

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 листового штампування деталі «Петля» зі сталі
12X18H10T авіаційного двигуна Д-36»

Виконав: студент 4 курсу, групи МЕТ-18-16д

Помазан Андрій Іванович _____
(ПІБ) (підпис)

спеціальності (напряму підготовки)

136 Металургія _____
(шифр і назва)

спеціалізація

_____ (шифр і назва)

освітньо-професійна програма

металургія _____
(шифр і назва)

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

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

Презентація до 15 слайдів (Мета та завдання роботи, Креслення готової деталі, Варіанти виготовлення, Схема послідовного 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

А.І. Помазан
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 78 с., 20 рисунків, 5 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 «Петля». Всі операції, які раніше робилися в окремих штампах, зараз будуть робитися в одному штампі послідовної дії. 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.

ХОЛОДНА ШТАМПОВКА, ШТАМП, ДЕФОРМАЦІЯ, ПРЕС, ЗАКРИТА
ВИСОТА, ПУАНСОН, МАТРИЦЯ, КВМ, ОПЕРАЦІЯ, РОЗКРІЙ, ЗУСИЛЛЯ,
НОЖИЦІ, ЗГІНАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Річна виробнича програма	9
1.2 Тип виробництва, характеристики ділянки	9
1.3 Загальна характеристика виробничого процесу на ділянці	10
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	17
2.2.2 Розкрій листового матеріалу	19
2.2.3 Напружено-деформований стан при згинанні	22
2.2.4 Розрахунок технологічного процесу	27
2.2.5 Вибір пресового обладнання	31
2.2.6 Розрахунок виконавчих розмірів пуансонів та матриць	32
2.2.7 Конструювання та розрахунок на міцність робочих деталей штампу	33
2.2.8 Розрахунок плити на міцність	39
2.3 Система мастила при витяжці	41
2.4 Методи контролю та управління якістю	43
3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА	46
3.1. Опис конструкції пресу	46
3.2 Технологічна характеристика пресу моделі КД2326	47
3.3 Організація робочого місця	48
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	50
4.1 Витрати на матеріали	50
4.2 Заробітна плата основних і допоміжних робітників	51
4.3 Витрати на виготовлення та ремонт технологічного інструменту	53

4.4 Затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання	53
4.5 Затрати на утримання та амортизацію обладнання	54
4.6 Загальновиробничі витрати	54
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	56
5.1 Заходи щодо охорони праці	51
5.2 Заходи щодо забезпечення стійкості роботи промислових підприємств в умовах надзвичайних ситуацій	64
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	70
Додатки	72

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- ЦДШ – цех дрібного штампування
ХЛШ – холодне листове штампування
ОМТ – обробка металів тиском
КШО – кривошипно-штампувальне обладнання
ГВМ – головний виконавчий механізм
ИТР – інженерно-технічні працівники
КВМ – коефіцієнт використання металу
УКП – універсальний кривошипний прес
ЗВ – закрита висота
НС – надзвичайна ситуація
Табл. – таблиця
Мал. – малюнок
Грн. - гривна
кап. – капітальний
рем. – ремонт

ВСТУП

Обробка металів тиском належать до прогресивних і високопродуктивних процесів технології машинобудування. Процеси кування та штампування займають провідне місце у технологічному циклі виготовлення багатьох виробів. Вони не тільки забезпечують отримання заготовок високої якості та точності, але в багатьох випадках є завершальними операціями.

Подальше вдосконалення технології в ковальсько-штампувальному виробництві полягає в максимальному наближенні штампованих виробів за розмірами, конфігурацією та якістю поверхні до остаточних розмірів деталей, що вимагають мінімальної механічної обробки у вигляді довідкових операцій, а в ряді випадків повністю виключають механічну обробку.

Поєднання зазначеного напрямку розвитку обробки металів тиском із комплексною механізацією та автоматизацією виробництва дозволяє забезпечити різке підвищення продуктивності праці.

Темою даного дипломного проекту є проектування ділянки дрібного листового штампування механічного цеху заводу високовольтної апаратури з річною виробничою програмою випуску 11000 комплектів штампувань на 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;
- порівняно невеликі втрати матеріалу;
- сприятливі умови для автоматизації.

Отже для виготовлення заданих деталей застосовуватимемо холодне листове штампування – самий універсальний і прогресивний спосіб виготовлення.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Річна виробнича програма

Річна програма проекрованої ділянки – 11000 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 – 12100 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 108 найменувань деталей (табл. 1.1). Марки сталей, що застосовуються в процесі виробництва, різноманітні – від простих до легованих інструментальних.

Тип виробництва - середньосерійне (12100 комплектів штампувань на рік).

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.

1.3 Загальна характеристика виробничого процесу на ділянці

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.

При проектуванні цеху було впроваджено елементи автоматизації, розрахунок найбільш економічного розкрою, зменшення трудомісткості з допомогою використання штампів сполученого впливу. Вибір варіанта

технологічного процесу листового штампування та заготівельних робіт залежить від обсягу випуску, типу виробництва, форм виробів, матеріалу, спеціальних умов.

На ділянці виготовляються деталі різних конфігурацій та призначення для авіаційних двигунів: екрани, манжети, футорки, накладки, замки, кронштейни, шайби. Деталі виготовляються з наступних матеріалів: сталь якісна нержавіюча, жароміцна; титан, мідь, латунь, завтовшки від 0,2 до 3 мм. Перелічені марки металу надходять на ділянку як листів, смуг, стрічок. Під час створення технологічного процесу дуже важливо розглянути деталь з погляду її технологічності. Незначні зміни конструкції і форми деталі можуть спростити технологічний процес, знизити кількість використовуваного металу і трудомісткість виготовлення. На ділянці використовуються елементи автоматизації та механізації, шибєрні живильники для штучних заготовок з ручним приводом, переключачі різних типів [22]

Таблиця 1.1 – Річна виробнича програма дільниці листового штампування

№ п/п	Найменування деталі	Матеріал	Маса деталі, кг	Кількість деталей на комплект, шт.	Кіл-сть деталей на річну програму, тис. шт.			Маса деталей на річну програму, кг.		
					Основ- ну	Зап- час.	Всього	Основ- ну	Зап- час.	Всього
1	Петля	Сталь 12Х18Н10Т	0,055	10	110	11	121	7,12	0,71	7,83
2	Кронштейн	Сталь 12Х18Н10Т-М	0,215	4	44	4,4	48,4	11,40	1,14	12,54
3	Пружина	Сталь ХН60ВТ	0,256	1	11	1,1	12,1	3,66	0,37	4,02
4	Заклепка	Сталь Х17Н2	0,08	2	22	2,2	24,2	2,26	0,23	2,48
5	Шайба упорна	Сталь 12Х18Н10Т	0,152	1	11	1,1	12,1	2,20	0,22	2,42
6	Кільце	Сталь 12Х18Н10Т	0,257	2	22	2,2	24,2	6,90	0,69	7,58
7	Ковпачок	Сталь ХН75Т	0,143	1	11	1,1	12,1	1,83	0,18	2,01
8	Дефлектор	Сталь 12Х18Н10Т	0,113	2	22	2,2	24,2	3,27	0,33	3,60
9	Пластина	Сталь 08кп	0,132	6	66	6,6	72,6	10,89	1,09	11,98
10	Кожух	Сталь 08ю	0,234	10	110	11	121	29,25	2,93	32,18
11	Конус	Сталь 12Х18Н10Т	0,105	4	44	4,4	48,4	5,19	0,52	5,71
...
108	Шайба	Латунь Л68	0,09	2	22	2,2	24,2	2,48	0,25	2,72
Всього по дільниці								848,59	84,86	933,44

Для виконання річної виробничої програми було використано наступне обладнання (табл. 1.2). Розробка устаткування для проектного цеху велася з урахуванням об'ємів виробництва і завдань, які були поставлені.

Таблиця 1.2 – Перелік і кількість штампувального устаткування цеху

Назва і позначення устаткування	Pн, МН	Габаритні розміри, м (довжина, ширина, висота)	Маса одиниці устаткування, т	Кількість устаткування	Потужність, кВт	
					Одиниця	Всього
1. Виробниче						
Прес КД2118	0,063	820x990x1850	0,65	2	0,75	1,5
Прес КД2126	0,40	1270x1350x2420	3,26	2	4,5	9
Прес КД2130	1,0	2030x1715x3200	7,5	2	2,5	2,5
Прес К2132А	1,6	2128x2020x2115	12,3	1	4,5	4,5
Прес К2130	1,0	1233x2214x2774	8,2	1	8,5	8,5
Прес К2134	2,5	1719x3180x3635	25	2	18,5	37
Прес КЕ2130	1,0	2040x960x2275	9,015	3	9	27
Прес К2540	10	3800x4180x6950	84	1	100	100
Прес К3534А	2,5	4400x3400x5800	68,75	2	27	54
Всього				16		244
2. Підйомно-транспортне обладнання						
Електромотовий кран, двохбалочний	Q=5т		1,50	3	7,5	22,5
Електромотовий кран, двохбалочний	Q=10т		3	2	12,5	25
Всього				5		47,5

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Під технологічністю слід розуміти таку сукупність властивостей та конструктивних елементів, які забезпечують найбільш просте та економічне виготовлення деталі за дотримання технологічних та експлуатаційних вимог до неї.

Задана деталь (рис. 2.1) є плоскою, товщина 1 мм, матеріал сталь 12Х18Н10Т. Основна технологічна операція цієї деталі – згинання. Одна з основних вимог до технологічності деталей, що виготовляються цією операцією, - відповідність радіусу згинання значенням, при яких забезпечується вигин заготовки без її руйнування. Його значення залежить від властивостей матеріалу деталі, від напрямку вигину, стану кромки заготовки, якості змащування та інших факторів. Чисельне значення найменшого радіусу згинання у разі $r_{\min}/s = 0,5$ [6, с. 173]. У цій деталі конструктивно заданий радіус згину $r=2,5$ мм, що значно більше мінімального радіусу. Розміри отвору, що пробивається 13 мм, що при даній товщині металу також є прийнятним [2, с. 43].

Таким чином, представлена деталь є технологічною і для неї можна розробляти технологічний процес штампування без попереднього внесення в креслення деталі будь-яких змін.

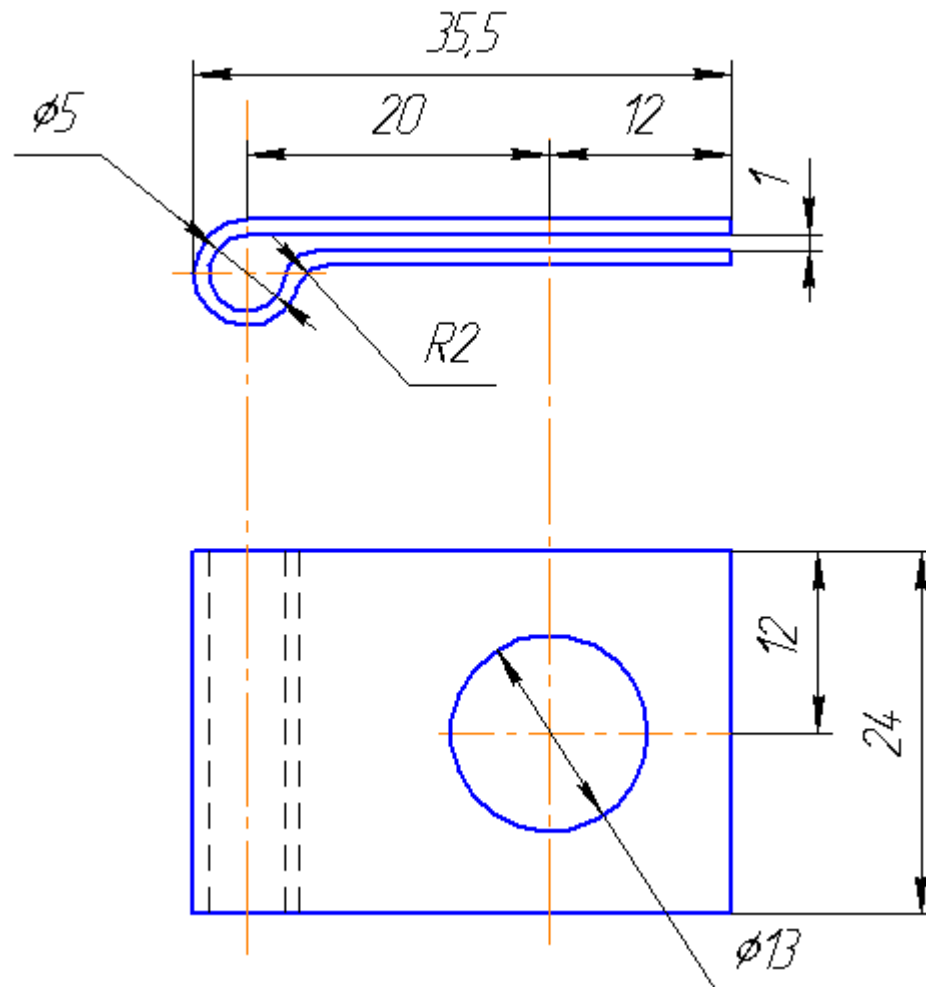


Рисунок 2.1 – Деталь «Петля»

