

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет  
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра обробки металів тиском

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) рівень \_\_\_\_\_  
(перший (бакалаврський) рівень)

на тему «Розробка технології холодного листового штампування деталі  
«Упор» зі сталі 12Х18Н9Т авіаційного двигуна АІ-24»

Виконав: студент 4 курсу, групи 6.1369-с

Шашацький Данило Сергійович \_\_\_\_\_  
(ПІБ) (підпис)

спеціальності (напрямку підготовки)

136 Металургія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація

освітньо-професійна програма  
металургія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Керівник А.В. Явтушенко \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Запоріжжя - 2022 року



5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація до 15 слайдів (Мета та завдання роботи, Креслення готової деталі, Варіанти виготовлення, Схема процесу витяжки, Креслення штампу, Загальний вид пресу, Кінематична схема пресу, План цеху, План ділянки, Висновки).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
1	Явтушенко А.В., доцент, к.т.н.	
2	Явтушенко А.В., доцент, к.т.н.	
3	Явтушенко А.В., доцент, к.т.н.	
4	Явтушенко А.В., доцент, к.т.н.	

7. Дата видачі завдання 27 січня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Загальна характеристика цеху		
2	Технологічна частина		
3	Конструкторська частина		
4	Охорона праці та техногенна безпека		
5	Реферат, Вступ, Висновки		
6	Оформлення пояснювальної записки		
7	Підготовка презентаційного матеріалу		

Студент

Д.С. Шашацький  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

А.В. Явтушенко  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 70 с., 10 рисунків, 10 таблиць, 26 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – ділянка листового цеху дрібного штампування моторобудівного заводу.

Мета роботи – спроектувати ділянку листового цеху дрібного штампування моторобудівного заводу.

Метод розрахунків – стандартні методики розрахунків в штампувальному виробництві.

У даній кваліфікаційній роботі був розроблений технологічний процес для деталі «Упор». Всі операції, робляться в окремих штампах: вирубному, витяжному, пробивному, обрізному. Також підвищили КВМ шляхом зміни розкряю металу.

В економічній частині визначена технологічна собівартість виготовлення деталі.

У розділі охорони праці і оцінки техногенних обставин були визначені шкідливі чинники виробництва і вказані шляхи поліпшення умов праці.

Рекомендації по впровадженню – результати роботи рекомендується застосувати на машинобудівних заводах, на ділянках холодного штампування.

Ключові слова: ХОЛОДНЕ ШТАМПУВАННЯ, ДЕФОРМАЦІЯ, СТРИЧКА, ПРИТИСК, ШТАМП, ЗАКРИТА ВИСОТА, ПУАНСОН, МАТРИЦЯ, ШТАМПУЄМОСТЬ, КВМ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗКРІЙ, ЗУСИЛЛЯ, НОЖИЦІ, ПРЕС.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ПРИЗНАЧЕННЯ ЦЕХУ	9
1.1 Річна виробнича програма	9
1.2 Тип виробництва, характеристики ділянки	9
1.3 Загальна характеристика виробничого процесу на ділянці	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі	14
2.2 Вибір і обґрунтування оптимального варіанту технологічного процесу виготовлення деталі	15
2.2.1 Визначення форми і розмірів заготовки	18
2.2.2 Розкрій листового матеріалу	19
2.2.3 Визначення форми і розмірів напівфабрикату	23
2.2.4 Вибір необхідного штампувального обладнання	26
2.2.5 Система змащення штампів	27
2.2.6 Конструювання і розрахунок штампів	28
2.2.7 Конструювання і розрахунок на міцність робочих деталей штампу	29
2.2.8 Вибір плит	33
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	35
3.1. Опис конструкції і принципу дії пресу	35
3.2 Організація робочого місця	38
4 СОБІВАРТІСТЬ ПРОДУКЦІЇ	40
4.1 Витрати на матеріали	40
4.2 Заробітна плата основних і допоміжних робітників	41
4.3 Витрати на виготовлення та ремонт технологічного інструменту	42

4.4 Затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання	43
4.5 Затрати на утримання та амортизацію обладнання	43
4.6 Загальновиробничі витрати	44
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА</b>	46
5.1 Аналіз потенційних небезпек	46
5.2 Заходи по забезпеченню безпеки	47
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	51
5.4 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	56
5.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях	58
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	61
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	62
Додатки	64

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

КИМ – коефіцієнт використання металу;

ЦМШ – цех дрібного штампування;

ЦСШ – цех середнього штампування;

Грн. – гривна;

ЗВ – закрита висота;

Табл. – таблиця;

Мал. – малюнок;

ОМД – обробка металів тиском;

КШО – штампувальне для кування устаткування;

ХЛШ – холодне листове штампування;

## ВСТУП

Обробка металів тиском (плющення, кування, штампування) повсюдно застосовується практично у всіх галузях виробництва. Причиною цьому служать висока якість отримуваної продукції, продуктивність, продуктивність і економічність виробництва.

Темою даного дипломного проекту є проектування ділянки дрібного листового штампування механічного цеху заводу високовольтної апаратури з річною виробничою програмою випуску 15000 комплектів штампувань в рік.

На даному етапі розвитку науково-технічного прогресу замінити холодне листове штампування на виробництві даного типу не представляється можливим. У ХЛШ є ряд незаперечних переваг перед іншими типами виробництва (литво, токарне виробництво), такі як:

- можливість отримання досить міцні і жорсткі, але легенів по масі конструкції деталей при невеликій витраті матеріалу;
- взаємозамінюваність отримуваних холодним листовим штампуванням деталей унаслідок їх великої точності і одноманітності;
- велика продуктивність і низька вартість деталей;
- можливість застосування низько кваліфікованої робочої сили;
- порівняно невеликі втрати матеріалу;
- сприятливі умови для автоматизації.

При роботі на особливо небезпечних для людини пресах, системи автоматизації ведуть до зниження травматизму серед робочого персоналу.

Отже для виготовлення заданих деталей застосовуватимемо холодне листове штампування – найуніверсальніший і прогресивніший спосіб виготовлення.



# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Річна виробнича програма

Річна програма проектованої ділянки – 15000 комплектів за рік. Враховуючи виробництво запасних частей річну програму збільшуємо на 10 відсотків, що дозволяє врахувати допоміжне обладнання та час для їх виробництва. Програма буде – 16500 комплектів за рік.

Річна виробнича програма ділянки листового штампування наведена в таблиці 1.1.

Призначення ділянки – виробництво комплектів штамповок на авіаційні двигуни.

Вихідними даними для виконання роботи є річна виробнича програма, дані щодо деталей-представників, тип технологічного обладнання, відповідні стандарти та нормативні матеріали.

## 1.2 Тип виробництва, характеристики ділянки

В наведеній роботі розглядається ділянка листового штампування цеху холодного штампування. Призначення цеху холодного листового штампування полягає у дрібносерійному виробництві комплектів деталей дрібного та середнього штампування. Річною виробничою програмою передбачено випуск 12100 комплектів деталей на рік. Проектована ділянка листового штампування передбачає наявність виробничого обладнання зусиллям до 2,5 МН.

Номенклатура продукції становить 57 найменувань деталей (табл. 1.1). Марки сталей, що застосовуються в процесі виробництва, різноманітні – від простих до легованих інструментальних.

Тип виробництва - середньосерійне (16500 комплектів штампувань на рік).

Основними операціями на ділянці є вирубка, витяжка, пробивка, отбортовка, згинання. Для цих операцій використовуються штампи як прості, так і комбіновані. Після обробки деталі потрапляють на склад готової продукції, де проходять контроль на якість у відділі технічного контролю, тому на ділянці, що проектується, є також різноманітний вимірювальний інструмент.

Цех холодного листового штампування складається з виробничої та допоміжної площі. На виробничій, безпосередньо, розташоване обладнання, на допоміжній знаходяться склади металу, штампів та готової продукції, а також склад відходів матеріалу. Як вихідний матеріал у цеху використовуються: стрічка, рулон, смуга, лист.

В листоштампувальному цеху передбачені такі ділянки та відділення: механічна ділянка, ділянка дрібного штампування, заготівельне та ремонтно-механічне відділення, штампувально-інструментальне господарство, а також склади заготовок, готової продукції та запчастин.

Основні відділення складаються із штампувальних прольотів, під'їзних шляхів та підсобних приміщень.

Вантажоструми в цеху розраховані з урахуванням найбільшого преса. Під'їзні шляхи забезпечують зручний доступ до робочих місць для перевезення та підвезення готових виробів або заготовок.

Основними видами енергії, які використовуються в цеху є електроенергія, вода, стиснуте повітря. Електроенергія використовується в цеху для приводу основного та допоміжного обладнання, вантажно-транспортних механізмів, механізмів автоматизації та механізації, а також освітлення. Стиснене повітря використовується для автоматичних та механічних пристроїв, для муфт включення (виключення) кривошипних пресів. Стиснене повітря подається з центральної заводської компресорної станції.

Таблиця 1.1 – Річна виробнича програма дільниці листового штампування

п/п	Найменування деталі	Матеріал	Маса деталі, кг	Кількість деталей на комп., шт.	Кіл-сть деталей на річну прогр., тис. шт.			Маса деталей на річну програму, кг.		
					Основ.	Запчас.	Всього	Основ.	Запчаст.	Всього
1.	Упор	Сталь 12Х18Н9Т	2,423	3,147	10	165	16,5	181,5	519,21	51,92
2.	Кронштейн двигуна	Сталь 12Х18Н10Т	0,215	0,259	4	66	6,6	72,6	17,10	1,71
3.	Пружина	Сталь ХІ60ВТ	0,256	0,332	1	16,5	1,65	18,15	5,49	0,55
4.	Заклепка	Сталь Х17Н2	0,08	0,103	2	33	3,3	36,3	3,38	0,34
5.	Шайба упорна	Сталь 12Х18Н10Т	0,152	0,200	1	16,5	1,65	18,15	3,30	0,33
6.	Кільце	Сталь 12Х18Н10Т	0,257	0,313	2	33	3,3	36,3	10,34	1,03
7.	Ковпачок	Сталь ХН75Т	0,143	0,166	1	16,5	1,65	18,15	2,74	0,27
8.	Щіток ролика	Сталь 12Х18Н10Т	0,113	0,149	2	33	3,3	36,3	4,91	0,49
9.	Пластина	Сталь 12Х18Н10Т	0,132	0,165	6	99	9,9	108,9	16,34	1,63
10.	Кожух	Сталь 08ю	0,234	0,266	10	165	16,5	181,5	43,88	4,39
11.	Конус	Сталь 12Х18Н10Т	0,105	0,118	4	66	6,6	72,6	7,79	0,78
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
57.	Шайба	Латунь Л68	0,09	0,113	2	33	3,3	36,3	3,71	0,37
<b>Всього по дільниці</b>								<b>6265,80</b>	<b>626,58</b>	<b>6892,4</b>

### 1.3 Загальна характеристика виробничого процесу на ділянці

Як вже згадувалося вищим, для заготовок служить широкий спектр матеріалів (від звичайних сталей до легованих і кольорових металів), такі як:

Листи і смуги латунні ДЕСТ 931-90:

Л 90; Л 85; Л 80; Л 68; Л 63.

Стрічка холоднокатана з низковуглецевої сталі ДЕСТ 503-81:

08 КП; 08 ПС; 10 КП; 10 ПС; 10.

Прокат листовий холоднокатаний ДЕСТ 19904-90 (СТСЕВ 1968-79):

45; 30; 35; 55.

Сталь гарячекатана, толстолистовая конструкційна якісна

вуглецева для холодного штампування ДЕСТ 4041-71:

08 КП; 10 ПС; 20 КП; 20 ПС;

08 ЮА; 10 ЮА; 08 Ю.

Сталь вуглецева якісна конструкційна ДЕСТ 1050-88:

20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60.

Весь матеріал має товщину від 0,5 до 4мм.

Матеріал для заготовок поступає із заготовчого відділення в тому вигляді, який необхідний за технологією (стрічки, смуги, листи).

Типові технологічні процеси, які мають місце у виробництві детально описано в розділі 2 данної кваліфікаційної роботи, - «Технологічна частина» на прикладі деталі докладної розробки. Слід зазначити, що типовими для даного виробництва є операції розділові (вирубка, пробивка) і формоутворювальні (витяжка, відбортовка, згинання).

В процесі виробництва виникає необхідність контролю якості продукції, яку виробили. Це пов'язано з тим, що на ринку авіабудування існує не маловажний чинник конкуренції. Тому, для забезпечення конкурентоспроможності необхідно застосовувати на виробництві прогресивні методи контролю відповідності виробленої продукції європейським стандартам якості.

Для виконання річної виробничої програми був використаний матеріал про найменування і кількість технологічного устаткування базового цеху (табл. 1.2). Розробка устаткування для проектованої ділянки велася з урахуванням об'ємів виробництва і завдань, які були поставлені.

