

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 штампування деталі «Футорка»
авіаційного двигуна AI-20» _____

Виконав: студент __4__ курсу, групи МЕТ-18-16д

Клименко Данило Євгенович _____
(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

Д.Є. Клименко
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

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

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 79 с., 20 рисунків, 5 таблиць, 26 літературних джерел.

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

Мета роботи – спроектувати ділянку холодного листового штампування механічного цеху моторобудівного заводу.

Метод розрахунків – стандартні методики розрахунків в штампувальному виробництві.

У даній кваліфікаційній роботі був розроблений технологічний процес для деталі «Футорка». Всі операції, які раніше робилися в окремих штампах, зараз будуть робитися в одному штампі послідовної дії. Також підвищили КВМ шляхом зміни розкрою 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, ЗГИНАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	9
1.1 Річна виробнича програма	9
1.2 Тип виробництва, склад ділянки	9
1.3 Загальна характеристика виробничого процесу на ділянці	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	12
2.1 Аналіз технологічності конструкції деталі	12
2.2 Вибір та обґрунтування оптимального варіанту технологічного процесу виготовлення деталі	13
2.2.1 Визначення форми та розмірів заготовки	15
2.2.2 Розкрій листового матеріалу	17
2.2.3 Розрахунок технологічного процесу	21
2.2.4 Розрахунок зусилля штамповки	27
2.2.5 Розрахунок центру притиску штамп	32
2.2.6 Вибір пресового обладнання	34
2.2.7 Конструювання та розрахунок штампа	35
2.2.8 Конструювання та розрахунок на міцність робочих деталей штампа	37
2.2.9 Розрахунок плити на міцність	44
2.2.10 Розрахунок виконавчих розмірів інструменту	45
3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА	48
3.1. Опис конструкції і принципу дії пресу	48
3.2 Організація робочого місця	51
4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	53
4.1 Витрати на матеріали	54
4.2 Заробітна плата основних і допоміжних робітників	54
4.3 Витрати на виготовлення та ремонт технологічного інструменту	56
4.4 Затрати на силову електроенергію	

для технологічного обладнання	56
4.5 Затрати на утримання та амортизацію обладнання	57
4.6 Загальновиробничі витрати	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	59
5.1 Аналіз потенційних небезпек	59
5.2 Заходи по забезпеченню безпеки	60
5.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці	62
5.4 Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки	65
5.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71
Додатки	73

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 – инженерно-технические работники

КВМ – коефіцієнт використання металу

УКП – універсальний кривошипний прес

ЗВ – закрыта висота

Табл. – таблиця

Мал. – малюнок

Грн. - гривна

кап. – капітальний

рем. – ремонт

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 розробка технології холодного штампування деталі «Футорка» авіаційного двигуна AI-20.

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 – самий універсальний і прогресивний спосіб виготовлення.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Річна виробнича програма

Річна програма проектованої ділянки – 12000 комплектів за рік. З урахуванням виробництва запасних частей річну програму збільшуємо на 10 відсотків. Що дозволяє врахувати допоміжне обладнання та час для їх виробництва. Тоді річна програма проектної ділянки буде – 13200 комплектів деталей за рік.

Річна виробнича програма ділянки листового штампування наведена в таблиці 1.1.

Призначення ділянки – виробництво комплектів штамповок на авіаційні двигуни.

1.2. Тип виробництва, склад ділянки

В наведеному дипломному проекті розглядається ділянка листового штампування механічного цеху. Тип виробництва – серійний. Згідно габаритів деталей, які штамнуються, ділянка належить до ділянки середнього та дрібного штампування. Ділянка входить до цеху, в якому також є: заготівельна ділянка, штампо-ремонтна ділянка, ремонтно-механічне відділення, яке призводить ремонт обладнання, ділянка енергетика, а також склади та кладові [22].

У відділенні використовується універсальне обладнання – кривошипні преса з елементами автоматизації та механізації. К допоміжному обладнанню відноситься вантажно-транспортне обладнання: мостові крани, кран-балки, автокари і т. ін.