2.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанта технологічного процесу виготовлення деталі

Більшість деталей, які одержують методом холодного тиску, у листовому штампуванні можуть бути виготовлені декількома способами. При цьому необхідні операції для штампування заданої деталі можуть виконуватись на відповідних окремих штампах (диференційований спосіб штампування) або на суміщених або послідовних штампах (концентрований спосіб штампування). Крім того, штампування даної деталі допускає варіанти у послідовності виконання необхідних операцій, а також варіанти з'єднань операцій у спільних та

послідовних штампах. Перед розглядом конкуруючих варіантів технологічних процесів потрібно встановити які фактори визначають побудову процесу, і які з них найважливіші: заготівля, спосіб отримання базового конструктивного елемента деталі, спосіб формоутворення інших конструктивних елементів деталі, спосіб отримання заданих механічних та фізичних властивостей деталі, якості її поверхні ступінь механізації та автоматизації процесу. Кожен із цих факторів має власні особливі ознаки – форма та відносні розміри первинної заготівлі, спосіб виконання операції, конструктивні особливості штамів, режими обробки та інші.

Оптимальний варіант технологічного процесу повинен забезпечувати надійне виготовлення деталі у повній відповідності до вимог креслення (якості деталі) за найменшої її вартості (ефективність виробництва).

Розглянутий випадок відноситься до згинання без потонання матеріалу.

Базовий варіант виготовлення був наступним:

операція 05 – різання листа;

операція 10 - гнуття 1і відрізка;

операція 15 - гнуття 2;

операція 20 - пробивання отворів.

У проектованому варіанті заготівельним матеріалом буде стрічка і на підставі аналізу форми заданої деталі, її розмірів та річної програми я можу зробити висновок про те, що єдино доцільним та технічно здійсненним варіантом виготовлення даної деталі буде наступний:

Операція 05 згинання 1 - згинання 2 - пробивка отворів - відрізка.

Штамповка буде проводитися в штампі послідовної дії.

2.2.1 Визначення форми і розмірів заготовки

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

Аналітичний метод заснований на дотриманні рівності довжини деталі, що штампується, і довжини розгортки заготовки. Для знаходження розмірів заготовки необхідно визначити довжину розгортки, яку обчислимо за довжиною нейтральної лінії. Вона розташована на наступній відстані від внутрішньої поверхні згину:

$$\alpha_0 = s \cdot x, \quad (2.1)$$

Коефіцієнт x визначаємо за довідковими даними залежно від відношення:

$$r/s$$

де r – внутрішній радіус деталі;

$$r = 2,5 \text{ мм};$$

$$s = 1 \text{ мм}.$$

Визначемо відношення $\frac{r}{s} = \frac{2,5}{1} = 2,5$, отже, $x = 0,23$ [2, табл.8]

Подставимо дані в формулу (2.1)

$$\alpha_0 = 1 \cdot 0,23 = 0,23$$

Визначимо довжину нейтральної лінії:

$$L_3 = \sum l + \sum \frac{\pi \cdot \alpha}{180^0} \cdot R_0, \quad (2.2)$$

де $\sum l$ - сума довжин прямих ділянок, що визначаються за розмірами, заданими у кресленні деталі, мм;

$\sum \frac{\pi \cdot \alpha}{180^0}$ - сума довжин ділянок закруглень, розрахунковий радіус яких:

$$R_0 = r + \alpha_0 \quad (2.3)$$

Подставимо дані в формулу (2.3):

$$R_0 = 2,5 + 0,23 \cong 2,73 \text{ мм}$$

Числові дані деталі:

$$l_1 = 32 \text{ мм}$$

$$l_3 = 28,5 \text{ мм}$$

$$l_4 = 26,5 \text{ мм}$$

$$\alpha_2 = 135^0$$

$$s = 1 \text{ мм}$$

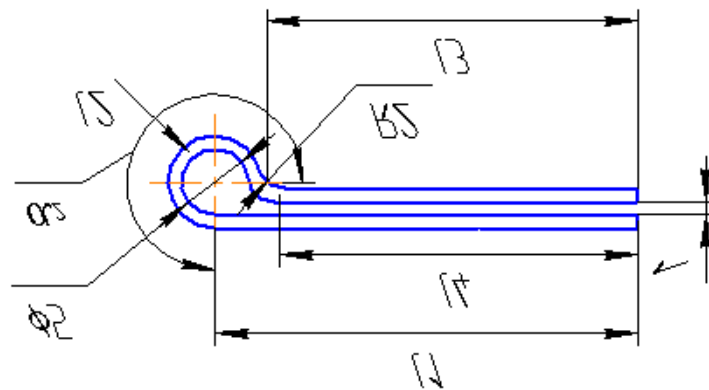


Рисунок 2.2 – Деталь «Петля»

Подставимо дані в формулу (2.2)

$$L_3 = 32 + \frac{\pi \cdot 135^0}{180^0} \cdot 2,73 + \frac{\pi \cdot 90^0}{180^0} \cdot 2,25 + 20 - 2,5 - 1 - 2 + 12 = 70,1 \text{ мм}$$

$$V_{\text{ДЕТ}} = 1644 \text{ мм}^3$$

2.2.2 Розкрій листового матеріалу

Як основний матеріал для листового штампування найбільш широко застосовують листи, смуги, стрічки. При заданих параметрах, що впливають з конструкції та розмірів деталі, що штампується (товщини, напрямки волокон) і частково визначальних сортамент основного матеріалу, остаточний його вибір здійснюють на підставі економічного аналізу можливих варіантів і визначення оптимального. Як критерій оптимальності приймаємо, так званий, коефіцієнт використання матеріалу (КВМ).

Основний матеріал в наш цех надходить у вигляді стрічки.

Розрахунок розкрою матеріалу.

Початкові дані:

форма деталі – прямокутна з отворами;

ширина деталі – 24 мм;

довжина розгорнутої деталі – 70,1 мм;

ширина деталі 1мм.

Перший етап – визначення перемичок. Основне значення перемичок компенсувати похибки подачі матеріалу і фіксації його в штампі для того, щоб забезпечити повну вирізку деталі по всьому контуру і запобігти отриманню бракованих деталей. Крім того, перемички повинні мати достатню міцність і

жорсткість, необхідну для подачі матеріалу. Величину перемичок вибираємо в залежності від габаритних розмірів заготовки, виду та товщини матеріалу [2, табл.1]. Оскільки штампування зі смуги (стрічки) буде без перемички між деталями, тоді

$$a = 2,1 \text{ мм};$$

Визначаємо ширину стрічки $B_0 = 24 \text{ мм};$

крок штампування $T = 70,1 \text{ мм}.$

У базовому варіанті заготівельним матеріалом для деталі «Петля» був лист.

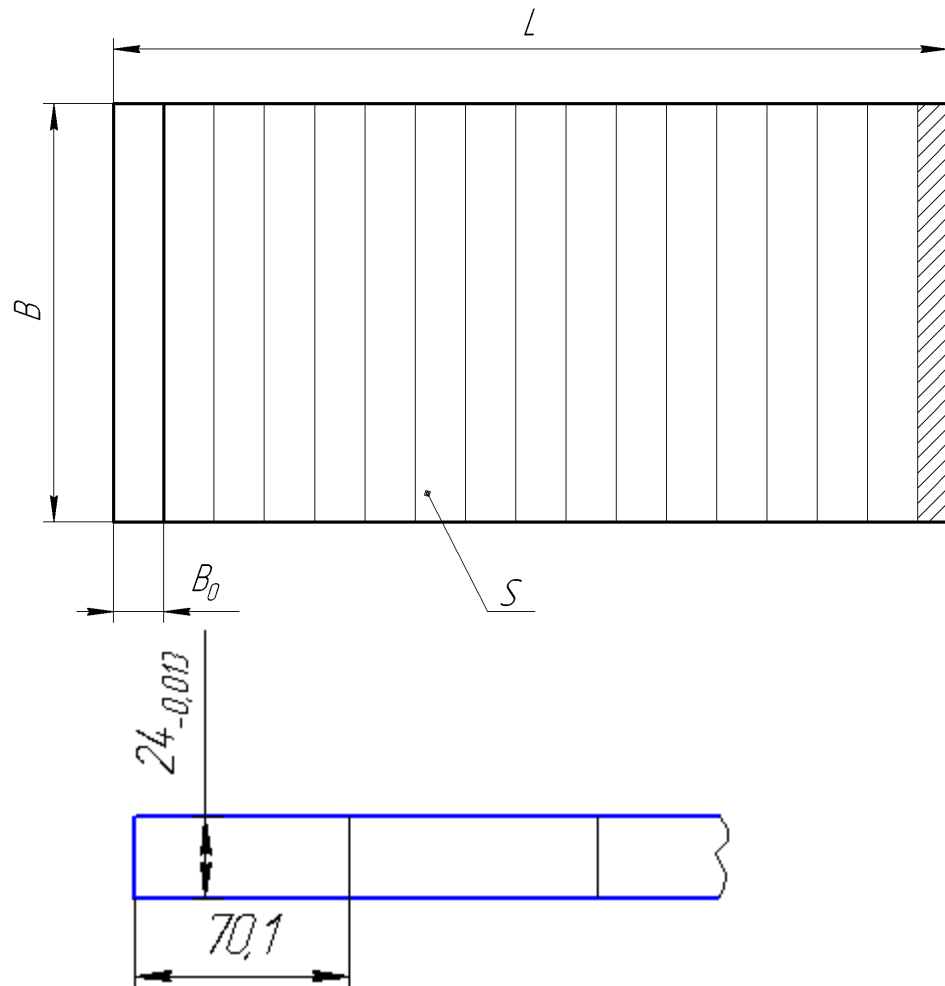


Рисунок 2.3 – Розкрій матеріалу

Поперечний розкрій

$$n_1 = \frac{L}{B_0} = \frac{3000}{24} = 105,3 \quad n_1 = 105$$

$$n_2 = \frac{B}{T} = \frac{1500}{70,1} = 21,4 \quad n_2 = 21$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{1644 \cdot 105 \cdot 21}{1500 \cdot 3000} = 0,81 = 81\%$$

КВМ становить 81%.

Лист 1500x3000

Поздовжній розкрій

$$n_1 = \frac{L}{T} = \frac{3000}{70,1} = 42,8 \quad n_1 = 42$$

$$n_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{1500}{24} = 52,6 \quad n_2 = 52$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{1644 \cdot 42 \cdot 52}{1500 \cdot 3000} = 0,8 = 80\%$$

КВМ становить 80%.

Лист 1000x2000

Поперечний розкрій

$$n_1 = \frac{L}{B_0} = \frac{2000}{24} = 70,2 \quad n_1 = 70$$

$$n_2 = \frac{B}{T} = \frac{1000}{70,1} = 14,3 \quad n_2 = 14$$

$$KBM = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{1644 \cdot 70 \cdot 14}{1000 \cdot 2000} = 0,81 = 81\%$$

КВМ становить 81%.