Таблиця 1.2 – Перелік і кількість штампувального устаткування на ділянці

Назва і позначення устаткування	Розмір головного параметра	Габаритні розміри, м (довжина, ширина, висота)	Маса одиниці устаткування, т	Кількість устаткування	Потужність, кВт	
					Одиниця	Всього
1	2	3	4		6	7
<b>1. Виробниче</b>						
Прес	КА2120	1200x2100x3550	8,1		11	11
Прес	КЕ2124	3000x1820x2935	9,1		14	14
Прес	КД2126	2128x2020x2115	3,36		4,5	9
Прес	КД2128	1450x1730x2880	8,8		6,3	18,9
Прес	К2130	1850x1430x2735	9,0		9	36
Прес	К2232	1765x2060x3560	13,5		12	12
Прес	КД2326	1270x1580x2490	3,4		5	5
Прес	КД2328	1450x2010x2940	6,2		7	14
Прес	КД2330	1620x2125x3280	9,3		9	36
Прес	КА2534	2890x2870x4950	23,4		25	50
Прес	К3132А	2940x2990x4750	26		28	28
Прес	К3534	4480x2900x5485	46,1		27	54
Прес	КА3534	4350x2870x5150	10		19	19
<b>Всього</b>				26	257,8	360,9
<b>2. Підйомно-транспортне</b>						
Кран-балка	Q=5т		1,50	2	20	40
<b>Всього</b>				2		40
<b>Разом</b>				28		400,9

В процесі проектування бралися до уваги високі темпи виробництва, які неможливі без застосування автоматизованих систем, механізованих пристосувань і прес-автоматів. На ділянці застосовуються механізовані подачі (кліщова, валкова, клиноролікова).

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Під технологічністю слід розуміти таку сукупність властивостей і конструктивних елементів, які забезпечують найбільш просте і економічне виготовлення деталі при дотриманні технологічних і експлуатаційних вимог до неї.

Основними показниками технологічності листових холодноштамповочних деталей є:

- найменша витрата матеріалу;
- найменша кількість і низька трудомісткість операцій;
- відсутність подальших механічних операцій;
- найменша кількість необхідного устаткування і виробничих операцій;
- найменша кількість оснащення при скороченні витрат і термінів підготовки виробництва;
- збільшення продуктивності окремих операцій і цеху в цілому.

Загальним результативним показником технологічності є найменша собівартість штампованих деталей. Одним з найважливіших питань, передуючих технологічним розрахункам, є виявлення ступеня здатності металу виконати штампувальну операцію або визначення його відносного штампування. Під штампуванням розуміють здатність металу піддаватися різним операціям штампування. Штампування залежить від ряду показників: механічних властивостей, пластичності, модуля пружності, структури металу і хімічного складу.

Задана деталь «Упор» є тілом обертання простій форми, порожниста, симетрична, товщина стінки 2мм, матеріал сталь 08кп, радіуси закруглень  $r \geq (2 \div 4)S$  значить, деталь технологічна. Враховуючи ці чинники і механічні властивості матеріалу, приходимо до висновку, що вони відповідають вимогам такої штампувальної операції, як витяжка. Витяжка неглибока, проводиться в 1

перехід. Отвори слід виконати операцією «пробивка». Відділення нерівного краю або надлишків матеріалу зовні об'ємної деталі проводиться операцією «обрізка». Для зменшення тангенціального стиснення у краю заготовки і радіального розтягування на витяжних кромках матриці в переходах збільшуємо радіус скруглень.

## **2.2 Вибір і обґрунтування оптимального варіанту технологічного процесу виготовлення деталі**

Більшість деталей, які отримують методом холодного штампування, в листовому штампуванні можуть бути виготовлені декількома способами. При цьому необхідні операції для штампування заданої деталі можуть проводитися на відповідних окремих штампах (диференційований спосіб штампування) або на суміщених або послідовних штампах (концентрований спосіб штампування). Крім того, штампування даної деталі допускає варіанти в послідовності виконання необхідних операцій, а також варіанти з'єднань операцій в сумісних і послідовних штампах. Перед розглядом конкуруючих варіантів технологічних процесів потрібно встановити які чинники визначають побудову процесу і які з них найбільш важливі: заготовка, спосіб отримання базового конструктивного елементу деталі, спосіб формоутворення інших конструктивних елементів деталі, спосіб набуття заданих механічних і фізичних властивостей деталі, якості її поверхні, ступінь механізації і автоматизації процесу. Кожен з цих чинників має власні особливі ознаки – форма і відносні розміри первинної заготовки, спосіб виконання операції, конструктивні особливості штампів, режими обробки та інші.

У серійному виробництві необхідно прагнути до мінімальних витрат матеріалу, до найменшої кількості штампувальних операцій за рахунок використання і впровадження в проект послідовного процесу штампування, підвищенню продуктивності і стійкості штампу. Враховуючи неможливість огляду всіх можливих варіантів із-за обмеженості об'єму проекту, погоджено з керівником проекту, вибрані два найбільш прийнятних варіанту.

За основними кількісними і якісними показниками (коефіцієнт використання матеріалу, кількість операцій і устаткування, трудомісткість виготовлення, складність устаткування, стійкість робочого інструменту та інші), отриманими в результаті подальших розрахунків, проведемо порівняння запропонованих варіантів виготовлення.

Результуючим показником є собівартість, а не трудомісткість виготовлення деталі. Оптимальний варіант технологічного процесу повинен забезпечувати надійне виготовлення деталі в повній відповідності вимогам креслення (якості деталі) при найменшій її вартості (ефективність виробництва).

Як приклад типового процесу пропонується технологічний процес холодного штампування деталі «Упор» зі сталі 12Х18Н9Т авіаційного двигуна АІ - 24.

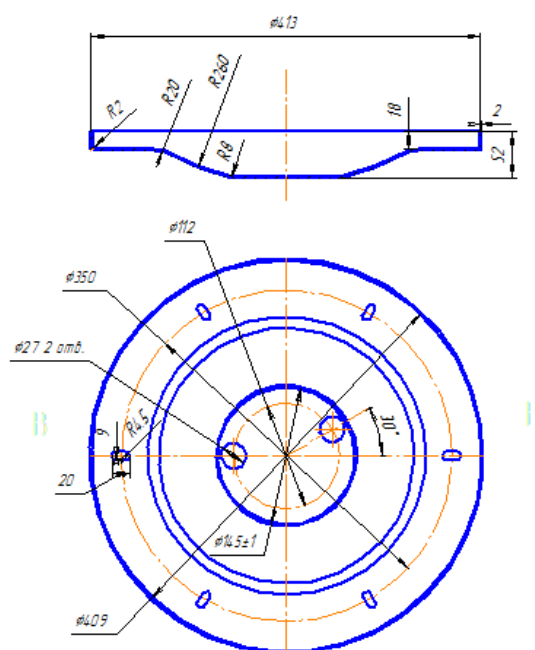


Рисунок 2.1 - Деталь – «Упор».

Запропонований варіант виготовлення деталі «Упор», представлено на рисунку 2.1



Лента 08-ПН-ПТ-2-Н0 - 2x2500  
 ГОСТ 1050-88 Кум=77% ,

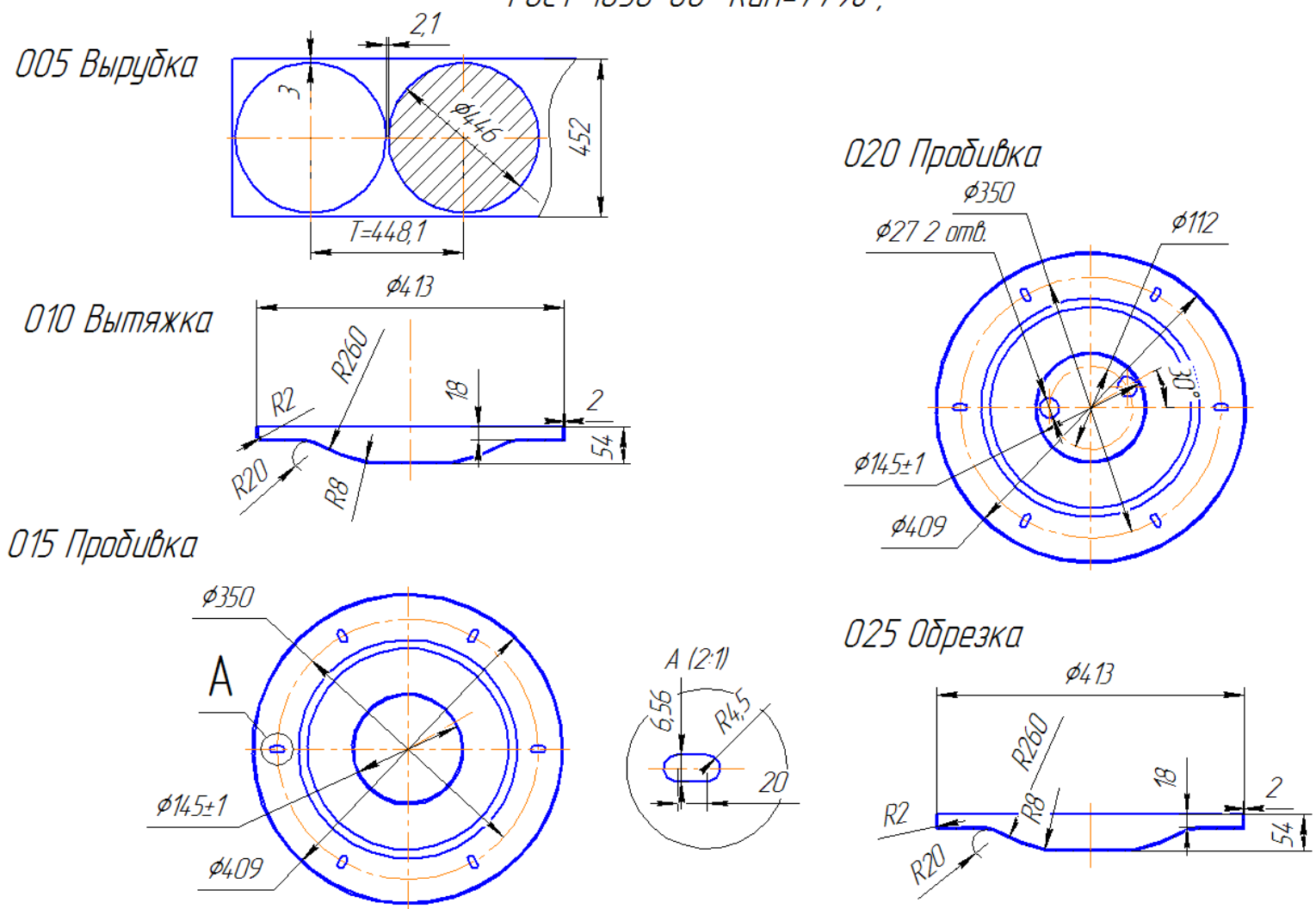


Рисунок 2.2 – Варианты изготовления детали – «Упор»

### 2.2.1 Визначення форми і розмірів заготовки

Існує три методи розрахунку: аналітичний, графічний і графоаналітичний. Всі вони прийнятні для будь-якого виду штампувального виробництва. Проте перевагу слід віддати першому методу, як найбільш доступному і універсальному для технолога і конструктора. До безперечної його переваги відноситься можливість використання сучасної обчислювальної техніки. Він же відрізняється вищою точністю.

Деталь «Упор» - розмір заготовки знаходимо з рисунка 2.3.

Аналітичний метод заснований на дотриманні рівності поверхонь штампованої деталі і заготовки. Для деталей типу тіл обертання заготовка має форму круга, діаметр якої пов'язаний з поверхнею готової деталі наступною залежністю:

$$D_0 = \sqrt{d_1^2 + 2\pi r_1 d_1 - 8r_1^2 + 8Rh_1 - 8r_2^2 + d_3^2 - d_2^2 + 8r_3^2 + 4(d_1 h_1 + Dh_2)}, \quad (2.1)$$

де  $D_0$  - діаметр заготовки без урахування стоншування стінок деталі;

$r_1, r_2, r_3$  - радіус скруглення дна деталі;

$d_1, d_2, d_3$  - діаметри витяжних елементів стакану;

$D$  - діаметр стакану.

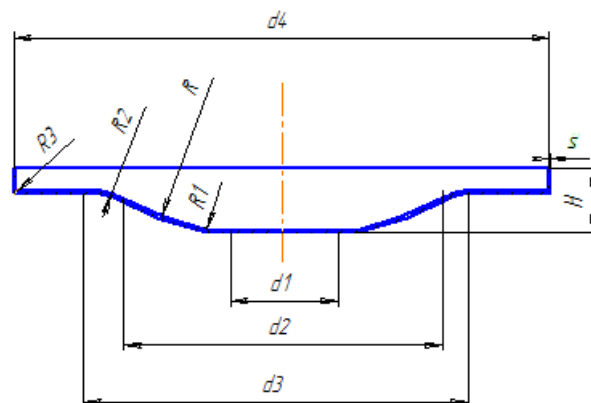


Рисунок 2.3 – Форма і розміри деталі

Оскільки товщина більше 1мм, то діаметр заготовки слід рахувати по середній лінії (рис. 2.3):

$$D_0 = \sqrt{\frac{127^2 + 2 \cdot 3,14 \cdot 127 \cdot 9 + 8 \cdot 9^2 + 8 \cdot 261 \cdot 32 - 8 \cdot 21^2 + 405^2 - 309^2 + 8 \cdot 3^2 + 4 \cdot (127 \cdot 32 + 409 \cdot (18 + 2))}{2}} = 445,8 \text{ мм}$$

Приймаємо  $D_0 = 446 \text{ мм}$ .