Основними операціями на ділянці є: вирубання, пробивання, витягування, відбортування, згинання і т. ін. Для цих операцій використовують штампи простої, послідовної та сумісної дії. При проектуванні ділянки враховувалося наявність елементів автоматизації та зменшення трудомісткості за рахунок використання штампів послідовного та сумісної дії. Використання автоматизації на ділянці

дозволило зменшити кількість робочих та збільшити продуктивність. Характер вантажопотіків на проектуємій ділянці. – прямоточний.

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

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.	Запчас.	Всього	Основ.	Запчаст.	Всього
1	Футорка	Сталь12Х18Н10Т	0,0218	2	2	24	2,4	26,4	0,66	0,07
2	Кронштейн двигуна	Сталь12Х18Н10Т	0,215	4	4	48	4,8	52,8	12,29	1,23
3	Пружина	Сталь ХИ60ВТ	0,256	1	1	12	1,2	13,2	4,15	0,42
4	Заклепка	Сталь Х17Н2	0,08	1	1	12	1,2	13,2	1,23	0,12
5	Шайба упорна	Сталь12Х18Н10Т	0,152	4	4	48	4,8	52,8	9,73	0,97
6	Кільце	Сталь12Х18Н10Т	0,257	2	2	24	2,4	26,4	7,52	0,75
7	Ковпачок	Сталь ХН75Т	0,143	1	1	12	1,2	13,2	2,12	0,21
8	Щіток ролика	Сталь12Х18Н10Т	0,113	2	2	24	2,4	26,4	3,93	0,39
9	Пластина	Сталь12Х18Н10Т	0,132	4	4	48	4,8	52,8	7,82	0,78
10	Кожух	Сталь 08ю	0,234	5	5	60	6	66	18,00	1,80
11	Конус	Сталь12Х18Н10Т	0,105	4	4	48	4,8	52,8	6,15	0,61
...
56	Шайба	Латунь Л68	0,09	1	1	12	1,2	13,2	1,37	0,14
Всього по дільниці								736,02	73,60	809,6

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.

Основними показниками технологічності листових холодноштампувальних деталей є:

- 1) найменша витрата матеріалу;
- 2) найменша кількість та низька трудомісткість операцій;
- 3) відсутність наступних механічних операцій;
- 4) найменша кількість необхідного обладнання та виробничих операцій;
- 5) найменша кількість оснастки при скороченні витрат та термінів підготовки виробництва;
- 6) збільшення продуктивності окремих операцій та цеху в цілому.

Загальним результативним показником технологічності є найменша собівартість деталей, що штамуються. Одним з найважливіших питань, що передують технологічним розрахункам, є виявлення ступеня здатності металу виконати штампувальну операцію або визначення його відносної штампування. Під штампуємо розуміють здатність металу піддаватися різним операціям штампування. Штампування залежить від низки показників: механічних властивостей, пластичності, модуля пружності, структури металу та хімічного складу.

Задана деталь є тілом обертання простої форми, порожниста, товщина стінки 1,8 мм, сталь матеріал 12X18H10T. Враховуючи ці фактори та механічні властивості матеріалу, приходимо до висновку, що вони відповідають вимогам

такої штампувальної операції, як витяжка. Витяжку робимо у стрічці. Вважатимемо, що товщина деталі не зазнаватиме істотних змін (витяжка без потону). Відділення готової деталі від стрічки (відходу) провадиться операцією «вирубання». Для зменшення тангенціального стиснення біля краю заготовки та радіального розтягування на витяжних кромках матриці в переходах збільшуємо радіус заокруглень.

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 штампів, режими обробки та інші.