Лист 1000x2000

Поздовжній розкрій

$$n_1 = \frac{L}{T} = \frac{2000}{70,1} = 28,5 \quad n_1 = 28$$

$$n_2 = \frac{B}{B_0} = \frac{1000}{24} = 35,1 \quad n_2 = 35$$

$$КВМ = \frac{F \cdot n_1 \cdot n_2}{B \cdot L} = \frac{1644 \cdot 28 \cdot 35}{1000 \cdot 2000} = 0,81 = 81\%$$

КВМ становить 81%.

У запропонованому нами варіанті штампування цієї деталі передбачається зі стрічки. Відповідно до ДСТУ 503 - 81 ми приймаємо ширину стрічки – 24 мм.

$$КВМ_{СТРІЧКИ} = \frac{F_{ДЕТ}}{F_{ЗАГ}} \cdot 100\% = \frac{F_{ДЕТ}}{B_0 \cdot T} \cdot 100\% = \frac{1644}{24 \cdot 70,1} \cdot 100\% = 81,6\%$$

КВМ становить 81,6%.

Аналіз КВМ показує, що оптимальним технологічним процесом є запропонований варіант виготовлення деталі зі стрічки КВМ = 81,6%.

2.2.3 Напружено-деформований стан при згинанні

Як приклад розглянемо напружено-деформований стан при згинанні, однією з операцій виготовлення деталі.

Згинання – технологічна операція листового штампування, в результаті якої із плоскої заготовки за допомогою штампів виходить вигнута просторова деталь.

Згинання є дуже поширеним процесом штампування при виготовленні різних деталей машин, приладів та предметів народного споживання з листового матеріалу, профільного прокату, трубних заготовок та дроту.

Операція згинання може бути однокутова, двокучова, чотирикутова та багатокучна (рис. 2.4, а-г). До згинання також відносяться операції, але закатування – завивка краю на плоскій заготівлі, наприклад при виготовленні різних віконних і дверних петель, хомутиків, незамкнених трубочок і т. ін. (рис. 2.4, д, е, ж). Згинання може здійснюватися одночасно і з іншими операціями - відрізанням, вирубанням, пробивкою. Штампування довгих і вузьких деталей з тонколистового матеріалу з великим радіусом здійснюють шляхом згинання з розтягуванням матеріалу (рис. 2.4, з).

Згинання проводиться на кривошипних (ексцентрикових) пресах, на горизонтально-згинальних машинах, на гідравлічних пресах, а також на спеціальних згинальних верстатах-автоматах.

Так як при згинанні виріб повинен зберегти ту форму, яку він отримав під дією зовнішніх сил (мати залишкову деформацію), то в металі виникають напруги, що лежать за межею пружності. Встановлено, що деформація заготівлі відбувається поблизу кутів гнуття – вогнищ деформації.

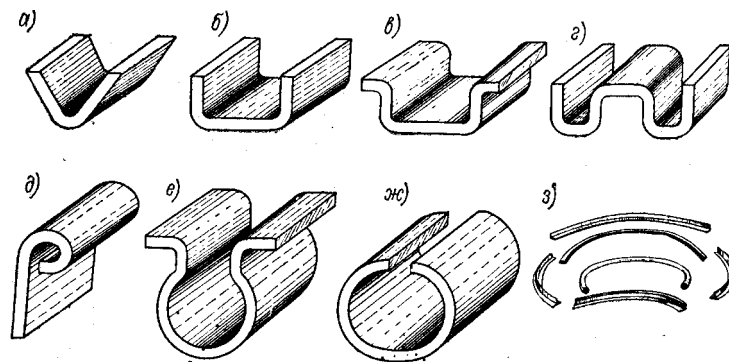


Рисунок 2.4 – Різноманітні форми деталей, одержуваних під час згинання

У процесі згинання шари (волокна) металу, розташовані біля внутрішньої поверхні (з боку пуансона з меншим радіусом кривизни) aa , відчувають стиск у поздовжньому напрямку і розтягнення в поперечному, а шари, розташовані біля зовнішньої поверхні (з боку матриці з великим радіусом) кривизни) bb , розтягнення в поздовжньому напрямку та стиснення у поперечному. Між розтягнутими та стиснутими шарами (волокнами) знаходиться нейтральний шар 00 , який не змінюється за довжиною, положення якого визначається радіусом кривизни (рис. 2.5). Крім того, при згинанні, особливо товстого матеріалу, ширина смуги у зовнішньої (розтягнутої) поверхні зменшується, а у внутрішньої збільшується – відбувається, як заведено, розширення заготовки. Умови деформацій при згинанні широких та згинанні вузьких заготовок різні.

На рис. 2.6 наведено схеми напруженого та деформованого станів при вигині вузьких та широких смуг. З цих схем видно, що при згинанні вузьких смуг ($b < 3s$) з достатньою товщиною матеріалу s має місце плосконапружений та об'ємно-деформований стан (рис. 2.6, а), а при згинанні широких смуг ($b > 3s$) - об'ємно-напружений та плоско-деформований стан, внаслідок появи поперечної напруги (рис. 2.6 б).

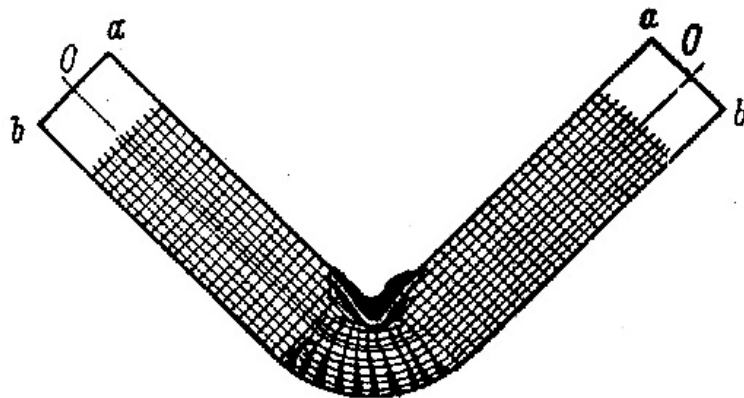


Рисунок 2.5 – Деформація заготівлі

Останнє виникає тому, що при згинанні широких смуг поперечна деформація вздовж лінії згину (поперек смуги) утруднена. При згинанні тонких матеріалів можна прийняти спрощену схему лінійного напруженого стану (напруга стиснення на внутрішніх та розтягання на зовнішніх волокнах). Часто для оформлення чіткого кута при згинанні застосовують удар, що калібрує (чекає). У цьому випадку напружений стан деформованого металу різко змінюється. У всіх місцях, що під тиском пуансона, виникає об'ємне напружене стан всебічного нерівномірного стиску.

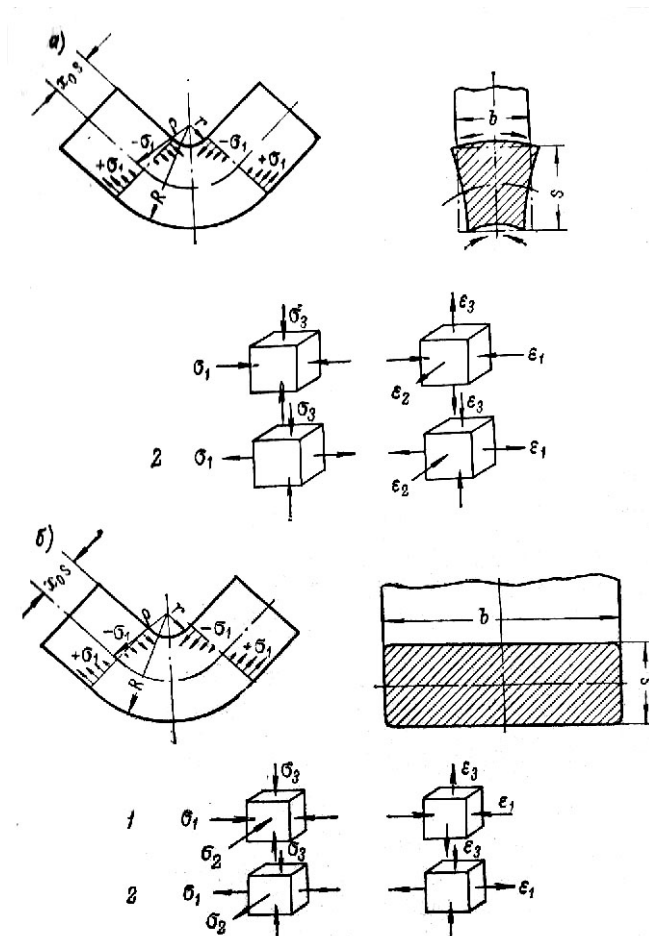


Рисунок 2.6 – Напружений стан при згинанні

На рис. 2.7 показано послідовність процесу пластичного вигину. На всьому протязі процесу згинається деталь має внутрішнє закруглення по більшому радіусу, ніж радіус закруглення пуансона (r). У міру опускання пуансона відбувається поступове зменшення радіусу кривизни та плеча вигину. Наприкінці ходу при глухому ударі, що калібрує, заготовля повністю прилягає до пуансона.

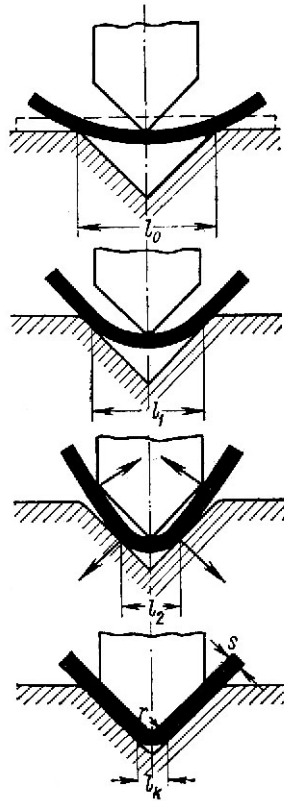


Рисунок 2.7 – Переходи при згинанні

Внаслідок виникнення значних розтягуючих напруг на зовнішній поверхні згинання смуг, потрібно прагнути до того, щоб ребро згинання було розташоване

поперек волокон заготовки, тобто перпендикулярно до напрямку прокатки або під кутом, близьким до 90° . В іншому випадку можливий злам матеріалу.

2.2.4 Розрахунок технологічного процесу

Для виготовлення цієї деталі використовуємо штамп послідовної дії.

Операція – згинання перша.

Згинання під кутом 90° .

Ця операція є формозмінюючою. Зусилля деформації знаходиться за формулою

$$P_z = L \cdot s \cdot k_z \cdot \sigma_s, \quad (2.4)$$

де L – довжина лінії згинання, мм;

K_z – коефіцієнт, що залежить від співвідношення радіуса згину і товщини металу. За довідковими даними $K_z = 0,25$ для відношення радіусу 2,5 мм до товщини 1 мм.

σ_s - межа міцності, залежить від механічних властивостей металу, МПа.

$$\sigma_s = 340 \text{ МПа.}$$

Підставивши значення формулу (2.4), знаходимо

$$P_z = 24 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 340 = 2,04 \text{ кН}$$

Згинання, виконується з притиском, тому загальне зусилля буде рівним

$$P_{\text{общ}} = 1,3P_z \quad (2.5)$$

$$P_{\text{оби}} = 1,3 \cdot 2,04 = 2,65 \text{ кН}$$

Оскільки процес пластичної деформації при згинанні супроводжується пружною деформацією, то після закінчення згинання відбувається зміна розмірів виробу в порівнянні з розмірами, що визначаються пуансоном і матрицею. Зазначене зміна розмірів називається пружиненням і враховується під час розрахунку виконавчих розмірів штампа.

Розрахуємо кут пружинення при V – образному (однокутовому) згинанні

$$\text{tg}\beta = 0,375 \cdot \frac{l}{ks} \cdot \frac{\sigma_T}{E} \quad (2.6)$$

де β – кут пружинення (однобічний);

k – коефіцієнт, що визначає положення нейтрального шару залежно від r/s , що дорівнює 1-х;

$$k = 1 - 0,46 = 0,54$$

l – відстань між опорами, губками матриці, $l = 7$ мм;

x – коефіцієнт [1, табл. 16], $x = 0,46$;

E – модуль пружності, $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

σ_T – межа плинності, МПа

$$\sigma_T = 0,7\sigma_B = 0,7 \cdot 340 = 238 \text{ МПа}$$

$$\text{tg}\beta = 0,375 \cdot \frac{7 \cdot 10^{-2}}{0,54 \cdot 1 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{238}{2,1 \cdot 10^5} = 0,005$$

$$\text{arctg}0,005 = 0,3^\circ$$

Кут пружинення дорівнює $0,3^\circ$

Операція – згинання друга

Згинання під кутом 90° .