### 2.2.2 Розкрій листового матеріалу

Економія металу і зменшення відходів в холодному штампуванні має вельми важливе значення, особливо в серійному виробництві і в масовому, оскільки при великих масштабах виробництва навіть незначна економія металу на одному виробі дає у результаті велику економію.

Після визначення розмірів заготовки необхідно вибрати відповідний розкрій. Цей етап дуже важливий, тому що дозволяє зменшити собівартість деталі, що виготовляється, за рахунок економії матеріалу. Цього можна досягти використовуючи:

- найбільш відповідний розмір листів: одиничні заготовки або смуги з найменшими відходами;
- найбільш економічний розкрій смуг і розташування вирізованих деталей на смузі;
- зменшення витрат металу на перемички;
- зменшення припусков на обрізання;
- використання відходів для виготовлення інших деталей;
- передбачення браку штампованих деталей.

Розкрій характеризується коефіцієнтом використання матеріалу (КВМ):

$$\eta = \frac{n \cdot F_{\text{ДЕТ}}}{F_{\text{ЗАГ}}} \cdot 100\%, \quad (2.2)$$

де  $\eta$  - коефіцієнт використання матеріалу;

$n$  – кількість деталей, що отримуються з початкової заготовки;

$F_{\text{ДЕТ}}$  - площа поверхні деталі;

$F_{\text{ЗАГ}}$  - площа поверхні заготовки.

Визначимо розкрій матеріалу для базового варіанту деталі.

Початкові дані:

форма деталі – кругла;

діаметр заготовки – 446 мм;

величина перемичок:  $a = 2,5$  мм,  $b = 2,1$  мм.

Підставимо дані в формули (2.2-2.5)

$$T = D_0 + b \quad (2.3)$$

$$T = 446 + 2,1 = 448,1 \text{ мм}$$

$$B_0 = D_0 + 2a \quad (2.4)$$

$$B_0 = 446 + 2 \cdot 2,5 = 451 \text{ мм}$$

$$F_0 = \frac{\pi D_0^2}{4} \quad (2.5)$$

$$F_0 = \frac{3,14 \cdot 446^2}{4} = 156149,06 \text{ мм}^2$$

$$F_0 = T \cdot B_0 \quad (2.6)$$

$$F_0 = 448,1 \cdot 451 = 202093,1 \text{ мм}^2$$

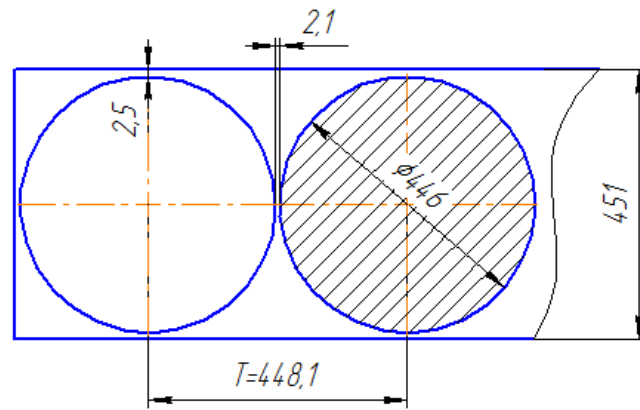


Рисунок 2.4 – Розкрій матеріалу деталі

**Варіант I**

Лист 1000x2000

Поздовжній розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{T} = \frac{2000}{448,1} = 4,46 \quad n_1 = 4$$

$$n_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{1000}{451} = 2,2 \quad n_2 = 2$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 4 \cdot 2}{1000 \cdot 2000} = 0,624 = 62,4\%$$

Поперечний розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{B_0} = \frac{2000}{451} = 4,43 \quad n_1 = 4$$

$$n_2 = \frac{B}{T} = \frac{1000}{448,1} = 2,2 \quad n_2 = 2$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 4 \cdot 2}{1000 \cdot 2000} = 0,624 = 62,4\%$$

**Варіант II**

Лист 1500x3000

Поздовжній розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{T} = \frac{3000}{448,1} = 6,69 \quad n_1 = 6$$

$$n_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{1500}{451} = 3,32 \quad n_2 = 3$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 3 \cdot 6}{1500 \cdot 3000} = 0,624 = 62,4\%$$

Поперечний розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{B_0} = \frac{1500}{451} = 3,32 \quad n_1 = 3$$

$$n_2 = \frac{B}{T} = \frac{3000}{448,1} = 6,69 \quad n_2 = 6$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 3 \cdot 6}{1500 \cdot 3000} = 0,624 = 62,4\%$$

### Варіант III

Лист 1250x2500

Поздовжній розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{T} = \frac{1250}{448,1} = 2,7 \quad n_1 = 2$$

$$n_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{2500}{451} = 5,5 \quad n_2 = 5$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 2 \cdot 3}{1250 \cdot 2500} = 0,499 = 49,9\%$$

Поперечний розкрій:

$$n_1 = \frac{L}{B_0} = \frac{1250}{451} = 2,7 \quad n_1 = 2$$

$$n_2 = \frac{B}{T} = \frac{2500}{448,1} = 5,5 \quad n_2 = 5$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{156149,06 \cdot 105 \cdot 21}{1250 \cdot 2500} = 0,499 = 49,9\%$$

Результати розрахунків внесемо до таблиці 2.1.

Аналізуючи розрахункові дані в таблиці 2.1 робимо висновок, що найбільш ефективний розкрій виходить з листа: 1000x2000, де KBM складає 62,4% при поздовжньому розкрію.

Визначимо розкрій зі стрічки для пропонованого варіанту деталі «Упор».

Однорядний звичайний розкрій:

$$\begin{aligned} KBM_{\text{стрічки}} &= \frac{F_{\text{ДЕТ}}}{F_{\text{ЗАГ}}} \cdot 100\% = \frac{F_{\text{ДЕТ}}}{B_0 \cdot T} \cdot 100\% = \frac{0,7854 \cdot D_{\text{ЗАГ}}^2}{(D_{\text{ЗАГ}} + b)(D_{\text{ЗАГ}} + 2a)} \cdot 100\% = \\ &= \frac{0,7854 \cdot 446^2}{(446 + 2,1)(446 + 2 \cdot 2,5)} \cdot 100\% = 77\% \end{aligned} \quad (2.7)$$

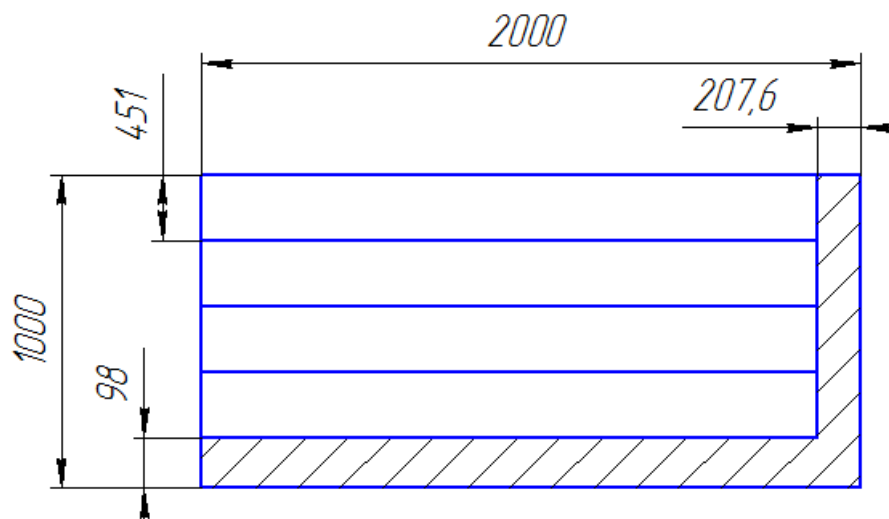


Рисунок 2.5 – Розкрій листа

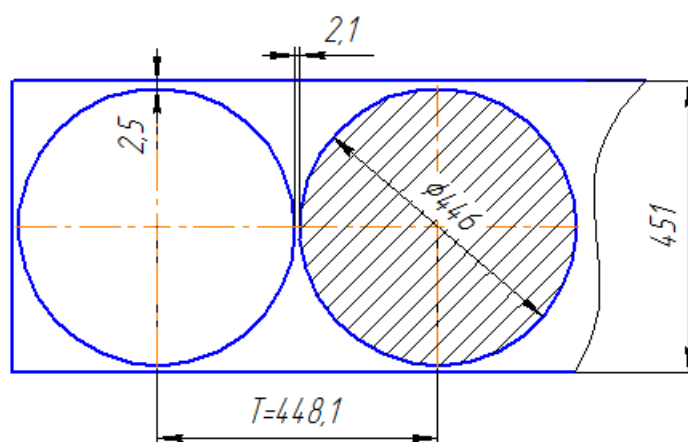


Рисунок 2.6 – Розкрій стрічки

Таблиця 2.1 - Розкрій листового матеріалу (КВМ)

	Лист 1000x2000	Лист 1500x3000	Лист 1250x2500
Поперечний	62,4	62,4	49,9
Поздовжній	62,4	62,4	49,9

### 2.2.3 Визначення форми і розмірів напівфабрикату

Розрахунок зусиль і роботи деформації для деталі.

Розрахунок операцій і переходів.

#### 1. Операція різання

Визначаємо зусилля різання листа:

$$P = \frac{0,5 \cdot S^2 \cdot \sigma_{cp}}{\operatorname{tg} \varphi} \quad (2.8)$$

де  $\varphi = 2 \div 5^\circ$ ;

$$\sigma_{cp} = 250 \text{ МПа}$$

$$P = \frac{0,5 \cdot 2^2 \cdot 25}{\operatorname{tg} 2} = 7,3 \text{ кН}$$

## 2. Операція вирубки

Визначаємо зусилля вирубки:

$$P_D = \pi \cdot D_0 \cdot S \cdot \sigma_{CP} \cdot K \quad (2.9)$$

де  $D_0 = 446 \text{ мм}$  - діаметр заготівлі, яку вирубали;

$S = 2 \text{ мм}$  – товщина заготівлі;

$\sigma_{CP} = 250 \text{ МПа}$  – опір зрізу;

$$K = 1,25$$

Підставимо дані в формулу (2.9)

$$P_D = 3,14 \cdot 1,25 \cdot 446 \cdot 0,8 \cdot 25 = 87,5 \text{ кН}$$

Визначаємо зусилля зняття смуги з пуансона

$$P_{ZH} = K_{ZH} \cdot P_{VIP} \quad (2.10)$$

$K_{ZH} = 0,08$  – коефіцієнт зняття зусилля

$$P_{VIP} =$$

$$P_{ZH} = 0,08 \cdot 87,5 = 7 \text{ кН}$$



Визначаємо сумарне зусилля вирубки і зусилля зняття смуги:

$$P_{\text{сум}} = P_{\text{д}} + P_{\text{зн}} \quad (2.11)$$

$$P_{\text{сум}} = 87,5 + 7 = 94,5 \text{кН}$$

Визначаємо роботу деформації:

$$A = P_{\text{ср}} \cdot h_p = 0,7 \cdot \Sigma P \cdot h_p \quad (2.12)$$

де  $P_{\text{ср}}$  – усереднене зусилля штампування, складає 70% від зусилля вирубки і зусилля зняття смуги;

$h_p = 2 \text{мм}$  – робочий хід пуансона

$$A = 0,7 \cdot 94,5 \cdot 2 = 132,3 \text{Дж}$$

### 3. Операція витяжки

Витяжку проектуємо без притиску, оскільки виконується умова  $H/d = 52/413 = 0,12 < 0,7$

Оскільки  $H/d < 1$ , то витяжку виконуємо за 1 перехід.