При серійному виробництві необхідно прагнути до мінімальних витрат матеріалу, до найменшої кількості штампувальних операцій за рахунок

використання та впровадження у роботу послідовного процесу штампування, підвищення продуктивності та стійкості штампу. Враховуючи, що в основі виготовлення деталі лежить операція «витяжка», слід врахувати основні технологічні вимоги до деталі, що отримується витяжкою: уникати дуже складних і несиметричних форм деталей, що витягуються; радіуси закруглень матриці та пуансону на першій операції повинні бути якомога більшими. За основними кількісними та якісними показниками (коефіцієнт використання матеріалу, кількість операцій та обладнання, трудомісткість виготовлення, складність обладнання, стійкість робочого інструменту та інші), отриманими в результаті подальших розрахунків, зробимо порівняння запропонованих варіантів виготовлення.

Результуючим показником є собівартість, а не трудомісткість виготовлення деталі. Оптимальний варіант технологічного процесу повинен забезпечувати надійне виготовлення деталі у повній відповідності до вимог креслення (якості деталі) за найменшої її вартості (ефективність виробництва).

Враховуючи всі перераховані вище вимогам, виробляємо витяжку даної деталі в стрічці з надрізкою проміжків, т. як. виконується одна з нерівностей

$$s < 0,05d; d\phi > 1,2d, [2, с.167]$$

$$1,8 < 0,05 \cdot 24,1 \text{ т.е } 1,8 < 1,21 \text{ – не виконується}$$

$$31 < 1,2 \cdot 24,1 \text{ т.е } 31 > 28,9 \text{ – виконується}$$

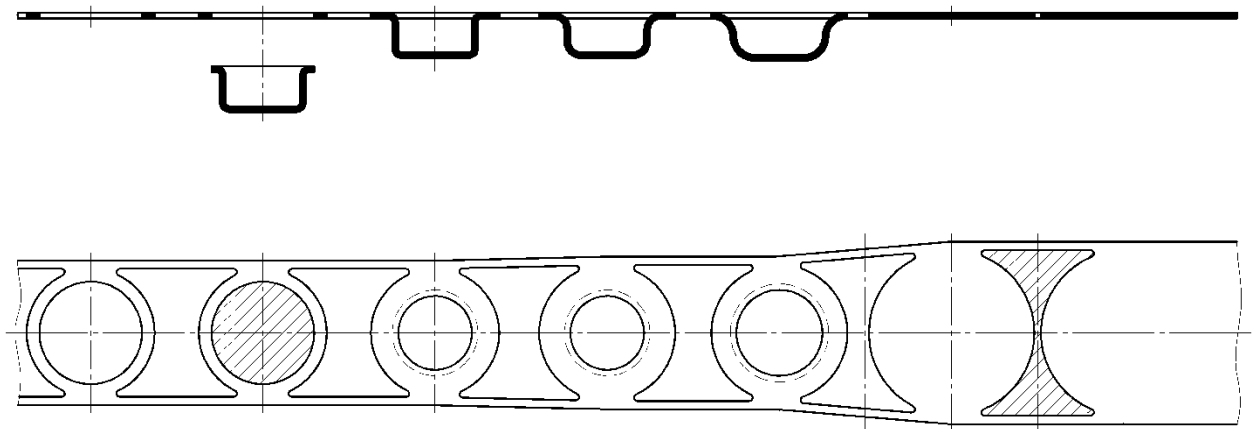


Рисунок 2.1 – Засіб виготовлення деталі «Футорка»

2.2.1. Визначення форми та 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 поверхонь деталі, що штампується, і заготовки. Для деталей типу тіл обертання заготовка має форму кола, діаметр якої пов'язаний із поверхнею готової деталі наступною залежністю

$$D_{\text{ЗАГ}} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \Sigma F} \quad (2.1)$$

де $D_{\text{ЗАГ}}$ - діаметр заготовки, без потонання стінок деталі;

$\sum F$ - сума площі окремих ділянок поверхні деталі, побудованої з врахуванням припуску на обрізання.

Враховуючи те, що товщина матеріала $s < 2$, приводимо розрахунок діаметра заготовки по середньої лінії деталі [2, с.168]

$$D_3 = D + b \quad (2.2)$$

де D_3 – фактичний діаметр заготовки, мм;

D – розрахунковий діаметр заготовки, мм;

b – припуск на обрізання, мм.