Підставивши значення формулу (2.4), знаходимо

$$P_z = 24 \cdot 1 \cdot 0,25 \cdot 340 = 2,04 \text{ кН}$$

Розрахуємо кут пружинення при П – образному згинанні

$$\operatorname{tg}\beta = 0,75 \cdot \frac{l_1}{ks} \cdot \frac{\sigma_T}{E} \quad (2.7)$$

l_1 – плічо згинання, рівне $r_m + r_n + 1,25s$ мм;

$$l_1 = 3,5 + 2,5 + 1,25 \cdot 1 = 8,5;$$

x – коефіцієнт [1, табл. 16], $x = 0,46$;

$$k = 1 - 0,46 = 0,54;$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа};$$

$$\sigma_T = 0,7\sigma_B = 0,7 \cdot 340 = 238 \text{ МПа}$$

$$\operatorname{tg}\beta = 0,75 \cdot \frac{8,5 \cdot 10^{-2}}{0,54 \cdot 1 \cdot 10^{-2}} \cdot \frac{238}{2,1 \cdot 10^5} = 0,013^{\circ}$$

$$\operatorname{arctg} 0,013 = 0,74^{\circ}$$

Кут пружинення дорівнює $0,74^{\circ}$

Операція відрізка.

Технологічне зусилля, необхідне для здійснення штампувальної операції – відрізка.

$$P_{on} = \frac{0,5 \cdot s^2 \cdot \sigma_{cp}}{tg\alpha^0} \quad (2.8)$$

де s - товщина матеріалу, що штампується, мм;

σ_{cp} - опір зрізу, що залежить від механічних властивостей металу, відносної товщини заготовки, швидкості процесу, зазору, МПа.

$$\sigma_{cp} = 290 \text{ МПа.}$$

Підставимо дані у формулу (2.8)

$$P_{on} = \frac{0,5 \cdot 2^2 \cdot 290}{tg6^0} = 5,5 \text{ кН}$$

Операція пробивання.

Технологічне зусилля, потрібне для здійснення штампувальної операції – пробивання, у якого відповідні грані (ребра) пуансонів та матриці паралельні між собою, обчислюємо за формулою

$$P_{выр} = L \cdot s \cdot \sigma_{cp} \quad (2.9)$$

де L – периметр контуру вирубки, мм;

s – товщина матеріалу, що штампується, мм;

σ_{cp} – опір зрізу, що залежить від механічних властивостей металу, відносної товщини заготовки, швидкості процесу, зазору, МПа.

В даному випадку для виготовлення деталі «Петля» ми здійснюємо пробивання двох отворів діаметром 13 мм.

$$L=81,6 \text{ мм.}$$

Підставимо дані у формулу (2.9)

$$P_{проб} = 81,6 \cdot 2 \cdot 290 = 47,3 \text{ кН}$$

Визначимо загальне зусилля штампування

$$P_{обц} = P_{зуб1} + P_{зуб2} + P_{отр} + P_{проб} \quad (2.10)$$

$$P_{обц} = 2,65 + 2,04 + 5,5 + 47,3 = 57,5 \text{ кН}$$

2.2.5 Вибір пресового обладнання

Основним обладнанням для листового штампування є кривошипні преси, що характеризуються параметрами, які повинні враховуватися під час проектування штампів.

Номінальне зусилля P – найбільше зусилля, яке без порушення міцності деталей преса може бути прикладено до повзуна при повороті кривошипа від нижнього нульового становища на кут трохи більше 30^0 .

Хід h повзуна – відстань між верхнім і нижнім положенням повзуна – шлях, який проходить повзун за час половини обороту ексцентрикового валу.

Частота руху n повзуна – число подвійних ходів повзуна за хвилину при безперервному русі.

Номінальна закрита висота H - найбільша відстань між столом та повзуном у його нижньому положенні при найбільшому ході.

Виліт R повзуна – відстань від осі повзуна до станини (напрямних столу).

Технологічна робота A – найбільша робота, що у режимі одиночних ходів може виконати прес за один робочий хід.

Для правильного вибору технологічного обладнання потрібно виходити з таких положень:

- 1) Технологічне зусилля операції або штампу, що поєднує кілька операцій або переходів, має бути трохи меншим за зусилля обладнання;
- 2) Робота на даній операції штампу повинна забезпечуватись потужністю обладнання;
- 3) Розміри столу та закритої висоти штампа повинні забезпечити встановлення та закріплення штампа;
- 4) Величина ходу повзуна має відповідати технологічній операції;
- 5) Зручність та безпека обслуговування преса повинні відповідати вимогам техніки безпеки.

Деталь – петля.

Операція 05 - згинання 1 - згинання 2 - пробивання отворів - відрізка.

Згідно з необхідними силовими характеристиками, а саме – технологічним зусиллям операції: $P_{on} = 57,5 \text{ кН}$, вибираємо кривошипний прес КД2128, що має наступні параметри $P_H = 630 \text{ кН}$; $h = 25 \dots 100 \text{ мм}$; $n = 90 \text{ мин}^{-1}$, $A_m = 1,98 \text{ кДж}$.

2.2.6 Розрахунок виконавчих розмірів пуансонів та матриць

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

$$D_m = (d_0 - \Pi_3)^{+\sigma_m} \quad (2.11)$$

$$D_n = \left(d_0 - P_3 - z \right)_{-\delta_n} \quad (2.12)$$

де d_0 – діаметр отвору, мм;

P_3 – припуск на знос матриці та пуансону, мм;

δ_m, δ_n – граничне відхилення розміру матриці та пуансону, мм.

Значення P_3, δ_m, δ_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 $\delta'_m, \delta'_n < 0,1$ мм виконується.

Підставимо дані в формули (2.11-2.12), для товщини 1 мм і діаметра 13 мм виконавчі розміри матриці та пуансону для пробивання заготівлі

$$D_m = (13 - 0,3)^{+0,08} = 12,7^{+0,011},$$

$$D_n = (13 - 0,3 - 0,36)_{-0,08} = 12,34_{-0,011}.$$

2.2.7 Конструювання та розрахунок на міцність робочих деталей штампу

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

Розрахунок пуансону.

Пуансони слід перевіряти на зминання опорної поверхні головки пуансона, на стиск і поздовжній вигин самого пуансона у найменшому перерізі. У нашому

випадку перевіримо на міцність пробивний пуансон, так як він більшою мірою схильний до ризику руйнування.

Перевіримо пробивний пуансон на стиск:

де P – технологічне зусилля, яке сприймається пуансоном, Н;

f – площа робочої частини, мм.

$$\sigma_{ст} = \frac{P}{f}, \quad (2.13)$$

де P – технологічне зусилля, яке сприймається пуансоном, Н;

f – площа робочої частини, мм.

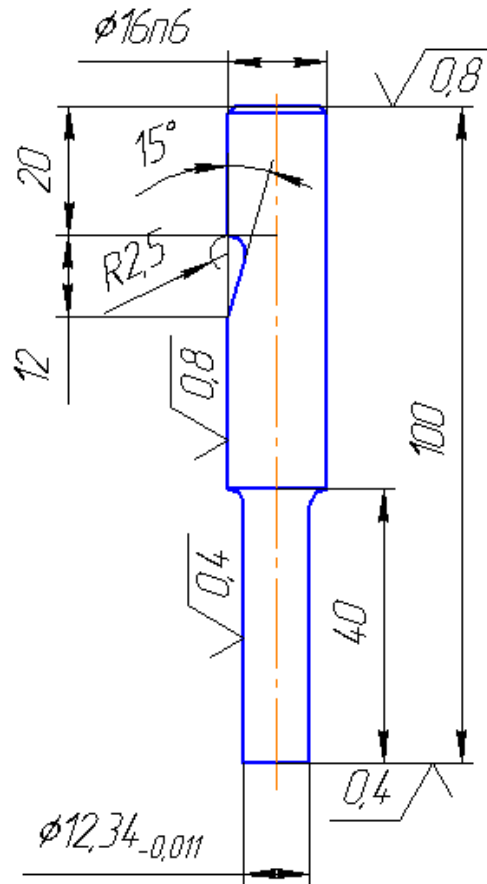


Рисунок 2.8 - Пуансон пробивний

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

$$\sigma_{CT} = \frac{P \cdot 4}{\pi d^2} = \frac{47300 \cdot 4}{3,14 \cdot 12,34^2} = 396 \text{ МПа} \quad (2.14)$$

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

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

Перевіримо пробивний пуансон на зминання:

$$\sigma_{3M} = \frac{P}{F}, \quad (2.15)$$

де P – технологічне зусилля, яке сприймається пуансоном;

F – площа опорної частини.

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

$$\sigma_{3M} = \frac{P \cdot 4}{\pi d_1^2} = \frac{47300 \cdot 4}{3,14 \cdot 16^2} = 235,3 \text{ МПа} \quad (2.16)$$

Допустиме $[\sigma_{3M}] = 1600 \text{ МПа}$

Визначимо вільну довжину пуансона з розрахунку поздовжній вигин за формулою [7, стор. 459]

$$l_{MAX} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{n_o \cdot P \cdot \mu^2}} = \sqrt{\frac{3,14^2 \cdot 2,2 \cdot 10^5 \cdot 0,05 \cdot 12,34^4}{3 \cdot 47300 \cdot 0,7^2}} = 113 \text{ мм} \quad (2.17)$$

де E - модуль пружності, Н/см²;

J – момент інерції перерізу, см⁴;

P - напруга на переході вирубка, Н;

n – коефіцієнт безпеки.

Таким чином, співвідношення (2.46) бачимо, що пуансон довжиною 100 мм під дією зусилля 47,3 кН не втратить стійкість.

Розрахунок матриці.

Маємо прямокутну форму матриці з розмірами 75x48 [6, стор 75].

Товщину матриці визначаємо за такою формулою [6, стор 79]

$$H_M = \sqrt[3]{100P_D} = \sqrt[3]{100 \cdot 47,3} = 16,8 \text{ мм} \quad (2.18)$$

де P_D – необхідне технологічне зусилля штампування, кН.

Товщину матриці округляємо до найближчого більшого значення наступного ряду чисел: 8,10,12,16,20,25,28,32,36,40,45,50,56,63,71,80 [6, стор. 79]. Приймаємо: $H_M \geq 20 \text{ мм}$.