Визначаємо технологічне зусилля витяжки:

$$\sigma_B = 300 \text{МПа}$$

$$P_1 = \pi \cdot d \cdot \sigma_B \cdot S \cdot k_1 = 3,14 \cdot 446 \cdot 2 \cdot 30 \cdot 1,1 = 92,4 \text{кН} \quad (2.13)$$

Визначаємо роботу деформації:

$$A = 0,7 \cdot \Sigma P \cdot H \quad (2.14)$$

$$H = h + r_M \quad (2.15)$$

де  $h$  – висота напівфабрикатів;  
 $r_M$  – радіус матриці.

$$A = 0,7 \cdot 92,4 \cdot 55 = 3557,4 \text{ Дж}$$

#### 4. Операція обрізання

Визначаємо зусилля обрізання припуска:

$$P = 1,25 \cdot \pi \cdot d \cdot \sigma_{CP} \cdot S = 1,25 \cdot 3,14 \cdot 413 \cdot 2 \cdot 25 = 81 \text{ кН} \quad (2.16)$$

#### 5. Операція пробивка.

Визначаємо зусилля необхідне для пробивки декількох отворів різного діаметру:

$$P_1 = 2(1,25 \cdot \pi \cdot d \cdot S \cdot \sigma_{CP}) = 2(1,25 \cdot 3,14 \cdot 27 \cdot 2 \cdot 25) = 10,6 \text{ кН} \quad (2.17)$$

$$P_2 = 6(1,25 \cdot \pi \cdot d \cdot S \cdot \sigma_{CP}) = 6(1,25 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 2 \cdot 25) = 21,1 \text{ кН} \quad (2.18)$$

### 2.2.4 Вибір необхідного штампувального обладнання

Для правильного вибору технологічного устаткування необхідно виходити з наступних положень:

- технологічне зусилля операції або декількох операцій, або переходів в штампі суміщеної дії повинне бути меншим чим зусилля устаткування;
- робота на штампі повинна забезпечуватися зусиллям устаткування;
- розміри столу повинні забезпечити встановлення і закріплення штампі;
- величина ходу повзуна повинна відповідати технології операції;

-безпека і зручність обслуговування устаткування повинні відповідати техніка безпеки.

При заданій програмі кількість пресів на спроектованій ділянці буде не велика, тому що б завантажити устаткування зупинимося на двох-трьох стандартних пресах.

Якщо початковим видом матеріалу є лист, операція різання листа на смуги при  $s=2$  мм і довжині різку 2500 мм виконується на ножицях гільйотинного типу Н3314.

Вибираємо обладнання для кожної операції, для запропонованого варіанту.

Операція вирубка:  $\sum P = 94,5 \text{кН}; S = 54 \text{мм}$ .

Вибираємо кривошипний прес К3132А:  $P_H = 1600 \text{кН}; h = 130 \text{мм}; n = 45 \text{мин}^{-1}$

Операція витяжка:  $\sum P = 81 \text{кН}; S = 54 \text{мм}$  вибираємо кривошипний прес К3132А:  $5P_H = 1600 \text{кН}; h = 130 \text{мм}; n = 40 \text{мин}^{-1}$ .

Операція пробивка отвору:  $\sum P = 10,6 \text{кН}; S = 54 \text{мм}$  вибираємо кривошипний прес К2126:  $P_H = 400 \text{кН}; h_{MAX} = 80 \text{мм}; n_{MAX} = 160 \text{мин}^{-1}$ .

Операція пробивка отвору  $\sum P = 21,1 \text{кН}; S = 54 \text{мм}$  вибираємо кривошипний прес К2126:  $P_H = 400 \text{кН}; h_{MAX} = 80 \text{мм}; n_{MAX} = 160 \text{мин}^{-1}$ .

Операція обрізання припуску:  $\sum P = 81 \text{кН}; S = 0,8 \text{мм}$  вибираємо кривошипний прес К2126:  $P_H = 400 \text{кН}; h_{MAX} = 80 \text{мм}; n_{MAX} = 160 \text{мин}^{-1}$ .

### 2.2.5 Система змащення штамів

Призначення мастила при витяжці полягає в зменшенні тертя між матеріалом і інструментом, зниженні напруги в матеріалі і оберіганні штамів і виробів від задирів і подряпин. Витяжні штампи в більшості випадків виходить з ладу не унаслідок їх повного зносу, а внаслідок утворення задирів, подряпин і псування поверхні штампованих деталей.

Мастило повинне володіти наступними властивостями:

- створювати міцну незасихаючу плівку, здатну витримувати значний тиск;
- давати рівномірний розподіл змащуючого шару по поверхні і прилипання;
- легко віддалятися з поверхні деталі;
- бути хімічно стійкою і нешкідливою.

Для мастила витяжних штампів як змащувальний матеріал застосовують Укрінол-3, що складається з мінеральних масел з додаванням жиркових речовин.

Видалення мастила з відшліфованих деталей проводиться гарячим знежиренням в лужних ваннах.

### **2.2.6 Конструювання і розрахунок штампів**

Штampi для холодного листового штампування працюють в тяжких умовах, витримують високі навантаження від великих штампувальних зусиль. Також відбувається нагрів деталей штампу від значних сил тертя металу по інструменту при формоизменении. Щоб забезпечити стабільність роботи, а також економічність – обґрунтована стійкість інструменту повинна задовольняти вимогам:

- жорсткість і міцність;
- технологічність форми і розмірів деталей і вузлів штампу;
- уніфікація деталей, вузлів і надійність їх кріплення в штампі;
- можливість легкої і швидкої заміни робочих деталей штампу;
- надійне і просте центрування пуансона і матриці;
- можливість зручного завантаження заготовки і простота видалення деталі з штампу;
- безпека роботи з штампом.

### 2.2.7 Конструювання і розрахунок на міцність робочих деталей штампу

Матриця і пуансон визначають працездатність, надійність і довговічність штампу. Їх розрахунок і конструювання – найважливіший етап розробки документації штампу.

Розрахуємо виконавчі розміри для операції пробивання отворів [6, табл. 12]. У нашому випадку матриця та пуансон виготовляються разом.

$$D_m = (d_0 - P_3)^{+\sigma_m} \quad (2.19)$$

$$D_n = \left( d_0 - P_3 - z \right)_{-\delta_n} \quad (2.20)$$

де  $d_0$  – діаметр отвору, мм;

$P_3$  – припуск на знос матриці та пуансону, мм;

$\delta_m, \delta_n$  – граничне відхилення розміру матриці та пуансону, мм.

Значення  $P_3, \delta_m, \delta_n$  знаходимо за довідковими даними залежно від розміру діаметра, що вирубується, і необхідної точності його виготовлення [6, стр. 65]:  $P_3 = 0,3 \text{ мм}, \delta_m = \delta_n = 0,08 \text{ мм}$ .

Определим зазор и допуск на нього [6, стр. 68]:  $z = 0,36 \text{ мм}, \Delta z = +0,1 \text{ мм}$ .

Умова  $\delta'_m, \delta'_n < 0,1 \text{ мм}$  виконується.

Підставимо дані в формули (2.19-2.20), для товщини 1 мм і діаметра 13 мм виконавчі розміри матриці та пуансону для пробивання заготівлі

$$D_m = (27 - 0,3)^{+0,08} = 26,7^{+0,011},$$

$$D_n = (27 - 0,3 - 0,36)_{-0,08} = 26,34_{-0,011}.$$

*Розрахунок пуансона для деталі «Упор»*

Пуансони слід перевіряти на те, що зім'яло опорною поверхнею головки пуансона поверхні плити і на стиснення і подовжній вигин самого пуансона найменшому перетині.

Перевіримо пробивний пуансон на стиснення:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{f}, \quad (2.21)$$

де  $P$  – технологічне зусилля, що сприймається пуансоном;  
 $f$  – площа робочої частини (рис. 2.7).

$$f = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{P \cdot 4}{\pi d^2} = \frac{27 \cdot 4}{3,14 \cdot 9 \cdot 20} = 19 \text{ МПа}$$

Допустиме  $[\sigma_{сж}] = 1600 \text{ МПа}$

Умова міцності:  $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$

Перевіримо пробивний пуансон на те, що зім'яло:

$$\sigma_{см} = \frac{P}{F}, \quad (2.22)$$

де  $P$  – технологічне зусилля, що сприймається пуансоном;

$F$  – площа опорної частини.

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$\sigma_{см} = \frac{P \cdot 4}{\pi d_1^2} = \frac{27 \cdot 4}{3,14 \cdot 22^2} = 15,6 \text{ МПа} \quad (2.23)$$

Допустиме  $[\sigma_{см}] = 1600 \text{ МПа}$

Розрахуємо вільну довжину пуансона на подовжній вигин:

$$l_{MAX} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{4 \cdot n_{\phi} \cdot P}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 2,2 \cdot 10^4 \cdot 0,05 \cdot 9^4}{4 \cdot 2 \cdot 400}} = 72,2 \text{ мм} \quad (2.24)$$

$$l_{MAX} > l$$

де  $l$  прийнята довжина пуансона (рис. 2.7)

Пуансон витримає навантаження.

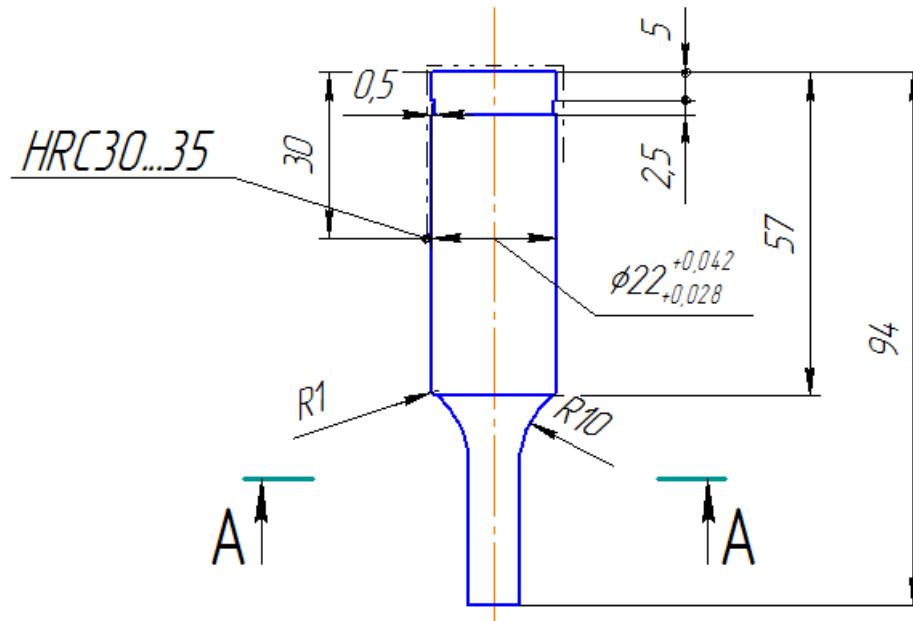


Рисунок 2.7 – Пуансон пробивний

#### Розрахунок матриці для деталі «Упор»

Форма матриці визначається формою і розмірами штампованої деталі. Розміри матриці можна визначити по емпіричних формулах, за табличними даними і теоретичними розрахунками.

Товщину матриці і товщину стінки матриці можна перевірити на міцність спеціальним розрахунком, заснованим на визначенні напруги, що виникає в небезпечному перетині. Стінки циліндрової матриці випробовують розширляльне зусилля у вигляді нормального тиску  $P_p$  що виникає від матеріалу, що деформується, в процесі різання. До цього тиску додається тиск торців  $p_{\text{ТОР.М}}$  деталі або відходу, визначуваного від початкової заготовки. Стінка матриці у момент різання випробовує максимальний сумарний тиск:

де  $P_{\text{ОБЩ}} = P_p + p_{\text{ТОР.М.}}$ .

$$P_p = \frac{0,3P_d}{\pi \cdot D_{\text{ЗАГ}} \cdot h_{\text{П}}} = \frac{0,3P_d}{\pi \cdot D_{\text{ЗАГ}} \cdot 0,4S} = \frac{0,3 \cdot 1200}{3,14 \cdot 9 \cdot 0,4 \cdot 0,8} = 450 \text{ МПа} \quad (2.25)$$

$p_{\text{ТОР.М.}} = 10,9 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$  згідно [4].

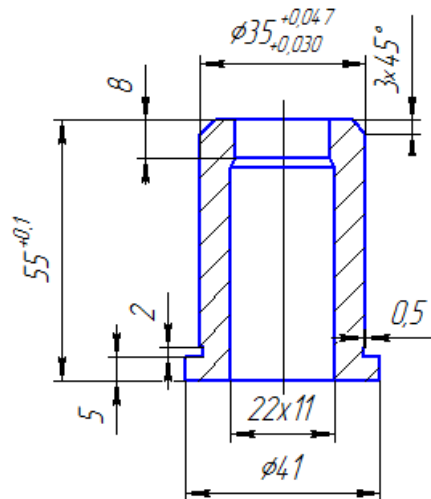


Рисунок 2.8 – Матриця пробивна

Визначимо напругу на контактній поверхні в осьовому напрямі:

$$\sigma_z = \frac{P_d}{\pi \cdot \left[ \left( \frac{D+S}{2} \right)^2 - \left( \frac{D}{2} \right)^2 \right]} = \frac{12566}{3,14 \cdot \left[ \left( \frac{9+0,8}{2} \right)^2 - \left( \frac{9}{2} \right)^2 \right]} = 1300 \text{ МПа} \quad (2.26)$$

$$\sigma_z < [\sigma_{\text{СЖ}}]; [\sigma_{\text{СЖ}}] = 1600 \text{ МПа}$$

Визначимо нормальну напругу в радіальному напрямі:

$$\sigma_r = -P_{\text{ОБЩ}} = -(45 + 10,9) = -560 \text{ МПа}$$

$$\sigma_r < [\sigma_{\text{СЖ}}]; [\sigma_{\text{СЖ}}] = 1600 \text{ МПа}$$

Визначимо нормальну напругу в

$\sigma_r > [\sigma_p]; [\sigma_p] = 500 \text{ МПа}$  тангенціальному напрямі:



$$\sigma_{\tau} = P_{\text{ОБЩ}} \cdot \frac{\left(\frac{D_M}{2}\right)^2 + \left(\frac{D_{3AG}}{2}\right)^2}{\left(\frac{D_M}{2}\right)^2 - \left(\frac{D_{3AG}}{2}\right)^2} = 56 \cdot \frac{\left(\frac{54}{2}\right)^2 + \left(\frac{8}{2}\right)^2}{\left(\frac{54}{2}\right)^2 - \left(\frac{8}{2}\right)^2} = 580 \text{ МПа} \quad (2.27)$$

Також існує необхідність перевірки матриці на стійкість:

$$H_M = \sqrt[3]{100P} = \sqrt[3]{100 \cdot 854} = 66 \text{ мм} \quad (2.28)$$

Таким чином розміри матриці вибрані вірно.

