является той величиной, на которую следует уменьшить угол изогнутой детали. Угол пружинения $\alpha_0 - \alpha$ (см. рисунок 12) может быть определён

двумя способами: аналитическим расчётом упругой деформации или при помощи испытаний и замеров.

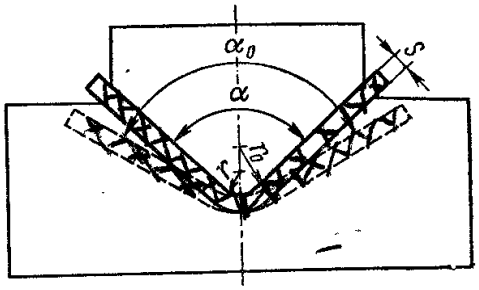


Рисунок 12 – Изменение угла в результате пружинения

Формула для приближённого определения упругого пружинения:

$$tg\beta = 0{,}375 \cdot \frac{l}{k \cdot S} \cdot \frac{\sigma_T}{E} = 0{,}375 \cdot \frac{42{,}1}{0{,}51 \cdot 0{,}5} \cdot \frac{100}{2 \cdot 10^5} = 0{,}031 \qquad (24)$$

где $l = 42{,}1 мм$ - расстояние между опорами – губками матрицы,

$k = 1 - 0{,}49 = 0{,}51$ - коэффициент, определяющий положение нейтрального слоя в зависимости от r/S, равный 1-х;

$\sigma_T = 102 МПа$ - предел текучести,

$E = 2 \cdot 10^5 МПа$ - модуль упругости.

В итоге имеем:

$\angle\beta = 1{,}78°$.

2.6 Расчёт цилиндрических пружин сжатия

$$P = \frac{\pi \cdot d^3}{8 \cdot D_{ср}} \cdot [\tau] = \frac{3{,}14 \cdot 1^3}{8 \cdot 10} \cdot 60 = 2{,}355 кг \cdot с \approx 23{,}6 Н, \qquad (25)$$

где P – максимально допустимая нагрузка;

d – диаметр проволоки;

$D_{ср}$ - средний диаметр пружины;

$[\tau]$ - допускаемое напряжение кручения (600 МПа).

$$f = \frac{\pi \cdot [\tau]}{G} \cdot \left(\frac{D_{ср}}{d}\right)^2 \cdot d = \frac{3{,}14 \cdot 600}{80000} \cdot \left(\frac{10}{1}\right)^2 \cdot 1 = 2{,}4 мм, \qquad (26)$$

где f – перемещение одного витка при сжатой до соприкосновения пружине;

G – модуль упругости при кручении (80000 МПа).

$$f = \frac{\pi \cdot [\tau]}{G} \cdot \left(\frac{D_{ср}}{d} \right)^2 \cdot d = \frac{3{,}14 \cdot 600}{80000} \cdot \frac{100}{1} \cdot 14 = 32{,}97 мм, \quad (27)$$

где F – максимальное перемещение всей пружины;

n – число витков пружины.

$$L = (n + 1{,}5) \cdot d + nf = (14 + 1{,}5) \cdot 1 + 14 \cdot 2{,}4 = 48{,}5 мм$$

где L – длина пружины в свободном состоянии.

$$L_{сж} = (n + 1{,}5) \cdot d = (14 + 1{,}5) \cdot 1 = 15{,}5 мм,$$

где $L_{сж}$ - длина пружины при полном сжатии.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ

Рабочие детали штампов (пуансоны и матрицы) подвергаются ударной нагрузкой с сильной концентрацией напряжений на рабочих комках или на рабочей поверхности. Поэтому к материалу пуансонов и матриц предъявляется требование высокой или повышенной твёрдости и износоустойчивости при наличии достаточной вязкости.

Для изготовления пуансона и матрицы будем применять сталь У10А или Х6ВФ. Также допускаются заменители из следующих сталей: У10, Х12Ф, ШХ15.

Стали, применяемые для изготовления рабочих частей штампов холодной листовой штамповки, делятся на следующие группы [5]:

1. Углеродистые инструментальные стали небольшой прокаливаемости (Ø до 25мм): У8А, У10А, У8, У10.

2. Легированные стали повышенной прокаливаемости (Ø до 40-50 мм): Х (ШХ15), Х09 (ШХ9), 9Х, 9ХС, 9ХФ, ХВГ, 9ХВГ, ХГСВФ.

3. Высокохромистые стали высокой прокаливаемости (Ø до 80мм), высокой износоустойчивости, мало деформируемые при закалке: Х12Ф1, Х12Ф, Х12М, Х12, также Х6ВФ, ХГ3СВФ.

4. Легированные стали повышенной вязкости (при твёрдости HRC 56–58): 4ХС, 6ХС, 4ХВ2С, 5ХВ2С, 6ХВ2С, 5ХВГ.

Твёрдость рабочих частей вырубных и пробивных штампов после термообработки зависит от нагрузки режущих кромок и марки стали.

В мелкосерийном производстве нет надобности стремиться к высокой стойкости рабочих частей штампов, поэтому в некоторых случаях могут быть применены пуансоны и матрицы из более дешёвой стали марки 45 с закалкой в воде и отпуском при 200-250ºС до твёрдости HRC 45–50.