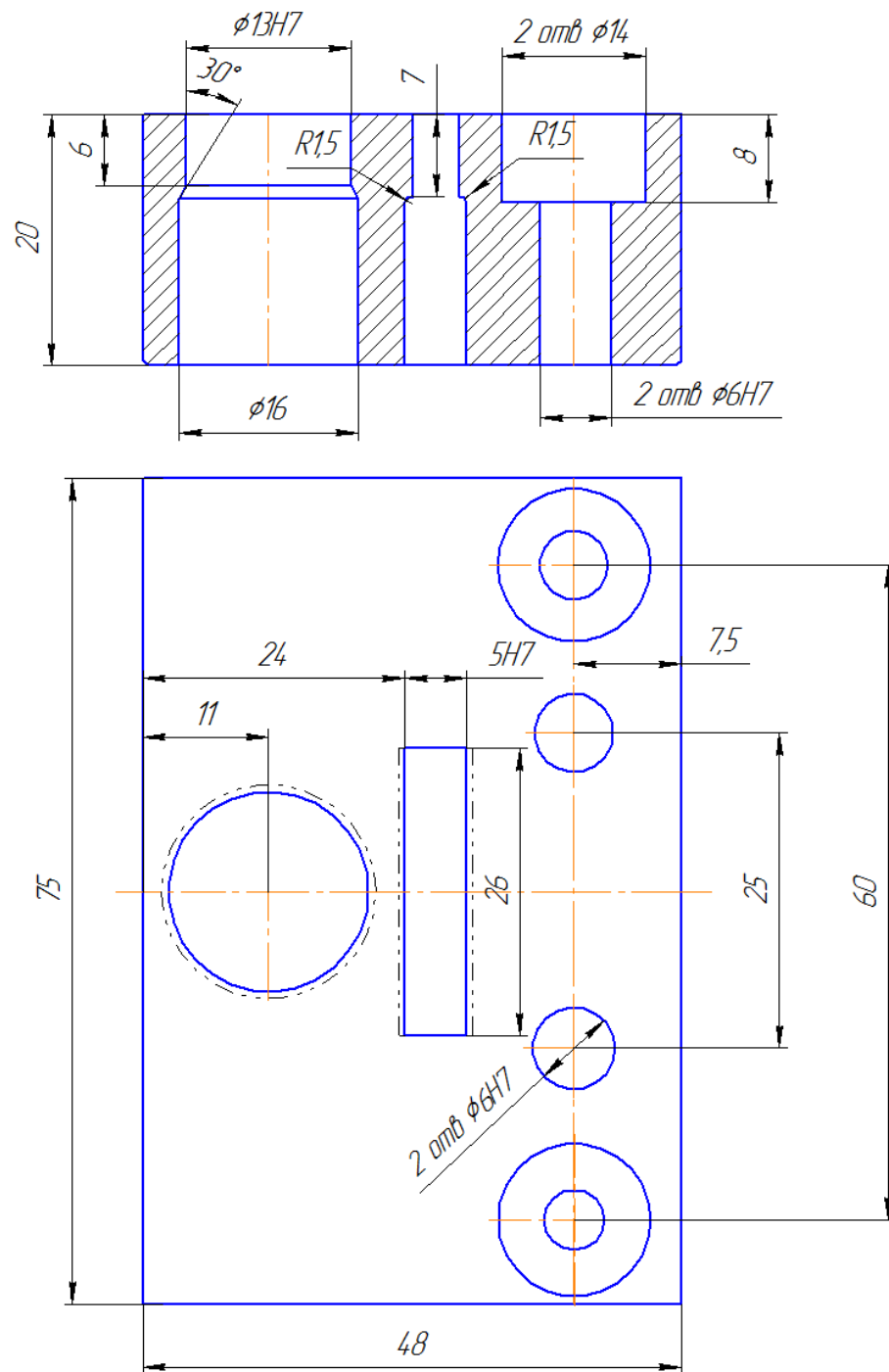


Рисунок 2.9 – Матриця вирубна

Товщину матриці і товщину стінки матриці можна перевірити на міцність спеціальним розрахунком, заснованим на визначенні напруги, що виникають у небезпечному перерізі. Стінки матриці випробовують розширювальне зусилля у

вигляді нормального тиску, що виникає від деформованого матеріалу в процесі пробивання. До цього тиску додається тиск торців деталі або відходу, що визначається вихідною заготовкою. Стінка матриці в момент відрізки зазнає максимального сумарного тиску:

$$P_{\text{ОБЩ}} = P_P + P_{\text{ТОР.М.}}, \quad (2.19)$$

$$\text{де } P_P = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot A_{3AG} \cdot h_{II}} = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot A_{3AG} \cdot 0,4S} = \frac{0,3 \cdot 47300}{3,14 \cdot 24 \cdot 0,4 \cdot 1} = 371 \text{ МПа} \quad (2.20)$$

$$P_{\text{ТОР.М.}} = 63 \text{ МПа згідно [4, стор. 65].}$$

Стінка матриці в момент пробивання зазнає тиску

$$P_P = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot D_{\text{омс}} \cdot h_{II}} = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot D_{\text{омс}} \cdot 0,4S} = \frac{0,3 \cdot 47300}{3,14 \cdot 13 \cdot 0,4 \cdot 1} = 869 \text{ МПа} \quad (2.22)$$

$$P_{\text{ТОР.М.}} = 63 \text{ МПа згідно [4, стор. 65].}$$

Визначимо напругу на контактній поверхні в осьовому напрямку:

$$\sigma_z = \frac{P_D}{\pi \cdot \left[\left(\frac{A+S}{2} \right)^2 - \left(\frac{A}{2} \right)^2 \right]} = \frac{47300}{3,14 \cdot \left[\left(\frac{24+1}{2} \right)^2 - \left(\frac{24}{2} \right)^2 \right]} = 328 \text{ МПа} \quad (2.23)$$

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

Визначимо нормальну напругу в радіальному напрямку:

$$\sigma_r = -P_{3AG} = -(371+63) = -434 \text{ МПа} \quad (2.24)$$

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

Визначимо нормальну напругу у тангенціальному напрямку

$$\sigma_\tau = P_{ОБЩ} \cdot \frac{\left(\frac{A_M}{2}\right)^2 + \left(\frac{A_{3AG}}{2}\right)^2}{\left(\frac{A_M}{2}\right)^2 - \left(\frac{A_{3AG}}{2}\right)^2} = 534 \cdot \frac{\left(\frac{48}{2}\right)^2 + \left(\frac{13+5}{2}\right)^2}{\left(\frac{48}{2}\right)^2 - \left(\frac{13+5}{2}\right)^2} = 488 \text{ МПа} \quad (2.25)$$

$$\sigma_\tau < [\sigma_p], [\sigma_p] = 500 \text{ МПа}$$

Таким чином, розміри матриці вибрані вірно.

2.2.8 Розрахунок плити на міцність

Товщину верхньої та нижньої плит слід визначати відповідним розрахунком на міцність та жорсткість. Однак через велику кількість факторів, що впливають на умови навантаження плит, точний розрахунок виконати практично неможливо. Тому на практиці слід обмежуватись заданими товщинами плит стандартизованих блоків з їх перевіркою на міцність. Припустимо, що повне навантаження сприймає лише нижня плита і характер її навантаження однаковий у всіх її перерізах, перпендикулярних до її площині. Тоді необхідний момент опору перерізу плити в напрямку розміру отвору в підштампової плити преса можна орієнтовно визначити з виразу:

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{пл}}{[\sigma_H]}, \quad (2.26)$$

де P - повне розрахункове зусилля (повне навантаження), що діє на нижню плиту;

$[\sigma_H]$ - допустима напруга на вигин матеріалу нижньої плити.

$$[\sigma_H] = 1250 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \text{ для стали 35Л}$$

Оскільки в одному штампі виконується кілька операцій, зусилля штампування сумуємо.

За знайденим значенням моменту опору визначають потрібну товщину плити $P_{\text{обц}} = 2,65 + 2,04 + 5,5 + 47,3 = 57,5 \text{ кН}$

За знайденим значенням моменту опору визначають потрібну товщину плити

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}}, \quad (2.27)$$

де A – мінімальний габарітний розмір плити ($A=252 \text{ мм}$)

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{\text{пл}}}{[\sigma_H]} = 0,25 \cdot \frac{5750 \cdot 25,2}{1250} = 29 \text{ см}^3 \quad (2.28)$$

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}} = 2,5 \sqrt{\frac{29}{25,2}} = 2,7 \text{ см} = 30 \text{ мм} \quad (2.29)$$

Отже, мінімальна товщина нижньої плити – 30 мм.

Товщину верхньої плити зазвичай приймають на 10 мм менше нижньої.

2.2.9 Система мастила при витяжці

Призначення мастила при витяжці полягає у зменшенні тертя між матеріалом та інструментом, зниженні напружень у матеріалі та запобіганні штампам та виробам від задирів та подряпин. Витяжні штампи в більшості випадків виходять з ладу не через їх повне зношування, а внаслідок утворення задирів, подряпин і псування поверхні деталей, що штампуються.

Змащення повинно мати властивості: створювати міцну незасихаючу плівку, здатну витримувати значний тиск; давати рівномірний розподіл змащувального шару по поверхні та прилипання, легко віддалятися з поверхні деталі, бути хімічно стійкою та нешкідливою.

Для змащування витяжних штампів як мастильний матеріал застосовують Укрінол-3, що складається з мінеральних масел з додаванням жирових речовин.

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

2.3 Методи контролю та управління якістю

Якість продукції – об'єктивна характеристика продукції і на формується вона внаслідок трудової діяльності осіб, зайнятих проектуванням, виготовленням та експлуатацією продукції.

Найважливішими характеристиками технологічного процесу з погляду його впливу на якість продукції є:

- технічна оснащеність виробництва новими сучасними видами технологічного обладнання, інструменту та оснащення;
- якість використовуваних матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів;

- рівень автоматизації технологічного процесу;
- кваліфікація працівників.

Існують різні типи браку, що виникає в процесі штампування.

За місцем виявлення брак поділяється на:

- внутрішньоцеховий;
- внутрізаводський;
- зовнішній;
- з вини постачальника.

Внутрішньоцеховий брак – брак, що відбувся і виявлений у цьому цеху, тобто цех-виявник одночасно є і винуватцем браку.

Внутрішньозаводський брак – брак, виявлений у цьому цеху з вини інших цехів або відділів, а також брак цього цеху, виявлений в інших відділах й цехах. Зовнішній брак – брак, виявлений поза заводом у замовників (покупців). Зовнішній брак, зазвичай, визначається рекламацією споживача.

Брак з вини постачальника – брак, виявлений на заводі через недоброякісність матеріалів, напівфабрикатів, деталей та виробів, які були отримані з боку.

Вся вироблена зміну продукція пред'являється на контроль працівнику бюро технічного контролю. Працівник бюро технічного контролю перевіряє: якість деталі, виробу чи окремої операції; якість роботи виробника; умови, у яких виробляється продукція.

При запуску нової партії продукції або після переналагодження обладнання, наладчик або майстер спільно з контролером перевіряють першу деталь на відповідність технічної документації, за її відповідністю ставить на неї тавро контролера або іншу мітку, що не допускає її заміни. Відповідальність за якість продукції несуть робітники, майстри та начальники цехів. Контролери УГК відповідають за попередження шлюбу та правильність оформлення документів

на забраковану продукцію, а також за якісне виконання обсягів контролю згідно з технічною документацією.

Виробляють контроль якості за допомогою випробувань, на виробництві прийняті наступні типи випробувань. Тонколистова сталь звичайної якості, відповідно до технологічних вимог, піддається лише випробуванню на вигин. Листи тонколистової сталі звичайної та підвищеної якості товщиною від 2 до 4 мм, крім випробувань на вигин, на вимогу замовника повинні випробовуватися на розрив, причому межа плинності та відносне звуження не визначаються. Крім марок сталі, якісна тонколистова конструкційна сталь за здатністю до витяжки поділяється на три сорти: ВГ – для високої витяжки, Г – для глибокої витяжки, Н – для нормальної витяжки. Здатність сталей до витяжки оцінюється величиною відносного подовження та глибиною витяжки сферичної лунки (по Еріксену).

Крім того, залежно від стану поверхні якісна сталь поділяється на три групи:

- особливо високої обробки поверхні;
- високої обробки поверхні;
- підвищеної обробки поверхні.