### 2.2.8 Вибір плит

Оскільки габарити підштампової плити залежать від габаритів матриці, то згідно ДЕСТ 13112-83 вибираємо підштампову плиту №1022-4484.

Товщину верхньої і нижньої плит слід визначати відповідним розрахунком на міцність і жорсткість. Проте зважаючи на велике число чинників, що впливають на умови вантаження плит, точний розрахунок виконати практично неможливо. Тому на практиці слід обмежуватися заданою товщиною плит стандартизованих блоків з їх перевіркою на міцність. Допустимо, що повне навантаження сприймає тільки нижня плита і характер її вантаження однаковий у всіх її перетинах, перпендикулярних до її площини. Тоді необхідний момент опору  $W_D$  перетини плити у напрямі розміру  $A_{\text{пл}}$  отвори в підштамповій плиті преса орієнтування можна визначити з виразу:

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{\text{пл}}}{[\sigma_{\text{н}}]}, \quad (2.29)$$

де  $P$  – повне розрахункове зусилля (повне навантаження), що діє на нижню плиту

$[\sigma_{\text{н}}]$  – напруга, що допускається, на вигин матеріалу нижньої плити.

$[\sigma_H] = 1250 \text{ кг/см}^2$  для сталі 35Л.

По знайденому значенню моменту опору визначають необхідну товщину плити:

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}}, \quad (2.30)$$

де  $A$  – мінімальний габаритний розмір плити ( $A=300$  мм)

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{\text{пл}}}{[\sigma_H]} = 0,25 \cdot \frac{22924 \cdot 40}{1250} = 93 \text{ см}^3 \quad (2.31)$$

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}} = 2,5 \sqrt{\frac{93}{40}} = 3,8 \text{ см} = 38 \text{ мм}$$

Отже, мінімальна товщина нижньої плити – 40 мм.

### 3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

Основним устаткуванням для листового штампування є кривошипні преси.

#### 3.1 Опис конструкції і принципу дії пресу

У своїй основі однокривошипний лістоштамповочник преси є вертикальними двостоякові відкриті преса з відкритим приводом. Конструкція станини забезпечує її нахил до 30 градусів.

Головний виконавчий механізм однокривошипний лістоштампувальних пресів виконують за схемою кривошипно - ползунного підсумовує аксіального механізму.

Головний привід однокривошипний лістоштампувальних пресів здійснюється від індивідуального електродвигуна, встановленого на спеціальному кронштейні станини, через клиноремennу передачу на маховик головного валу.

Муфта включення - дискова, фрикційна з електропневматическім управлінням жорсткосблокована с гальмом і встановлена на ексцентрикових або коленчатом валах.

Сучасні преса оснащуються дисковими гальмами встановленими на ексцентрикових або колінчатих валах.

Прес складається з:

1. Асинхронного двигуна 1 моделі 4A100L8У3;
2. Клинопасової передачі 4 (шків 2 і маховик 3);
3. Головного вала I, ексцентрикового типу 5;
4. Муфти - гальма 6;
5. Шатуна 7;
6. Механізму регулювання закритої висоти 8;
7. Повзуна 9;

8. Врівноважувача 11;

9. Столу 12.

Крутний момент зі шківів двигуна 1 передається на маховик 3 через клиноремennу передачу 4 головного валу ексцентрикового типу I. Муфта включення 6 – дискова, фрикційна, сблокована з гальмом і встановлена на ексцентриковому валу 5. Система електропневматичного управління допускає роботу поодинокими, автоматичними і налагоджувальними ходами.

При включенні муфти 6, маховик передає накопичену енергію через головний вал і шатун 7 повзуна 9, для здійснення зворотно – поступального руху. У повзунові є механізм регулювання закритої висоти 8 і механізм врівноважувача 11.

Станина пресу закритого типу. Рух до головного виконавчого механізму передається від асинхронного двигуна за допомогою пасової передачі і однієї зубчастої передачі. Головний вал – двукривошипний. Прес оснащений виштовхувачем, що перебуває в столі, а також врівноважувачами, які відповідають вимогам техніки безпеки. Кінематична схема преса зображена на рис. 3.1.

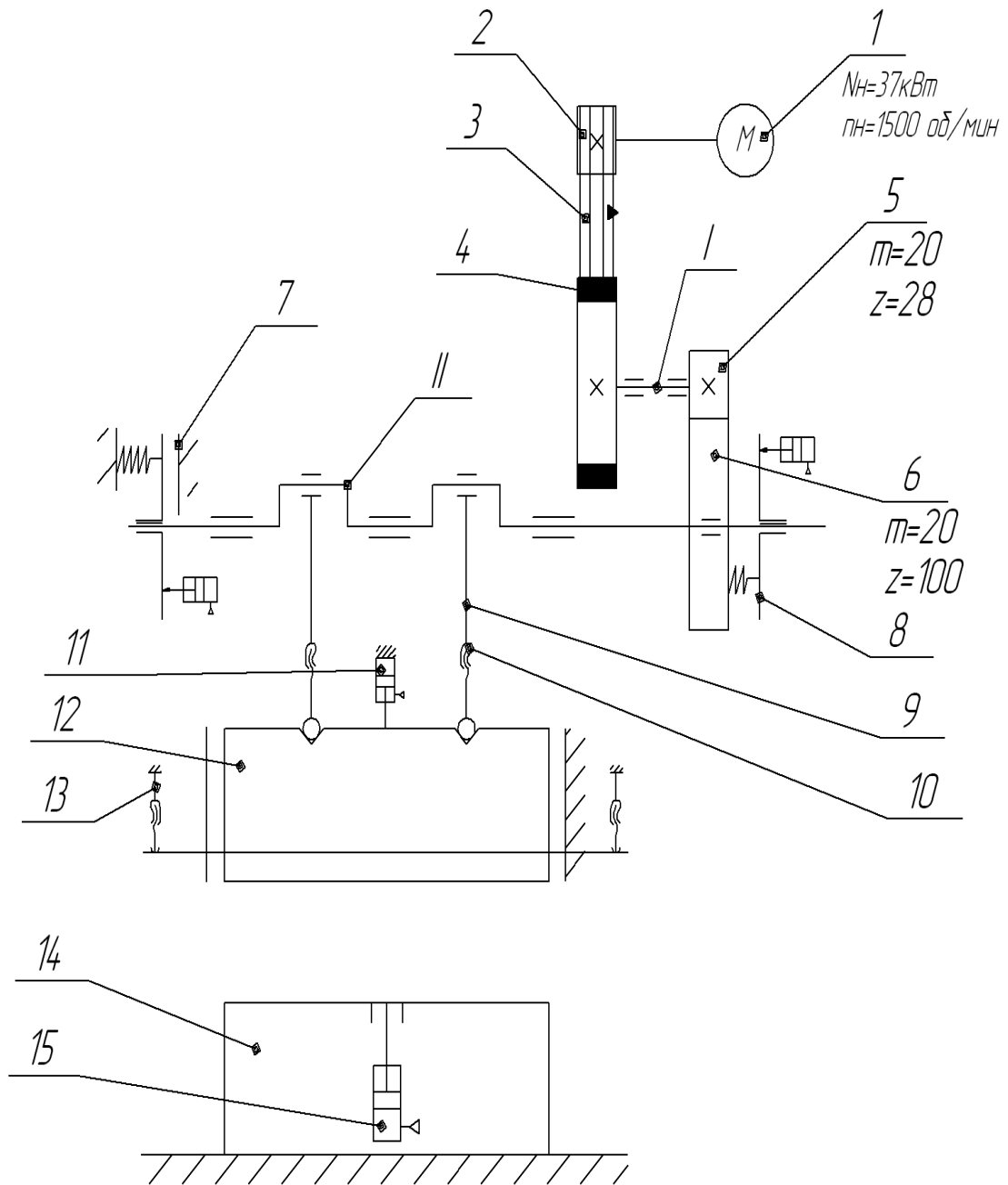


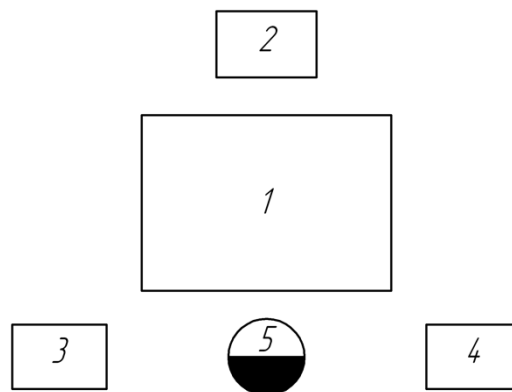
Рисунок 3.1 – Кінематична схема пресу

### 3.2 Організація робочого місця

В організацію робочого місця штампувальника входить:

- 1) правильне й найбільш зручне планування робочого місця, включаючи способи і місце укладання заготовки, готових деталей і відходів;
- 2) необхідна підготовка матеріалів і напівфабрикатів;
- 3) забезпечення робітника додатковими інструментами;
- 4) збереження у робочому стані пресів і штампів;
- 5) збереження у порядку і чистому вигляді робочого місця.

Планування й організація робочого місця залежать від виду й розмірів заготовки, ступеня механізації робіт і способу подачі заготовок, способу зняття деталей, які штампуються.



1 – прес; 2 – ящик для браку; 3 – ящик для заготовок; 4 – ящик для готових деталей; 5 – штампувальник

Рисунок 3.2 – Схема планування робочого місця

Дії штампувальника:

- 1) подати заготівку в штамп;
- 2) включити хід преса;
- 3) штампувати;
- 4) вийняти деталь зі штампа;
- 5) видалити відхід у ящик.

Технічна характеристика пресу наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика пресу

Найменування параметрів		Величина
Номінальне зусилля пресу, кН		1600
Число ходів ползуна в хвилину		40±1
Хід повзуна, мм		250
Відстань між столом і повзуном в його кнп при верхньому положенні регулювання, мм		750±5
Регулювання відстані між столом і повзуном, мм		200±2
Розміри стола	Зліва – направо, мм	2000±2
	Зпереду – назад, мм	750±1
Розміри повзуна	Зліва – направо, мм	1800±2
	Зпереду – назад, мм	710±1
Товщина підштампової плити, мм		140±1
Відстань від вісі повзуна до станини, мм		400±2
Зусилля пневматичних подушок, кН		200
Електродвигун приводу	Тип	4АС200М6У3
	Потужність, кВт	22
	Частота обертання об/хв	910
Електродвигун регулювання ЗВ	Тип	УА100L6У3
	Потужність, кВт	2,2
	Частота обертання, об/хв	950
Габарити пресу	Зліва – направо, мм	2940±10
	Зпереду – назад, мм	2990±10
	Висота над рівнем полу, мм	4750±10

## 4 СОБІВАРТІСТЬ ПРОДУКЦІЇ

Розраховуються всі витрати виробництва, які доводяться на одиницю продукції.

Собівартість одної деталі складається з наступних витрат:

1. Вартість матеріалу деталі;
2. Заробітна плата основних і допоможних робітників;
3. Затрати на виготовлення та експлуатацію штампів;
4. Затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання;
5. Затрати на утримання та амортизацію обладнання;
6. Загальноцехові витрати.

Розрахунок собівартості одної деталі виконується по спрощеному методу, наведеному в [6].

### 4.1 Витрати на матеріали

Витрати на матеріали обчислюються по формулі

$$C_m = G_n * C_m - G_o * C_o, \quad (4.1)$$

де  $G_n$  – норма витрат на виготовлення деталі;

$G_o$  – вага технологічних відходів;

$C_m, C_o$  – відповідно вартість 1 кг основного матеріалу і відходів.

Вага деталі (2,43 кг) визначена в технологічному розділі. Норма витрат на виготовлення, з урахуванням КВМ розкрою 0,077, становить 3,147 кг.



Вартість 1 кг матеріалу (сталь 12Х18Н9Т) і відходів приймаються за даними базового підприємства рівними відповідно 153,4 грн і 45,1 грн.