Ниже даны марки сталей для изготовления других деталей штампов и в приложении приведен общий вид штампа гибки и деталировка основных деталей.

Таблица 8 – Марки материалов и сталей, применяемые для изготовления различных деталей штампов

Детали штампов	Марки материала		Термообработка
	Основная	Заменители	
Плиты штампов литые	Чугун СЧ 21-40 или СЧ22-44	Стальное литьё 30Л, 40Л	-
Плиты штампов остальные	Стали 40, 50	Ст5	-
Хвостовики	Стали 35, 40	Ст4 и Ст5	-
Колонки направляющие	Сталь 20, Стали 45, 50	Ст2	Цементировать на глубину 0,5-1,0 мм; калить HRC 58-62 калить HRC 45-50
Втулки направляющие	Сталь 20, Стали 45, 50	Ст2	Цементировать на глубину 0,5-1,0 мм; калить HRC 58-62 калить HRC 45-50
Втулки для шариковых направляющих	ШХ15	-	Калить HRC 58-62
Пуансонодержатели	Стали 35, 45	Ст3	-
Подкладки под пуансон	Сталь 45	Ст5	Калить HRC 40-45
Съёмники	Ст3	Сталь 25	-
Прижимы, направляющие планки, выталкиватели	Стали 40, 45	Ст5	Калить HRC 50-54
Упоры	Сталь 45	-	Калить HRC 40-45
Ловители	У8А	У7А	Калить HRC 50-54
Штифты	Сталь У8	Ст6	Калить HRC 45-50
Винты	Сталь 45	-	Калить головку HRC 40-45

Пружины	Стали 65Г, 60С2	Стальная проволока 11-го класса	Калить HRC 40-48

4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ТРУДА И ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Под безопасностью понимают состояние объекта защиты, при котором воздействие на него всех потоков вещества, энергии и информации не превышает максимально допустимую норму.

Охрана труда – это система, обеспечивающая безопасность жизни, здоровья человека, включая правовые, социальные, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и другие мероприятия. Задачи охраны окружающей среды:

1) сохранение и воспроизведение природных богатств;

2) поддержание биосферы в состоянии пригодном для существования человека без ущерба для его здоровья.

При взаимодействии человека со средой обитания возникает опасность (природная, техническая, антропогенная и т.д.), воздействие которой может причинить ущерб здоровью человека, создает угрозу его жизни или затруднить функционирование его органов. Наука, охватывающая область знаний, которые изучают опасность и средства защиты от нее, называется безопасностью жизнедеятельности. Основная цель безопасности жизнедеятельности как науки – защита человека в техносфере от негативных воздействий антропогенного и естественного происхождения и достижение комфортных условий жизнедеятельности.

К перспективным научно-техническим задачам в области безопасности жизнедеятельности относятся: разработка требований экологичности к техническим системам с учетом состояния техносферы в зоне использования технических систем, совершенствование и разработка новых методов и способов обращения с отходами всех видов, поступающих в

атмосферу, совершенствование и разработка новых средств экобиозащиты от опасностей.

К организационно-техническим задачам относятся: совершенствование экспертизы проектов по критериям безопасности и экологичности, совершенствование контроля показателей экологичности технических систем и безопасности среды обитания, оптимизация системы управления безопасностью жизнедеятельности на региональном и государственном уровнях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной курсовой работе был рассмотрен технологический процесс получения детали из сплава АМг2М. Установлено количество необходимых операций, степень их совмещённости. В работе произведён расчёт размеров заготовки, проанализировали напряжённо – деформированное состояние при резке и гибке. Рассмотрены варианты раскроя листового материала, определили коэффициент использования материала, выбран наиболее экономичный и удобный вариант. Произведён расчёт усилий для осуществления процессов резки листа, полосы и гибки. Рассчитан угол пружинения. По усилию осуществлён выбор прессового оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аверкиев, Ю.А. Холодная штамповка [Текст]/Ю.А. Аверкиев. – Издательство Ростовского университета, 1984. – 288 с.

2. Арзамасов, Б.Н. Материаловедение [Текст]: учебник для вузов/Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин – М:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 648 с.

3. Алюминиевые сплавы (свойства, обработка, применение) [Текст]: справочник. – Металлургия, 1979. – 679 с.

4. ГОСТ 21631 – 1976. Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические требования [Текст] – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1976. – 36 с.

5. Гольдштейн, М.И. Специальные стали [Текст]: учебник для вузов/М.И. Гольдштейн, С.В. Грачев, Ю.Г. Векслер – М.: Металлургия, 1985. – 408 с.

6. Григорьев, Л.Л. Холодная штамповка [Текст]: справочник /Л.Л. Григорьев, К.М. Иванов, Э.Е. Юргенсон – СПб.: Политехника, 2009. – 665 с.

7. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка [Текст]/ М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1967 . – 503 с.

8. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением [Текст]/М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1971. – 424 с.

9. Фридляндер, И.Н. Алюминиевые сплавы. Металловедение алюминия и его сплавов [Текст]: справочное руководство/ И.Н. Фридляндер, А.И. Беляев, О.А. Романова. – М: Металлургия, 1971. – 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