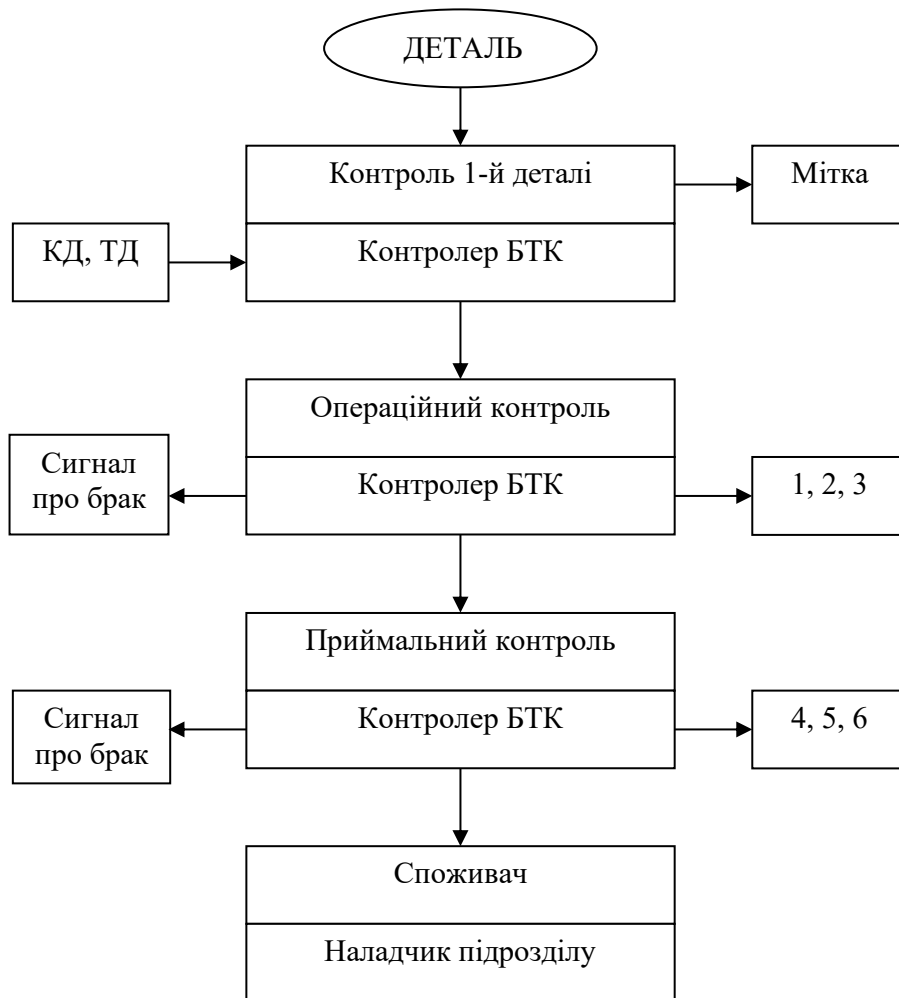
Для характеристики технологічних властивостей матеріалу найбільший інтерес представляють показники пластичності, виражені величиною відносного звуження поперечного перерізу при розтягуванні, а також відношення між межею плинності δ_T і межею міцності δ_B . Оцінку штампування потрібно проводити за найменшими значеннями δ_p отриманим при випробуванні зразків, вирізаних з листа у різних напрямках по відношенню до напрямку прокатки.

Для зручності розуміння нижче представлена схема контролю якості з виробництва (рис. 2.10).

На сучасних промислових підприємствах набули поширення такі види контролю:

- I. Вхідний контроль – контроль матеріалу, комплексних виробів.

II. Оперативний контроль – контроль продукції, виконаний після завершення певних виробничих операцій. Як контроль служить міряльний інструмент.



1 – Карта періодичного контролю; 2 – Карта періодичного контролю для пресово-кузовного виробництва; 3 – Контрольний листок; 4 – Журнал реєстрації результатів контролю; 5 – Рапорт; 6 – Операційний звіт.

Рисунок 2.10 – Схема процесу технічного контролю продукції в процесі виробництва

III. Приймальний контроль – контроль готової продукції після завершення всіх технічних операцій з її виготовлення, кінцевим результатом якого є прийняті рішення щодо придатності продукції та їх результатів до постачання та використання.

Відповідно до ДСТУ 17344-71 технологічним контролем називається перевірка відповідних процесів, від яких залежить якість продукції та їх результатів, встановлених технологічними вимогами.

Витрати контроль [1] досягають 5-10% собівартості продукції. Існує такий метод контролю, як вимірювання готової продукції штангенциркулем, мікрометром, перевірка отворів за допомогою пробок, радіусів – радіусомерами, валів – скобами. Зазвичай перевіряється 1-5% партії

3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Опис конструкції пресу

Кривошипний двостійковий відкритий прес номінальним зусиллям 0,4 МН призначений для виконання операцій листового штампування - вирубки, пробивки, неглибокого витягування, згинання, відбортовки і ін. Прес є універсальною технологічною машиною, яка може використовуватися як самостійна технологічна одиниця, так і в складі автоматизованих комплексів.

Прес має відкриту станину, що покращує умови обслуговування штампа, полегшує подачу і видалення заготовок, готових деталей і відходів, автоматизацію і механізацію виробничого процесу.

Привід преса здійснюється від асинхронного електродвигуна через клинопасову передачу на маховик, встановлений на приймальному валу. Далі рух передається через зубчасту передачу на головний вал. З'єднання провідною і відомою частин проводиться фрикційною дводисковою муфтою, зблокованою з однодисковим гальмом. У пресі застосовані роздільні муфта і гальмо.

Головний виконавчий механізм виконаний у вигляді кривошипно-шатунного механізму. Головний вал ексцентрикового типу має механізм регулювання ходу повзуна (25 – 130 мм), виконаний за традиційною схемою - ексцентрикова втулка, яка з'єднується з валом через евольвентне шліцеве з'єднання і фіксується за допомогою гайки. Шатун змінної довжини має гвинт для регулювання закритої висоти. Повзун литий, має механічний виштовхувач. Під під'ятником гвинта шатуна встановлений зрізний чашковий запобіжник від перевантаження преса по зусиллю. Станина двостійкового пресу лита.

3.2 Технічна характеристика пресу моделі КД2326

Номінальне зусилля	400 кН;
Хід повзуна регульований	
найбільший, не менше	80 мм;
найменший, не більше	10 мм;
Частота ходів повзуна	
безперервних нерегульованих, не менше	140 хв-1;
Розміри стола, не менше	
довжина	600 мм;
ширина	400 мм;
Розміри отвору в столі	
довжина	300 мм;
ширина	200 мм;
діаметр	250 мм;
Відстань від осі повзуна до станини, не менше	220 мм;
Закрита висота преса	280 мм;
Відстань між стійками у світлі, не менше	280 мм;
Регулювання відстані між столом і повзуном преса, не менше	65 мм;
Товщина підштамповою плити	80 мм;
Номінальна потужність двигуна	5,5 кВт;
Маса преса	3110 кг;

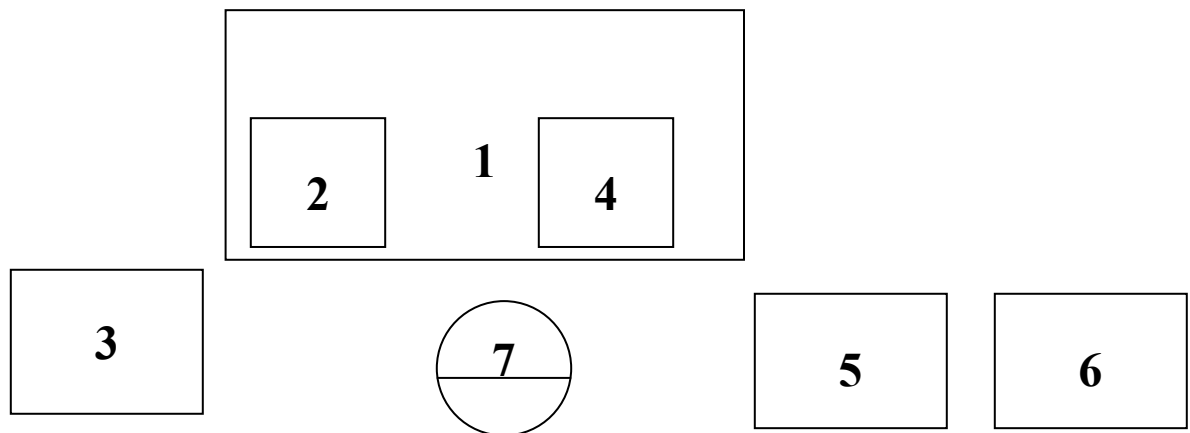
3.3 Організація робочого місця

У організацію робочого місця штампувача входить (рис. 3.1):

- правильне і найбільш зручне планування робочого місця, включаючи засоби і місце укладання заготовки, готових деталей і відходів;
- необхідна підготовка матеріалів, напівфабрикатів;
- забезпечення робочого місця і робочого додатковими інструментами;
- вміст в робочому стані пресів і штампів, зміст в порядку і чистому виді робочого місця.

Планування і організація робочого місця залежать від вигляду і розмірів заготовки, ступеня механізації робіт і способу подачі заготовок, способу зняття деталей, типу преса, його потужності, розмірів деталей, які штампуються.

Послідовна витяжка в стрічці, робота ведеться сидячи, механізм включення – муфта фрикційна, пусковий пристрій – «дворуке включення». Деталь вирубується напровал, по склизу падає в тару.



1.– прес; 2 – тара для готових деталей; 3 – намотувач відходу; 4– тара для відходу; 5 – автоподавання; 6 – заготовка (стрічка); 7 – штампувач.

Рисунок 3.1 – Схема планування робочого місця

Дії штампувача:

- включити прес.
- стежити за тим, щоб відхід і деталі не скупчувалися в склизах.
- стежити за процесом автоматичної подачі матеріалу до штампів.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

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 (0,055 кг) визначена в технологічному розділі. Норма витрат на виготовлення, з урахуванням КВМ розкрою 0,081, становить 0,067кг.

Вартість 1 кг матеріалу (сталь 12Х18Н10Т) і відходів приймаються за даними базового підприємства рівними відповідно 153,4 грн і 45,1 грн.

Тоді вартість витрат на матеріали буде

$$C_m = 153,4 \cdot 0,067 - 0,012 \cdot 45,1 = 9,74 \text{ грн.}$$

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 одної деталі на даній операції;

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

Операція 05 – згинання 1 – згинання 2 – пробивання отвору – відрізка.

Розміри заготівлі – 1×29 мм.

Матеріал – сталь 12Х18Н10Т.

Крок просування – 70,1 мм.

Обладнання – прес кривошипний КД2320

$P_H = 100$ кН; $h = 5 \dots 50$ мм; $n = 170$ мин^{-1} , $A_m = 0,24$ кДж.

Штамповка в автоматичному режимі зі стрічки.

Робота проводиться на провал.

Штучний час на виготовлення деталі складає 0,067 хв.

Відповідно до розробленого технологічного процесу по аналогії з даними базового підприємства приймаємо, що тарифні ставки становлять (грн/год): штампувальник пресу 0,1 МН – 108;

Тоді основна заробітна плата буде

$$Z_{осн} = (0,067 \cdot 108) / 60 = 0,12 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10 % основної, тобто рівна 0,012 грн. нарахування на соціальне страхування складає 0,395 від основної платні, тобто 0,05 грн.

Таким чином затрати на заробітню плату в цілому становлять 0,182 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 0,364 грн.

4.4. Затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання

Витрати на силову електроенергію визначаються за формулою:

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

де $C_{\text{ел}}$ - 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 4,1 грн/кВт/год. Потужність двигунів пресів згідно каталогу дорівнює (кВт):

- прес 0,1 МН – 6,3;

Тоді витрати на силову енергію будуть

$$Z_{\text{сил.ел}} = (6,3 \cdot 0,54) \cdot 4 / 60 = 0,23 \text{ грн};$$

Витрати на стисле повітря для роботи фрикційних муфт приймається приблизно (3...5)% від витрат на силову енергію, тобто 0,01 грн.

4.5. Затрати на утримання та амортизацію обладнання

Затрати на амортизацію та 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 0,1 МН – 860.

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

- прес 0,1 МН – 9202 грн.

Загальна сума амортизаційних витрат на 1 деталь становить 0,07 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 плата цехових працівників та інше. Приблизно ці витрати приймаються рівними 0,9 від суми заробітної плати основних робітників, тобто 0,108 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	9,74	88
2. Основна зарплата основних робочих	0,12	1
3.Додаткова зарплата основних робочих	0,012	0,1
4.Відрахування на соц. заходи	0,05	0,5
5.Силова енергія і додаткові матеріали на технологічні цілі	0,604	5,5
6. Знос штамтів	0,264	2,4
7. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	0,07	0,64
8. Загальновиробничі витрати	0,108	1
Всього	10,97	100

5 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

На основі аналізу роботи існуючого устаткування і технологічних процесів на ділянці мають місце небезпечні і шкідливі виробничі чинники, здатні привести до травм або пошкодження здоров'я працівників і завдати збитку навколишньому середовищу.