Тоді вартість витрат на матеріали буде

$$C_m = 153,4 \cdot 2,43 - 0,717 \cdot 45,1 = 450,4 \text{ грн.}$$

## 4.2. Заробітна плата основних і допоміжних робітників

Фонд заробітної плати розраховують по категоріям промислово-виробничого персоналу цеху. При цьому необхідно забезпечити найбільш доцільне співвідношення заробітної плати окремих категорій працівників відповідно до кількості і якості їх праці та ефективного використання загального фонду заробітної плати.

Фонд заробітної плати включає:

- фонд основної (тарифної) заробітної плати;
- фонд додаткової заробітної плати;
- відрахування на соціальні заходи.

Перелік професій, робіт, годинні тарифні ставки, відсоток премій основним, допоміжним робітникам, керівникам, фахівцям та службовцям, оплата за шкідливість роботи приймаються за даними базового цеху та узгоджуються з консультантами.

Тарифний фонд заробітної плати робітників-відрядників визначають, виходячи з трудомісткості річної виробничої програми

$$Z_{осн} = \sum_{i=1}^m t_i C_{чч} \quad (4.2)$$

де  $t_i$  – час виготовлення однієї деталі на даній операції;

$C_{чч}$  – часова ставка одного працівника за тарифними розрядами

Відповідно до розробленого технологічного процесу по аналогії з даними базового підприємства приймаємо, що тарифні ставки становлять (грн/год):

- штампувальник пресу 1,6 МН – 108;
- штампувальник пресу 0,63 МН – 108;

Штучний час на виготовлення деталі складає (хв):

- вирубка на пресі 1,6 МН – 0,64;
- витяжка на пресі 1,6 МН – 0,62;
- 2 пробивання на пресі 0,63 МН – 0,53;
- обрізка на пресі 0,63 МН – 0,57.

Тоді основна заробітна плата буде

$$Z_{осн} = 108 / (0,64 + 0,62 + 0,53 + 0,53 + 0,57) / 60 = 5,21 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10 % основної, тобто рівна 0,52 грн. нарахування на соціальне страхування складає 0,395 від основної платні, тобто 2,1 грн.

Таким чином затрати на заробітню плату в цілому становлять 7,83 грн.

#### **4.3 Витрати на виготовлення та ремонт технологічного інструменту**

Ці витрати є комплексними і спрощено визначаються рівними 200 % від загальної заробітної платні, тобто становлять 10,42 грн.

#### 4.4. Затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою:

$$Z_{\text{сил.ел.}} = \text{Цел} \cdot W_{\text{эл}}, \quad (4.3)$$

де Цел – ціна одного кВт-час електроенергії;

$W_{\text{эл}}$  – загальні витрати електроенергії, які визначаються як середня потужність двигунів зв час роботи для виготовлення одної деталі.

Ціна 1 кВт/год по даним бозового підприємства прийнята рівною 4 грн/кВт/год. Потужність двигунів пресів по каталогу рівна (кВт):

- прес 0,63 МН – 6,3;
- прес 1,6 МН – 16;

Тоді витрати на силову енергію будуть

$$Z_{\text{сил.ел}} = (6,3 * 3 * 0,54 + 16 * 2 * 0,63) * 4 / 60 = 2,0244 \text{ грн};$$

Витрати на стисле повітря для роботи фрикційних муфт приймається приблизно (3...5)% від витрат на силову енергію, тобто 0,15 грн.

#### 4.5 Затрати на утримання та амортизацію обладнання

Затрати на амортизацію і утримання обладнання визначаються в процентах амортизаційних відрахувань від балансової вартості обладнання. Для кривошипних пресів вагою менше 30 тон норма амортизаційних

відрахувань за рік становить 10,7 %. Вартість основного обладнання по наближеним даним базового підприємства становить (тис. грн):

- прес 1,6 МН – 1900;
- прес 0,63 МН – 860.

З урахуванням штучного часу на виготовлення деталі затрати на амортизацію складають (грн):

- 2 преси 1,6 МН – 1,0763;
- 3 преси 0,63 МН – 0,626.

Загальна сума амортизаційних витрат на 1 деталь становить 2,386 грн.

#### **4.6 Загальновиробничі витрати**

Ці витрати є комплексними і для їх визначення розраховуються витрати на утримання будівлі і інвентарю, витрати на амортизацію будівлі, витрати на опалення, воду та світло цехових приміщень, витрати на охорону праці, заробітна плаце цехових працівників та інше. Приблизно ці витрати приймаються рівними 0,9 від суми заробітної плати основних робітників, тобто 4,6 грн на одну деталь.

В таблиці 4.1 наведено калькуляцію собівартості виготовлення однієї деталі.

Таблиця 4.1 – Калькуляція виробничої собівартості продукції.

Статті витрат	Всього на 1 деталь, грн	Структура витрат %
1. Основні матеріали	450,4	94,26
2. Основна зарплата основних робочих	5,21	1,1
3. Додаткова зарплата основних робочих	0,52	0,11
4. Відрахування на соц. заходи	2,1	0,44
5. Силова енергія і додаткові матеріали на технологічні цілі	2,17	0,45
6. Знос штамів	10,42	2,18
7. Витрати на утрим. і експлуатацію устаткув-я	2,39	0,5
8. Загальновиробничі витрати	4,6	0,96
Всього	477,81	100

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

У розділі надані основні заходи з охорони праці при впровадженні результатів дослідження на ділянці холодного штампування.

### 5.1 Аналіз потенційних небезпек

– можливість отримання механічних травм через гострі кромки, задири на заготівлях і матеріалах при штампуванні на окремих операціях (вирубка, відрізка, пробивання і т. ін.), що може призвести до травм верхніх кінцівок;

– можливість ураження електричним струмом, внаслідок порушення правил електробезпеки, несправність електрообладнання, що може привести до електричних травм або смерті;

– тяжкість і монотонність праці – обумовлена негативним впливом специфіки роботи на кістково-м'язовий апарат, підвищеною напруженістю і інтенсивністю трудових процесів, що може привести до захворювань кістково-м'язового апарату, ослаблення уваги і зниження працездатності;

– незадовільна організація робочого місця – що може бути пов'язано з нераціональним розташуванням технологічного обладнання, порушенням вимог ергономіки до робочих місць, забрудненість робочої зони, що в свою чергу може привести до механічних травм, зниження працездатності та ефективності праці;

– недосконалість конструкційних рішень кріплення штампів на всіх технічних засобах, що може привести до травми робітників;

– недосконалість конструкцій штампів, зокрема відсутність зазорів, огорож між рухомими і нерухомими частинами штампів;

– мимовільне опускання повзуна або інших деталей, що може призвести до тяжких травм;

– заклинювання преса, що може привести до руйнування його деталей, частини якого можуть стати причиною механічних травм;

– порушення правил експлуатації обладнання, що може привести до поломки обладнання і як наслідок руйнування пуансона або матриці внаслідок неправильного налагодження, що може призвести до травм;

– недостатня освітленість робочої зони, проходів, проїздів пов'язана з виходом з ладу освітлювальних приладів, надмірної їх забрудненістю і може привести до зниження ефективності праці і травм;

– незадовільні параметри повітряного середовища робочої зони внаслідок несправності, забрудненості системи вентиляції, недотримання належних метеорологічних умов на виробництві, можуть бути причинами погіршення здоров'я, захворювань загального характеру і зниження продуктивності праці;

– підвищений рівень шуму в цеху внаслідок роботи пресового обладнання надає шкідливий вплив на весь організм і в першу чергу на центральну нервову і серцево-судинну системи людини. Тривала дія інтенсивного шуму може привести до погіршення слуху. Шум на виробництві несприятливо впливає на працюючого: послаблює увагу, прискорює стомлення, уповільнює швидкість психічних реакцій, ускладнює своєчасну реакцію на небезпеку. Все це знижує працездатність і може стати причиною нещасного випадку;

– можливість загоряння через порушення правил пожежної безпеки, коротких замикань, що може призвести до пожеж;

– небезпеки пов'язані з роботою в умовах надзвичайних ситуацій.

## **5.2 Заходи щодо забезпечення безпеки**

Для виключення отримання механічних травм кінцівок виробничого персоналу необхідно використовувати засоби індивідуального захисту відповідно до ДЕСТ 12.4 010 - 75 «Засоби індивідуального захисту. Технічні умови», а також відповідно до ДЕСТ 12.4.103 – 83 «Одяг спеціальний захисний»:

- засоби захисту рук (спеціальні рукавиці, пінцет) ДЕСТ 12.4 010 – 7 5;
- спеціальне взуття ДЕСТ 12.4.103 - 83;
- спеціальний одяг ДЕСТ 12.4.103 - 83.

Роботи на пресовому обладнанні проводяться згідно ДЕСТ 12.3.026 – 81 «Роботи ковальсько-пресові. Вимоги безпеки». Для виключення можливості ураження електричним струмом необхідно в електрообладнанні застосовувати захисне заземлення ізоляції струмоведучих частин, захисне відключення, напруга (до 42 В) для переносного освітлення і роботи електроінструменту, повна відсутність робочих та неізольованих проводів. Провід мереж електрообладнання промарковані і укладені в труби. Заземлення (занулення) і захисні засоби безпеки електрообладнання відповідають вимогам ПУЕ, ДЕСТ 12.1.030-81 «Електробезпека. Захисне заземлення, занулення », опір захисного заземлення не перевищує 4 Ом. Відповідно до вимог ДЕСТ 12.1.009-76 (1999) «ССБТ. Електробезпека. Терміни та визначення» обладнання має подвійну ізоляцію:

- робоча ізоляція – електрична ізоляція струмоведучих частин електроустаткування, забезпечує її нормативну роботу і захист від ураження електричним струмом;
- додаткова ізоляція – для захисту від ураження електричним струмом в разі ушкодження робочої ізоляції.

Згідно ДЕСТ 12.2.007.0-75 (2001) «ССБТ. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки »електричне обладнання (пресова) відноситься до І класу, оскільки має подвійну ізоляцію, елемент для заземлення та провід для з'єднання до джерела живлення, заземлювальну жилу і вилку з заземлюючим контактом. Цех відноситься до класу приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом до приміщень "з підвищеною небезпекою" відповідно до документа "Правила безпечної експлуатації електроустановок". Для підвищення рівня захисту будівель від загоряння при замиканні на заземлені частини, коли величина струму не є достатньою для спрацьовування захисту максимального струму, рекомендується



застосування ПЗВ зі струмом спрацьовування до 400 мА. Необхідне проведення навчань правилам електробезпеки, перевірка знань і атестація персоналу на 2-ю або 3-ї групи електробезпеки, згідно з НПАОП 0.00 – 4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» та ДНАОП 1.1.10–1.01-2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

Для мінімізації напруги, інтенсивності та монотонності праці передбачені так звані ергономічні вимоги при роботі на пресах. На основі аналізу поз працюють відповідно до вимог наукової організації праці для кожного типорозміру преса рекомендуються такі робочі пози (таблиця 7.1).

Таблиця 5.1 – Рекомендовані робочі пози на пресах

<b>Встановлена робоча поза</b>	<b>Номинальне зусилля пресу, кН</b>
У положенні сидячи	40, 63, 100
У положенні сидячи - стоячи	250, 400, 630, 1000
У положенні стоячи	1600, 2000, 2500, 4000

Загальні ергономічні вимоги до робочих місць при виконанні робіт в положенні сидячи або стоячи при проектуванні нового та модернізації діючого обладнання і виробничих процесів повинні бути виконані згідно з такими стандартами: ДЕСТ 12.2.032 - 78 «ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги», ДЕСТ 12.2 033 – 84 «Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги», ДЕСТ 12.2.003 – 91 «ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки». Конструкція робочого місця при виконанні робіт сидячи має забезпечити раціональне виконання трудових операцій, розміщення приладів і органів управління. Висота робочої поверхні при організації робочого місця для виконання легких робіт (робота, яка потребує високої точності) складає 725 мм. Нижче наведені дані про висоту сидіння на пресах для чоловіків і жінок:

- жінки – 400 мм;
- чоловіки і жінки - 420 мм;
- чоловіки - 430 мм.

Конструкція робочого місця при виконанні робіт стоячи повинна забезпечити раціональне виконання трудових операцій і розміщення приладів і органів управління. Висота робочої поверхні при організації робочого місця при виконанні легких робіт становить 1025 мм. Виконання трудових операцій з режимами «часто» і «дуже часто» має бути в межах зони легкої досяжності. Також необхідно організовувати оптимальні режими праці та відпочинку згідно з ГН 3.3.5 – 8 – 6.6.1 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Для належної організації робочого місця, робочої зони передбачено: виконання вимог ергономіки згідно ДЕСТ 12.2.061-81 "ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць». Захаращеність робочих місць не допускається. На всіх пресах, передбачені загородження, що закривають штамповий простір. Блокуючи пристрої забезпечують неможливість попадання верхніх кінцівок в робочу зону при відсутності захисних пристроїв. Передбачені дистанційні пульти управління роботою преса, винесені в безпечні місця, використовують дворучне включення згідно з ДЕСТ 12.2.062 - 81 «Обладнання виробниче, огорожі захисні». Для виключення мимовільного включення преса є пусковий управління (кнопки, педалі), які не допускають можливість випадкового або самовільного включення або переключення під час роботи. Ножна педаль огорожена кожухом, що виключає можливість випадкового впливу на неї і відкритим тільки з фронту обслуговування. Для виключення заклинювання преса необхідно суворе дотримання технологічного процесу і забезпечення нормальних умов експлуатації обладнання. Дотримання всіх характеристик міцності при проектуванні, виготовленні і збірці. Пресове обладнання що

використовується в холодноштамповочному цеху повинно відповідати ДЕСТ 12.2.003-91 "Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки".