Це можуть бути:

- рухомі частини виробничого устаткування;
- переміщувані вантажі (вироби, заготовки, матеріали);
- рухомий електро- і автотранспорт і різні підйомні транспортні пристрої і механізми;
- відстаючі частинки оброблюваного матеріалу і інструменту (штампу);
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхні заготовок;
- висока температура деталі;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- недостатня освітленість робочої зони;
- перевищення концентрації пилу.

Вищеперелічені небезпеки можуть привести до травмування робочих, розвитку професійних захворювань, а також до летальних результатів при нещасних випадках на виробництві.

Оскільки тема дипломного проекту «Розробка технології листового штампування деталі «Петля» зі сталі 12Х18Н10Т авіаційного двигуна Д-36», тому нижче розглянемо заходи щодо охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при експлуатації (ремонті, збірці, виготовленні і тому

подібне) листоштампувального преса на ділянці дрібного і середнього штампування.

5.1 Заходи щодо охорони праці

Виробниче устаткування, використане в проєктованому цеху, відповідає вимогам ДСТУ 12.2.003-91 «Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки». Для виключення можливості травмування виробничого персоналу прийняті такі заходи:

- часткова або повна автоматизація виробництва;
- переважне використання дворукого включення пресів і також використання рухомих або нерухомих захисних сіток;
- установка запобіжників на неавтоматизованих пресах, це дозволяє передбачити заклинювання преса, передчасне руйнування його деталей, які при руйнуванні можуть стати причиною травматизму робочих або пошкодження іншого устаткування;
- заміна жорстких муфт на дискових, для попередження самохода повзуна в пресовому цеху. Згідно НПОАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок», відноситься до 5 групи по електробезпеці.

Для попередження поразки електричним струмом відповідно до НПОАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» приймаються такі заходи, як використання ізоляційних шлангів для проводів, ізоляційні кліщі для проведення деяких робіт, а також у разі потреби, підставки і ізоляційні килимки

Електробезпека в спроектованому цеху відповідає вимогам НПОАОП 40.1-1.32-01. Згідно з ПУЕ «Правила пристрою електроустановок» спроектований цех відноситься до приміщень без підвищеної небезпеки по поразці електрострумом. Все преса мають мережевий вхідний вимикач, що

дозволяє повністю зняти напругу з електроспоживачів, а дроти мереж електроустаткування промаркировані і заховані в труби. Станини пресів, корпуси електродвигунів і інші металеві частини заземлені і обнулені згідно з правилами, що діють.

Для запобігання виробничим травмам при роботі з устаткуванням використовують кожухи, якими закривають частини пресів, що крутяться. Їх роблять відкидними для змінних зубчатих передач і ремінних передач. Також всі частини преса, які знаходяться зовні корпусу, захищаються ґратами. Ґрати обов'язково повинні мати пристосування, які забезпечать їх безпечне відкриття, зняття і переміщення. Якщо необхідно спостерігати за виконання процесу в ґратах роблять вікна. У спроектованому цеху заходу безпеки відповідають ДСТУ 12.3.026 – 81 «Роботи ковальсько-пресові. Вимоги безпеки».

З урахуванням наявних шкідливих виробничих чинників відповідно до вимог ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудові населених пунктів» виробництво відноситься до санітарного класу – IV. Відповідно, регламентується розмір санітарно-захисної зони в 100 м.

Оптимальні параметри мікроклімату і чистоти повітря на ділянці згідно ДСН 3.3.6.-042-99 «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень», ДСТУ 12.1.005-88 ССБТ. «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» (Табл. 5.3 МУ № 937) і СНіП 2.04.05-91У «Опалювання, вентиляція, кондиціонування. Метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху (ДСТУ 12.1.005-76) показані в таблиці 5.1.

Для підтримки необхідної температури повітря і компенсації втрат в холодну пору року, проектом передбачається пристрій системи опалювання, суміщеної з припливною вентиляцією.

Таблиця 5.1 – Метеорологічні умови в приміщенні цеху

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря, град.	Відносна вологість %	Швидкість повітря, м/с
Холодний період	Середньої тяжкості	18-20	60-40	0,2
Теплий період	Середньої тяжкості	21-23	60-40	0,2

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці

Категорія робіт	Температура повітря на робочому місці, град.	Температура повітря, град.	Відносна вологість, %	Швидкість повітря, м/с
Середньої тяжкості	19-24	17-23	75	0,1-0,3

Метеорологічні умови (або мікроклімат) згідно ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» на виробництві визначаються наступними параметрами: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, тиск. Проте на здоров'ї людини значний вплив роблять перепади тиску.

Необхідність обліку основних параметрів мікроклімату може бути пояснене на основі розгляду теплового балансу між організмом людини і навколишнім середовищем. Величина тепловиділення організмом людини залежить від ступеня навантаження в певних умовах і може коливатися від 80 Дж/с (стан спокою) до 500 Дж/с (важка робота). Для протікання нормальних фізіологічних процесів в організмі людини необхідно, щоб теплота, що виділяється організмом, відводилася в навколишнє середовище, що досягається застосуванням вентиляції в цеху.

Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря в заданих метеорологічних умовах. За способом переміщення повітря вентиляція цеху механічна і витяжна, по місцю дії – місцева.

Згідно СНіП 2.04.05-91 «Опалювання, вентиляція, кондиціонування. Норми проектування» кількість припливного повітря повинна майже відповідати кількості повітря, що видаляється. Різниця між ними повинна бути мінімальна.

Свіже повітря подається в ту частину приміщення, де кількість шкідливих речовин мінімальна, а віддаляється з тих цехів, де виділення шкідливих речовин максимальне; Система вентиляції не викликає перегрівів або переохолоджень робочих, безшумна, а також електробезопасна і вибухобезпечна.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» по завданнях зорових робіт проектувана ділянка відноситься до V розряду. Як природне освітлення застосовується бічне освітлення, здійснюване через світлові отвори в зовнішніх стінах. V розряд робіт характеризується малою точністю, мінімальний розмір об'єкту розрізнення не більше 5 мм.

Як штучне освітлення в цеху застосовується робоче, аварійне і евакуаційне освітлення. Передбачаємо загальне локалізоване освітлення, яке призначене для освітлення всього приміщення.

Таблиця 5.3 – Норми освітленості робочих місць

Характеристика роботи	Розміри об'єкту відмінності, мм	Розряд зорових робіт	Освітлення, лк	
			Комбіноване	Загальне
Високій точності	0,1-0,3	2	5000	400
Точна	0,3-1,0	3	4000	350
Малій точності	1-10	4	350	150
Груба	Більше 10	5	100	100

Світильники розташовуються відповідно до розташування устаткування. Як світильники застосовуємо лампи типу ДРЛ потужністю від 400 до 1000 Вт, з середньою світловою віддачею 50-100 лм/Вт. Аварійне освітлення передбачаємо тому, що при відключенні робочого освітлення може привести до тривалого порушення технологічного процесу. Найменша освітленість складає не менше 2 лк. Евакуаційне освітлення призначене для безпечної евакуації людей і передбачається в місцях, небезпечних для проходження людей, по основних проходах цеху. Воно забезпечує на підлозі проходів освітленість 0,5 лк.

Для зниження шуму і вібрації кривошипні преси встановлюємо на так звані віброізолятори, які знижують динамічне навантаження на підлогу і шумі, що створюється пресом при роботі. Також все устаткування ділянки вмонтовується на віброізоляційному фундаменті.

Проведемо розрахунок допустимої, для робочого часу, роботи в умовах загальних вібрацій з урахуванням шкідливості її частотного складу. Рівень загальної вібрації, що діє на робоче місце, з частотою 2 Гц складає $V_g=111$ дБ.

Згідно СНіП 245-71, що коректує доповнення до загальної вібрації з частотою 2 Гц складають $k=15$ дБ. З урахуванням коректуючого доповнення, що діє на робочого рівень загальної вібрації, складатиме:

$$V = V_g - V_o = 111 - 15 = 96 \text{ дБ} \quad (5.1)$$

Допустимий рівень вібрації з частотою 2 Гц складає $V_H = 107$ дБ.

Допустимий час роботи в умовах загальної вібрації визначаємо з рівняння

$$t = 8 \cdot 10^{0,1(V_H - V)} \text{ год.} \quad (5.2)$$

$$t = 8 \cdot 10^{0,1(107-96)} = 8 \cdot 10^{1,1} = 100,7 \text{ год.}$$

Допустимі рівні звукового тиску згідно ДСН – 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» дорівнює 80 дБА.

Захист персоналу від дії електромагнітних випромінювань забезпечений згідно ДСН 3.3.6-096-2002 «Державні санітарні норми при роботі з джерелами електромагнітних полів», шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних заходів, а також за допомогою індивідуальних засобів захисту (захисні окуляри, щити, одяг).

Виробництво холодного штампування листа не представляє екологічної небезпеки. Повітря, що відкачується з робочої зони, перед викидом в атмосферу очищається у фільтрах. Вода для технологічних потреб використовується багато разів без викиду до водосховища.

Санітарно-побутові приміщення спроектовані відповідно до СНіП 2.09.04 – 87 «Адміністративних і побутових будівель». Санітарно-побутові приміщення розміщені в окремій будівлі. Будівля двоповерхова з висотою поверху 3 м.

Згідно СНіП 2.09.02-85 «Норм проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств» спроектований цех відноситься до категорії «Д» по пожежній безпеці. Пресовий цех відповідно до категорії виробництва по пожежній небезпеці і вимог ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» відноситься до II ступеня вогнестійкості.

При проектуванні будівлі цеху, також потрібно передбачити наявність евакуаційних виходів з будівлі.

Потрібно проектувати один евакуаційний вихід з приміщення, яке розташоване на будь-якому поверсі (за винятком підвального і цокольного), якщо відстань від найбільш віддаленого робочого місця до цього виходу не більше 25 метрів і числа тих, що працюють в зміні не більше 50 чоловік – для приміщень з виробництвом категорії Д.

З приміщень розташованих на всіх поверхах дозволяється передбачити інший запасний вихід на зовнішні сходи.

Конструкція, ступінь захисту оболонки, спосіб установки і клас ізоляції вживаних машин, устаткування, апаратів, приладів, кабелів, проводів і інших елементів електроустановок відповідають номінальним параметрам електромережі (напруга, сила струму, частота), класу вибухо- і пожежобезпеки приміщення, характеристиці навколишнього середовища, вимогам ПУЕ. Всі електроустановки мають апарати захисту від вогнегасних чинників (струми витоку, коротке замикання, перевантаження і ін.). Для захисту від тривалого протікання струмів витоку і струмів короткого замикання, що розвиваються з них, застосовують пристрої захисного відключення. Захист електроустановок і електричних мереж від перевантажень і струмів короткого замикання здійснюється автоматичними вимикачами і плавкими запобіжниками.

Причинами пожежі в цеху можуть бути коротке замикання в електричній системі, спалах хімічних речовин і ін. Тому встановлюємо пожежний

щит, який складається з двох вогнегасників типу ОП-2А і ОУ-2, ящика з піском і совкової лопати. Вогнегасник ОУ-2 відноситься до вуглецевокислотних, які використовуються для гасіння електроустановок під напругою, а також різних речовин. Вогнегасник ОП-2А – порошковий і служить для гасіння дерева, пластмаси і лужних металів. Пісок використовують в місцях розлиття хімічних речовин.

Для того, щоб уникнути виникнення пожеж необхідно стежити за справністю електросистем, проводити щоденне прибирання робочих місць від змащувальних і обтиральних матеріалів, не дозволяти палити в робочому приміщенні, а також проводити профілактичні роботи. У проєктованому цеху відповідальним за проведення інструктажа по пожежній безпеці є майстер.

5.2 Заходи щодо забезпечення стійкості роботи промислових підприємств в умовах надзвичайних ситуацій

Під стійкістю роботи об'єкту народного господарства розуміється здатність об'єкту випускати встановлені види продукції в об'ємах і номенклатурах, передбачених відповідними планами (для об'єктів, що не проводять матеріальні цінності, — транспорт, зв'язок та ін. — виконувати свої функції), в умовах надзвичайних ситуацій, а також пристосованість цього об'єкту до відновлення у разі пошкодження.

Заходи щодо забезпечення стійкості роботи об'єкту перш за все повинні бути направлені на захист робочих і службовців від наслідків надзвичайних ситуацій; вони тісно пов'язані із заходами щодо підготовки і проведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновних робіт в осередках ураження, оскільки без людських резервів і успішної ліквідації наслідків надзвичайних

ситуацій в осередках ураження, проводити заходи щодо забезпечення стійкої роботи об'єктів виробництва практично неможливо.

Для всіх промислових об'єктів, незалежно від профілю виробництва і призначення, характерні загальні чинники, що впливають на підготовку об'єкту до роботи в умовах надзвичайних ситуацій. До цих чинників відносяться: район розташування об'єкту, внутрішнє планування і забудова території об'єкту, системи енергопостачання, технологічний процес, виробничі зв'язки об'єкту, системи управління, підготовленість об'єкту до відновлення виробництва та ін.

Підвищення стійкості роботи об'єкту буде, по суті, досягатися шляхом посилення найбільш слабких (уразливих) елементів і ділянок об'єкту. Для цього на кожному об'єкті завчасно, на основі дослідження, планується і проводиться великий об'єм робіт, що включає виконання організаційних і інженерно-технічних заходів.

Основні заходи у вирішенні завдань підвищення стійкості роботи промислових об'єктів:

- захист робочих і службовців від зброї масового ураження;
- - підвищення міцності і стійкості найважливіших елементів об'єктів і вдосконалення технологічного процесу;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підвищення стійкості управління об'єктом;
- розробка заходів щодо зменшення вірогідності виникнення вторинних чинників надзвичайних ситуацій і збитку від них;
- підготовка до відновлення після надзвичайних ситуацій.

При проектуванні і будівництві нових цехів підвищення стійкості може бути досягнуте застосуванням для несучих конструкцій високоміцних і легких матеріалів (сталей підвищеної міцності, алюмінієвих сплавів). У каркасних будівель великий ефект досягається застосуванням полегшених конструкцій

стінного заповнення і збільшенням світлових отворів шляхом використання скла, легких панелей з пластиків і інших матеріалів, що легко руйнуються. Ці матеріали і панелі руйнуючись зменшують тиск ударної хвилі на каркас споруди, а уламки їх приносять менший збиток устаткуванню. Дуже ефективним є спосіб застосування панелей, що повертаються, тобто кріплення легких панелей на шарнірах до каркасів колон споруд. При дії динамічних навантажень такі панелі повертаються, що значно знижує дію ударної хвилі на несучі конструкції споруд.

При реконструкції існуючих промислових споруд, так само як і при будівництві нових, слід застосовувати полегшені міжповерхові перекриття і сходові марші, посилення їх кріплень до балок; застосовувати легені, вогнестійкі покрівельні матеріали. Обвалення цих конструкцій і матеріалів принесе меншу шкоду устаткуванню, чим важкі залізобетонні перекриття та інші конструкції.

При загрозі виникнення надзвичайних ситуацій, в найбільш відповідальних спорудах, можуть вводитися додаткові опори для зменшення прольотів, посилюватися найбільш слабкі вузли і окремі елементи несучих конструкцій. Окремі елементи, наприклад високі споруди (труби, щогли, колони, етажерки), закріплюються відтяжками, розрахованими на навантаження, що створюються дією швидкісного натиску повітря ударною хвилею ядерного вибуху; влаштовуються бетонні або металеві пояси, що підвищують жорсткість конструкції, і таке інше.

Підвищення стійкості устаткування досягається шляхом посилення його найбільш слабких елементів, а також створенням запасів цих елементів, окремих вузлів і деталей, матеріалів і інструментів для ремонту і відновлення пошкодженого устаткування.

Велике значення має міцне закріплення на фундаментах верстатів, установок і іншого устаткування, що мають велику висоту і малу площу опори; пристрій розтяжок і додаткових опор підвищує їх стійкість на перекидання.

Необхідна умова надійності технологічного процесу – стійкість системи управління і безперебійне забезпечення всіма видами енергопостачання. У разі виходу з ладу автоматичних систем управління передбачається перехід на ручне управління технологічним процесом в цілому або окремими його ділянками.

Створюються дублюючі джерела електроенергії, газу, води і пари шляхом прокладки декількох електро-, газо-, водо- і паропостачальних комунікацій і подальшого їх за кільцювання. Інженерні і енергетичні комунікації переносяться в підземні колектори, найбільш відповідальні пристрої (центральні диспетчерські розподільні пункти) розміщуються в підвальних приміщеннях будівель або в спеціально побудованих міцних спорудах. На тих підприємствах, де укладання комунікацій, що підводять, в траншеях або тунелях не представляється можливим, проводиться кріплення трубопроводів до естакад, щоб уникнути їх зрушення або скидання. Потім зміцнюються самі естакади шляхом установки врівноважуючих розтяжок в місцях поворотів і розгалужень. Дерев'яні опори замінюють на металеві та залізобетонні.

Водопостачання об'єкту буде стійкішим і надійнішим в тому випадку, якщо об'єкт харчується від декількох систем або від двох-трьох незалежних вододжерел, віддалених один від одного на безпечну відстань. Гарантоване постачання водою може бути забезпечене тільки від захищеного джерела з автономним і теж захищеним джерелом енергії.

Для забезпечення стійкого і надійного постачання підприємства газом передбачається його подача в газову мережу об'єкту від газорегуляторних пунктів (газорозподільних станцій). При проектуванні, будівництві і реконструкції газових мереж створюються закольцовані системи на кожному об'єкті виробництва. На випадок виходу з ладу газорегуляторних пунктів і газороздавальних станцій встановлюються обвідні лінії (байпаси). Всі вузли і лінії газопостачання розташовуються, як правило, під землею.

Для забезпечення надійного управління діяльністю об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій в одному з притулків обладнався пункт управління. Диспетчерські пункти і радіовузли розміщуються по можливості в найміцніших спорудах і підвальних приміщеннях. Повітряні лінії зв'язку до найважливіших виробничих ділянок перекладаються на підземно-кабельні.

Підвищення стійкості матеріально-технічного постачання об'єкту забезпечується створенням запасів сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, устаткування і палива. Запаси матеріалів необхідні не тільки для забезпечення виробничого процесу, але і для відновлення об'єкту у разі його пошкодження при дії засобів поразки.

Готовність об'єкту в короткі терміни відновити випуск продукції – важливий показник стійкості його роботи. Чим вище ця готовність, тим швидше може бути відновлене виробництво продукції після надзвичайної ситуації, тим стійкіше і надійніше оцінюється робота об'єкту.

Передбачені заходи щодо охорони праці, виробничої санітарії, гігієні праці і пожежної безпеки відповідають вимогам ДСТУ, СНіП, ДБН, вимогам методичних вказівок і забезпечують безпечні і комфортні умови праці персоналу.

Передбачені заходи щодо цивільної оборони забезпечують стійку роботу об'єкту і безпеку персоналу в умовах надзвичайної ситуації.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Завданням даного дипломного проектування була розробка технології листового штампування деталі «Петля» зі сталі 12Х18Н10Т авіаційного двигуна Д – 36.

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 розраховано оптимальний варіан 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., Мотяковский 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**Кафедра ОМТ**

Міністерство освіти та науки України
Запорізький національний університет
Кафедра ОМТ

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ

Перевірив _____ (Явтушенко А.В.)

Техн.контроль _____ (Явтушенко А.В.)

Зав. кафедрою

_____ (Белоконь Ю.О.)

ТА	
----	--

ГОСТ 3.1118-82

Форма Іа

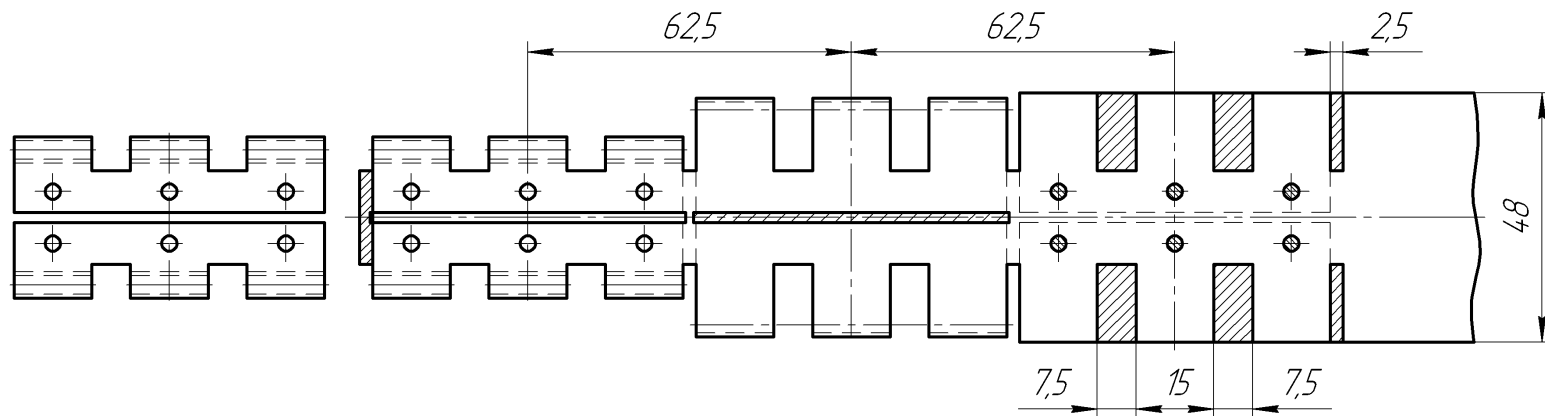
Дубл.																							
Взам.																							
Ориг.																							
Розраб.	Помазан А.			З Н У																			
Перевір.	Явтушенко А.В.																						
Т.контр	Явтушенко А.В.																						
Н.контр.	Белоконь Ю.О.			Петля																			
М 01	Стрічка 12X18N10T-M-T-C-NO-N-0,8x48 ГОСТ 4573-71																						
М 02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.внтр.	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри		КД	МЗ												
		60	0,023	1	0,68	77%	Лист	0,8x48x25600		818	0,05												
А	Цех	Діл	Рм	Опер	Код найменування операції				Позначення документу														
Б	Код найменування обладнання				СМ	Проф	Р	УП	КВ	КОВД	ОН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт								
	005 Транспортування																						
	Електро-мостовий кран Q=10т																						
	005 Штапування																		3,9	0,23			
	2104, 2105, 2105, 2129, 2129, 2103																						
	(надрізка, пробивка, пробивка, згинання, згинання, обрізка)																						
	Прес кривошипний К2328																						
	На операцію 005 стрічку подавати автоматично клино-роlikовою автоподачею. Між операціями заготівля передається за рахунок між полуфабрикатами.																						
	Відходи видаляють напровал.																						
	Готова деталь видаляється по склизу в тару.																						
																				0,397			
	010 Контроль																						
	Контроль першої деталі обов'язковий.																						
	1. Перевірити деталь по зовнішньому виду – 0,5%																						

17		
18		
19		
КТІ	розкрою металу	

ГОСТ 3.1118-82

Форма 7

Дубл.									
Взам.									
Ориг.									
Розраб.	Помазан А.			З Н У					
Перевір.	Явтушенко А.В.								
Т.контр				Петля					
Н.контр.	Блоконь Ю.О.								



KE

ГОСТ 3.1118-82

Форма 1

Дубл.			
Взам.			
Ориг.			

Розраб.	Помазан А.		
Перевір.	Явтушенко А.В.		
Т.контр	Явтушенко А.В.		

З Н У

				Петля					
Н.контр.	Белоконь Ю.О.								

				Контролюємий параметр			Особливі вказівки
				Номер розміру	Межові чи номінальн і значення	Вимірені значення	
				1	$\varnothing 13^{+0,025}$	13,01	
				2	$35,5_{-0,43}$	35,45	
Контролюємий параметр			Особливі вказівки				
Найменування та позначення	Межові чи номінальн і значення	Вимірені значення					
1. Перевірити			Контроль	Дата і підпис			
оглядом		подряпини	першої				
відсутність	візуально	відсутні	деталі	Таб. номер	викон авця	керівника ділянки	Контролера ОТК
подряпин на поверхнях			обов'язковий				
КВ	штампування						