Для виключення довільного руху окремих деталей (повзун, шатун) застосовують гальмівні пристрої, врівноважелі, пристрої для утримання повзуна при ремонті. Всі преса без автоматизації, із зусиллям більше 0,4 МН, мають гідрозапобіжник по зусиллю в повзунові. Це дозволяє передбачити заклинювання преса і передчасне руйнування його деталей. Для виключення перевантажень по зусиллю або крутному моменту, а, отже, і від поломок деталей застосовують запобіжники, які лімітують зусилля, запобіжники, що лімітують крутний момент, покажчики зусиль. Для виключення поломки деталей штампа (пуансона, матриці і т. ін.) при налагодженні застосовують мікропривід, механізм для повільного провертання виконавчого органу (повзуна) і рухомий стіл. Наявність на обладнанні контрольно-вимірювальних приладів, пристроїв автоматичного регулювання, дозволяє контролювати і своєчасно усувати відхилення в роботі обладнання. Необхідне проведення інструктажу і навчання для робітників, ознайомлення з інструкціями з охорони праці; перевірка знань та атестація персоналу згідно з НПАОП 0.00 – 4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань питань згідно охорони праці», дотримання ДЕСТ 112.3.002 – 75 «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки», контроль охорони праці; задовільна організація та утримання робочих місць.

### **5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці**

До санітарно-гігієнічних умов відносяться:

- вимоги до освітленості робочих і службових приміщень;
- метеорологічні умови всередині будівлі і на робочих місцях;
- чистота повітря;
- обмеження шуму і вібрації.

При висвітленні виробничих приміщень використовують природне освітлення, що створюється світлом сонця (прямим і відбитим), штучне, здійснюване електричними лампами, і комбіноване, при якому в світлий час доби недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним. Виробничі будівлі проектуємо з урахуванням можливості максимального використання природного освітлення, що дозволить отримати значну економію електроенергії. Виробниче освітлення в проектуваному цеху передбачається як природне, через скління стін прольоту і на даху будівлі - крізь світлові вставки в ліхтарі, так і штучне. Освітленість на робочому місці виконана відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 "Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення".

Таблиця 5.2 – Норми освітленості робочих місць характеристика робіт

<b>Характеристи-ка робіт</b>	<b>Розміри об'єкта, мм</b>	<b>Розряд глядацьких робіт</b>	<b>При комбінованому освітленні</b>	<b>Загальні</b>
Малої точності	1...5	4	1	0,6

Передбачається механізоване очищення і промивка стекол і прозорих блоків в віконних отворах і ліхтарях. Встановлено, що через 45 днів при відсутності очистки та промивки прозорість стекол в цехах листового штампування зменшується на 40%. Для штучного освітлення застосовуємо освітлювальні установки з газорозрядними (люмінесцентними) лампами, а також ртутними лампами типу ДРЛ і ДРІ. Необхідно продумати розташування освітлювальних приладів, згідно ДНБ В.2.5 – 28 – 2006 «Природне і штучне освітлення». При використанні системи загального освітлення для цеху холодного штампування допускається найменша освітленість 200 лк. При верхньому і боковому природному освітленні коефіцієнт природної освітленості буде не менше 2, а при верхньому і

боковому спільному освітленні коефіцієнт природної освітленості буде не менше 1,2, при розряді і підразряді зорової роботи IV г. Світильники місцевого освітлення оснащені відбивачами, виготовленими з матеріалу, що не, із захисним кутом не менше 30 град., А при розташуванні світильників нижче рівня очей працюючого – не менше 10 град. Окрім робочого освітлення в цеху передбачено аварійне освітлення, необхідне для освітлення в разі аварій і надзвичайних ситуацій. Найважливішими елементами, що забезпечують безпеку роботи і високу продуктивність праці, є метеорологічні умови (мікроклімат), освітленість і чистота повітря в робочих приміщеннях. Для забезпечення належних метеорологічних умов (мікроклімату, згідно з ДСН 3.3.6 - 042 -99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень») на виробництві визначають наступні параметри: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, тиск.

Аналіз запропонованого в проекті техпроцесу, пресового устаткування показує, що санітарний клас виробництва V відповідно до ДСП 173-96 "Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів". Санітарно-захисна зона проектованого цеху встановлюється в розмірі 50 м від інших ділянок і житлового масиву.

НЗ.3.5–8.6.6.1–2002 «Гігієнічна класифікація праці за показником шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» поділяються на три категорії.

Таблиця 5.3 – Метеорологічні умови в приміщенні цеху

<b>Сезон року</b>	<b>Категорія робіт</b>	<b>Температура воздуха, С<sup>0</sup></b>	<b>Відносна вологість, %</b>	<b>Швидкість повітря, м/с</b>
Холодний період	Легкі	18 – 20	60 – 40	0,2
Теплий період	Легкі	21 – 23	60 – 40	0,2

Холодноштампувальний цех відноситься до категорії легких робіт. Це роботи, вироблені сидячи, стоячи, або пов'язані з ходьбою, але не потребують систематичного фізичного напруження чи підняття і перенесення важких предметів. Витрати енергії на ці роботи не перевищують 628 кДж (150 ккал / год.). Виробничий процес в цеху відноситься до групи Іб - процес, який викликає забруднення одягу і рук, холодна листове штампування. Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року, проектом передбачається влаштування системи опалення, поєднане з припливною вентиляцією. Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря в заданих метеорологічних умовах. За способом переміщення повітря вентиляція цеху механічна і витяжна, за місцем дії – місцева. Для ефективної роботи системи вентиляції, вона повинна відповідати ДЕСТ 12.4.021 – 75 "Системи вентиляції. Загальні вимоги" і СНіП 2.04.05 – 91 «Опалення, вентиляція і кондиціонування». Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» рівень звуку на робочих місцях не повинен перевищувати 80 ДБА. Нормування шуму в листоштампувальних цехах виробляється згідно з ДЕСТ 12.1.003–83 "Шум. Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 5.4 – Рівні звуку і звукового тиску згідно ДЕСТ 12.1.003-83 «Шум. Загальні вимоги безпеки»

Робочі	Рівні звукового тиску в октавних смугах, Гц								Рівні звуку,
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Допустимі	99	98	86	85	80	78	76	74	80
Фактичні	98	96	84	82	78	74	75	73	78

Для захисту працівників від підвищеного шуму застосовують:

1. Впровадження автоматизації та механізації, що виключає необхідність знаходження робітника в небезпечній зоні;
2. Зміною конструктивних параметрів пресів, зменшення шуму в джерелі;

3. Раціональне планування цеху (дотримання розривів не менше 100 м від будівлі з галасливою технологією та ін.)

4. Зміна напрямку шуму в протилежну сторону від робочого місця;

5. Розміщення на внутрішніх поверхнях приміщення звукопоглинальних облицювань;

6. Застосування засобів індивідуального захисту (вкладиші, навушники, шоломи).

Заходи та засоби захисту від вібрації відповідають вимогам ДЕСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги», і ДСН 3.3.6.039-99« Державні норми виробничої загальної та локальної вібрації ». Згідно ДЕСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги», методи віброзахисту з організаційних ознаками діляться на колективні та індивідуальні. Колективні методи віброзахисту передбачають такі технічні заходи:

- зменшення вібрації в джерелах її виникнення;
- всі рухомі деталі пресового устаткування ретельно врівноважені, а для зменшення динамічних сил, які створюють вібрації;
- деталі змащуються;
- установка обладнання на фундаменти які гасять вібрацію, опори які гасять вібрацію;
- розташування нижніх частин фундаменту обладнання нижче фундаменту стін, що зменшує вплив на них коливань;
- зменшення параметрів вібрації на шляхах її поширення від джерела збудження;
- організаційно-технічні заходи: планово-попереджувальний ремонт і контроль вібраційних параметрів;
- гігієнічні та лікувально-профілактичні, до засобів індивідуального віброзахисту відносяться рукавиці, які гасять вібрацію і спеціальне взуття відповідно до ДЕСТ 12.1.012-90 «Вібраційна безпека. Загальні вимоги».

#### 5.4 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

Спроекований цех холодного штампування згідно з НАПББ 03.002 - 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпеки» відноситься до категорії виробництва по вибухопожежній безпеці – "Д", так як використовувані у виробництві речовини обробляються в холодному стані і вогнетривкі. Відповідно до ДНБ В.1.1.7. – 2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій будівлі – II, тобто воно зібрано в основному з важко займистих матеріалів. Основні причини пожеж в цеху:

- порушення технологічного режиму;
- несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження);
- погана підготовка обладнання до ремонту;
- самозаймання промасленого ганчір'я та інших матеріалів;
- конструктивні недоліки обладнання;
- ремонт обладнання на ходу і т. ін.

Заходи з пожежної профілактики поділяються на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні. Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильне утримання будівель, території, протипожежний інструктаж працівників, і т. ін. До технічних заходів належать, дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні будинків, при влаштуванні електропроводів і устаткування, опалення, вентиляції, освітлення, правильне освітлення обладнання. Заходи режимного характеру - це заборона куріння в невстановлених місцях, виробництва зварювальних та інших вогневих робіт в пожежонебезпечних приміщеннях і т. ін. При проектуванні передбачені шляхи евакуації на випадок пожежі - по проходах, проїздах, аварійні виходи. Оскільки будівля у нас одноповерхова, то евакуаційним вважається вихід, що



веде з приміщень цеху назовні через коридор (вестибюль). Шляхи евакуації розосереджені, і найбільша відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу не перевищує 50 м. Ширина пожежних проїздів дорівнює 4 м. Ширина проходів, службовців для евакуації людей, 1 м, коридорів 1,4 м, маршів і сходових площадок 2 м, дверей 2 м. Всі ворота і двері, службовці для евакуації людей, відкриваються назовні. Устаткування, силові та освітлювальні прилади і мережі відповідають вимогам пожежної безпеки. У цеху встановлено засоби виявлення загорянь і пожеж, а також електричні сповіщувачі про пожежу. Для того щоб забезпечити гасіння пожежі в початковій стадії його виникнення, в цеху на внутрішній водопровідній мережі встановлені внутрішні пожежні крани. Будівля забезпечено різним протипожежним інвентарем і вогнегасниками, є внутрішній пожежний водопровід. Згідно з НАПБ 03.001 - 2004 «Типові норми належності вогнегасників» в цеху встановлюємо пожежний щит. У таблиці 5.5 наведено інвентар пожежного щита.

Таблиця 5.5 – Інвентар пожежного щита

№ п/п	Найменування	Кількість
1	Вогнегасник ВВК 5	3
2	Ящик з піском	1
3	Лом / Сокира	2
4	Лопата	2
5	Відро	2
6	Багор	2
7	Ковдра з вогнетривкого теплоізоляційного матеріалу	1

Адміністративно-побутові приміщення знаходяться в окремій будівлі загальнокорпусного підпорядкування. При їх проектуванні враховані вимоги СНіП 2.09.04-87 "Адміністративні і побутові будівлі". Всі санітарно-побутові

приміщення мають не менше двох виходів, що відповідає вимогам пожежної безпеки.

### **5.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях**

Джерелами небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру є:

- потенційно небезпечні об'єкти та об'єкти підвищеної небезпеки;
- будівлі і споруди з порушенням умов експлуатації;
- об'єкти господарської діяльності з критичним станом виробничих фондів або порушеннями умов експлуатації;
- гідротехнічні споруди;
- наслідки військової або будь-якої екологічно небезпечної діяльності;
- будь-які об'єкти, здатні створити загрозу виникнення аварії.

Послуги із забезпечення техногенної безпеки об'єкта господарської діяльності покладається на його керівника. Послуги із забезпечення техногенної безпеки при проектуванні або будівництві об'єктів, будівель і споруд покладається на архітекторів, замовників, забудовників, а також проектні та будівельні організації. Вимоги щодо дотримання техногенної безпеки повинні відповідати нормам захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя, охорони навколишнього середовища, екологічної, пожежної та промислової безпеки, охорони праці, а також вимогам національних стандартів. З метою своєчасного виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної небезпеки та здійснення оповіщення персоналу, що потрапляє в зону можливого ураження, створюються автоматизовані системи раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій і сповіщення населення (далі - автоматизовані системи). На об'єктах, з великою кількістю працівників, створюються об'єктові системи оповіщення. Таким чином, в розділі надані

основні заходи з охорони праці для ділянки дрібної листового штампування механічного цеху:

– для належної організації робочого місця, робочої зони передбачено: виконання вимог ергономіки згідно ГОСТ 12.2.061-81 "ССБТ. Обладнання виробниче;

– для виключення ураження електричним струмом в проекті передбачені: організаційні заходи - проведення навчання за правилами електробезпеки, перевірка знань і атестації персоналу на другу або третю групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», ДНАОП 1.1.10 -1.01-2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». технічні заходи - використання захисного заземлення згідно з ПУЕ-2011 «Правила улаштування електроустановок», пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації згідно ГОСТ 12.4.155-85 ССБТ «Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги »;

– для мінімізації негативного впливу тяжкості і інтенсивності праці передбачено: - застосування засобів механізації та автоматизації процесів; - застосування оптимального розподілу часу праці і відпочинку, 10 хвилин на 1 годину;

– для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища виробничого середовища зазначених в ГОСТ 12.01.005-88. ССБТ «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» - для забезпечення освітлення робочої зони передбачаємо згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» в якості природного освітлення бічне освітлення, здійснюване через світлові прорізи в зовнішніх стінах. Як штучного освітлення в цеху застосовується робоче, аварійне та евакуаційне освітлення. – на ділянці дрібної листового штампування механічного цеху заходи безпеки

відповідають ГОСТ 12.3.026 – 81 «Роботи ковальсько-пресові. Вимоги безпеки»;

– для зниження шуму і вібрації кривошипні преси встановлюємо на так звані віброізолятори, які знижують динамічне навантаження на підлогу і шум, створюваний пресом при роботі. Також все обладнання ділянки монтується на віброізоляційна фундаменти. Допустимі рівні звукового тиску згідно з ДСН - 3.3.6-037-99, дорівнює 80 дЦб. Згідно СНіП 2.09.02-85 «Норми проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств» спроектований цех відноситься до категорії« Д »з пожежної безпеки. Ділянка дрібного штампування відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки і вимогами ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» відноситься до II ступеня вогнестійкості.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Завданням даного дипломного проектування була розробка технології листового штампування деталі «Упор» зі сталі 12Х18Н9Т авіаційного двигуна АІ - 24.

Початковими даними до дипломного проектування були відомості зібрані в ході переддипломної практики на базовому заводі (ВАТ «Мотор Січ»).

Потрібно було на основі наявних даних спроектувати нове виробництво, зокрема дільницю холодного листового штампування. При цьому необхідно було поліпшити (збільшити) який-небудь показник.

Виходячи з поставленого завдання, була зменшена собівартість продукції за рахунок застосування засобів автоматизації, а також після розрахунку та застосування більш доцільного розкрою помінявся коефіцієнт використання металу.

Розроблено технологічний процес виготовлення однієї деталі, для чого проведено аналіз технологічності штамповки вибраної деталі. Визначено розміри початкової заготовки і розрахован оптимальний варіант розкрою.

Розраховані всі технологічні операції, вибрано обладнання.

Приведена характеристика одного із пресів.

Проведено розрахунок технологічної собівартості штамповки деталі.

Розглянуті питання охорони праці і техногенної безпеки.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов. Листовая штамповка. Москва : Машиностроение, 1988. 495 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Ленинград : Машиностроение, 1979. 518 с.
3. Семенов Е.И. Справочник Ковка и штамповка. Том 1. Материалы и нагрев, оборудование, ковка. Москва : Машиностроение, 1985. 567 с.
4. Семенов Е.И. Справочник Ковка и штамповка. Том 4. Листовая штамповка. Москва : Машиностроение, 1987. 544 с.
5. Рудман Л.И. Справочник по оборудованию для листовой штамповки. Киев : Техника, 1989. 229 с.
6. Норицин И.А. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Москва : Высшая школа, 1977. 422 с.
7. Рей Р.И., Монатовский С.С. Кузнечноштамповочное оборудование. Прессы кривошипные. Луганск : ВНУ, 2000. 216 с.
8. Власов В.И. Системы включения кривошипных прессов. Расчет и проектирование. Москва : Машиностроение, 1969. 272 с.
9. Живов Л.И., Овчинников А.Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Прессы. Киев : Высшая школа, 1981. 376 с.
10. Скворцов Г.Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки. Москва : Машиностроение, 1974. 317 с.
11. Скворцов. Основы конструирования штампов для листовой штамповки. Конструкции и расчеты. Москва : Машиностроение, 1976. 328 с.
12. Мягков В.Д. Справочник. Допуски и посадки. Том 1. Ленинград : Машиностроение, 1982. 543 с.
13. Мягков В.Д. Справочник. Допуски и посадки. Том 2. Ленинград : Машиностроение, 1983. 446 с.

- 14.Общемашиностроительные нормативы времени на холодную штамповку. Москва : Машиностроение, 1964. 82 с.
15. Оригинальные конструкции штампов для холодной штамповки. Москва : НИИТАВТОПРОМ, 1957. 173 с.
16. ГОСТ 18732-73 – 18824-63. Штампы листовой штамповки. Детали и сборочные единицы.
- 17.ГОСТ 16621-71 – 16675-71. Пуансоны, матрицы, державки подкладные, плиты и шпонки разделительных штампов.
18. ГОСТ 16715-71 – 16722-71. Хвостовики для штампов листовой штамповки.
- 19.ГОСТ 2.424-80. Правила выполнения чертежей штампов листовой штамповки.
- 20.ГОСТ 3.1701-79. Правила записи операций и переходов.
- 21.Зубцов М.Е. Листовая штамповка Москва : Машиностроение, 1967.
- 22.Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Москва : Машиностроение, 1979.
- 23.Стеблюк В.И. и др. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. Киев : Высшая школа, 1983. 342 с.
- 24.Еленев С.А. Холодная штамповка. Москва : Высшая школа, 1988. 248 с.
- 25.Мещерин В.Т. Листовая штамповка. Атлас схем. Москва : Машиностроение, 1975. 523 с.
26. Явтушенко О.В. Проектування та розрахунок кривошипних пресів. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012. 436 с.

ДОДАТКИ



Дубл.			
Взам.			
Ориг.			


З Н У

Міністерство освіти та науки України  
 Запорізький національний університет  
 Кафедра ОМТ

**КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ  
 ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ**

Перевірив \_\_\_\_\_ (Явтушенко А.В.)  
 Нормоконтроль \_\_\_\_\_ (Явтушенко А.В.)

Зав. кафедрою  
 \_\_\_\_\_ (Белоконь Ю.О.)

ТА

Дубл.																	
Взам.																	
Ориг.																	
Розраб.	Шашацький С.			З Н У			Упор										
Перевір.	Явтушенко А.В.																
Н.контр.	Белоконь Ю.О.																
М 01	Стрічка 12X18Н9Т-М-Т-С-НО-Н-0,8x48 ГОСТ 4573-7																
М 02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.внтр.	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри		КД	МЗ						
	КП П та РШОХШ-000-03		0,073	1		77		2x452x2500		173	18,9						
А	Цех	Діл	Рм	Опер	Код найменування операції			Позначення документа									
Б	Код найменування обладнання					СМ	Проф	Р	УП	КВ	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт	
А 03	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>005</b>	<b>Вирубка</b>			Р	72212	IV	Хол.	1	1	100		1	-	0,067
Б 04	Прес кривошипний К3132А																
05	1. Взяти рулон і встановити в пристрій, заправити кінець стрічки в штамп																
06	2. Включити хід пресу																
07	3. Штампувати																
08	4. Пересунути стрічку на крок																
09	5. Зняти відштамповану стрічку																
10	Рукавиці ГОСТ І2.4.0І0-75																
11	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>010</b>	<b>Витяжка</b>			Р	72212	IV	Хол.	1	1	100		1	-	0,0169
12	Прес кривошипний К3132А																
13	1. Взяти заготовлю, піднести і встановити у штамп по упору вільно																
14	2. Включити хід пресу																
15	3. Штампувати																
16	4. Вилучити деталь із штамп, покласти у ящик (ускладнено)																
17	Рукавиці ГОСТ І2.4.0І0-75																
18	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>015</b>	<b>Пробивка</b>			Р	72212	IV	Хол.	1	1	100		1	-	0,105
19	Прес кривошипний К2126																
КТП	холодного штампування																

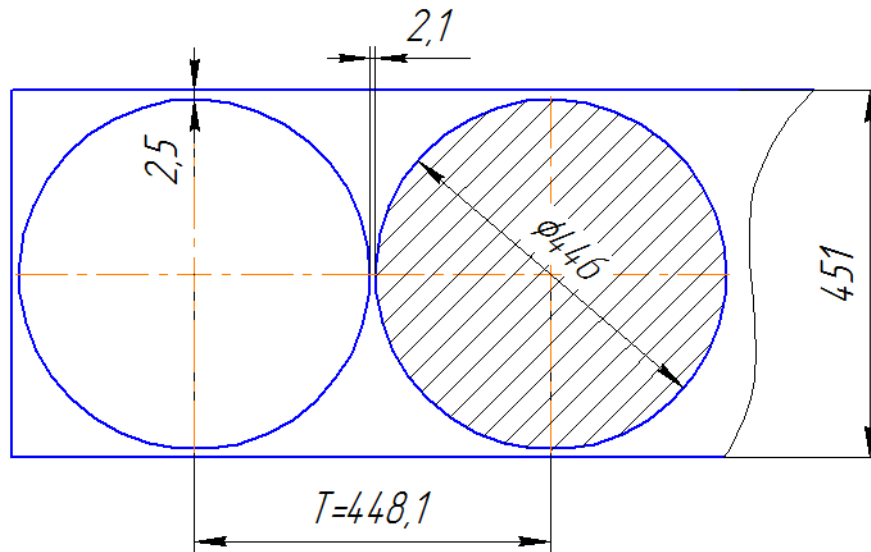


Дубл.			
Взам.			
Ориг.			


Розраб.	Шашацький С.			<b>З Н У</b>						
Перевір.	Явтушенко А.В.									
Н.контр.	Белоконь Ю.О.			<b>Упор</b>						

М 01	Стрічка 12X18Н9Т-М-Т-С-НО-Н-0,8x48 ГОСТ 4573-7									
М 02	Код	ОВ	ОН	Код загот	Профіль і розміри	МЗ	КД	КЗ	КРМ	
	0,073				2x462x2500	18,9	173	1	75,8	
М	НЭ	Позначення деталі		МД	КДЗ	Довж.	Н. витр.	КВМ	З. відх	КВВ
Ц	НЭ	Позначення деталі		Н. відх	КДВ					

М 03	1	ЗНУ 730000.001		0,073	161	-	0,2	77	-	-
Ц 04										
05										
06										
07										
08										
09										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										

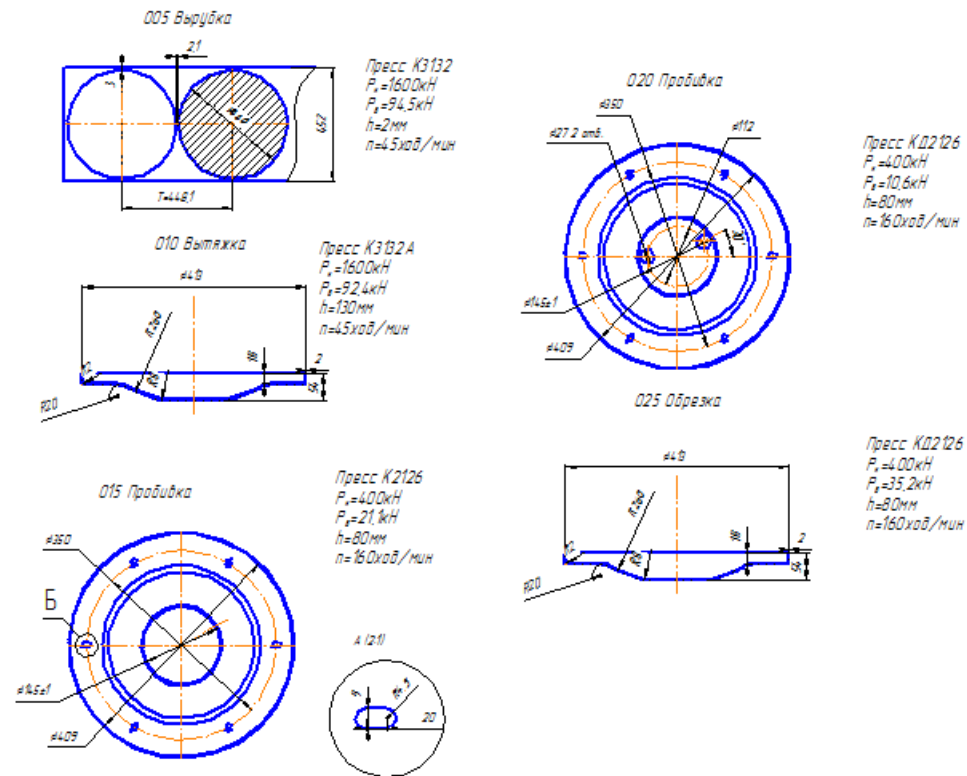


КТІ	розкрою металу									
-----	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.																				
Взам.																				
Ориг.																				
Розраб.	Шашацький С.																			
Перевір.	Явтушенко А.В.																			
Н.контр.	Белоконь Ю.О.																			

ЗНУ

Упор



КЕ