$b = 3,4$ [2, с.168, таб.62]

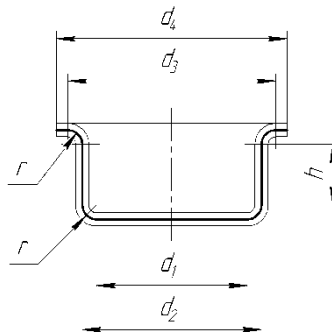


Рисунок 2.2 - Середня лінія деталі

Находимо D [2, с.121]:

$$D = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi \cdot r(d_1 + d_2) + 4\pi \cdot r^2 + d_4^2 - d_3^2} \quad (2.3)$$

де $d_1 = 20,3$ мм;

$d_2 = 24,1$ мм;

$d_3 = 27,9$ мм;

$d_4 = 31$ мм;

$r = 1,9$ мм;

$h = 8,2$ мм.

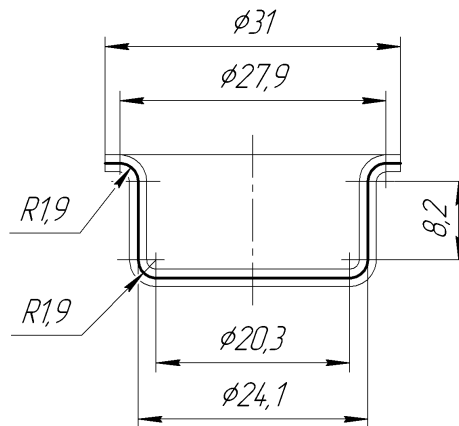


Рисунок 2.3 – Середня лінія деталі

Підставимо значення в формулу (2.3)

$$D = \sqrt{20,3^2 + 4 \cdot 24,1 \cdot 8,2 + 2 \cdot 3,1416 \cdot 1,9 \cdot (20,3 + 24,1) + 4 \cdot 3,1416 \cdot 1,9^2 + 31^2 - 27,9^2} = 44,28 \text{ мм}$$

$$D = 44,3 \text{ мм.}$$

Підставимо значення в формулу (2.1)

$$D_3 = D + b = 44,3 + 3,4 = 47,7 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр заготовки $D_3 = 50 \text{ мм}$.

2.2.2. Розкрій листового матеріалу

Економія металу та зменшення відходів у холодному штампуванні має дуже важливе значення, особливо у великосерійному виробництві та масовому, так як при великих масштабах виробництва навіть незначна економія металу на одному виробі дає в результаті велику економію. Економія металу в холодному штампуванні досягається шляхом:

- 1) найбільш доцільного розкрою листів на штучні заготовки або смуги з найменшими відходами;
- 2) найбільш економічного розкрою смуг і розташування деталей, що вирізуються на смузі;
- 3) зменшення втрат металу на перемички;
- 4) застосування безвідходного та маловідходного розкрою;
- 5) підвищення точності розрахунку розмірів заготовок та зменшення припусків на обрізку;
- 6) використання відходів виготовлення інших деталей;
- 7) попередження шлюбу деталей, що штамкуються, а також зниження норми втрат при налагодженні та установці штамів та ін.

Вибираємо тип розкрою для послідовної витяжки – тип прямий, однорядний.

Розкрій характеризується коефіцієнтом використання матеріалу (КВМ)

$$\eta = \frac{F_{ДЕТ}}{F_{ЗАГ}} \cdot 100\%, \quad (2.4)$$

де η - коефіцієнт використання матеріала;

$F_{ДЕТ}$ - площа поверхні деталі;

$F_{ЗАГ}$ - площа поверхні заготовки.

Розрахунок розкрою матеріалу.

Вихідні дані:

форма деталі – кругла;

діаметр заготовки – 50 мм;

величина перемичок

$a = 2,5-3,0$ [2, с.169, таб.63];

$b = 2,0-2,5$ [2, с.169, таб.63];

$a = 2,5$ мм, $b = 2$ мм.

Розкрій зі стрічки

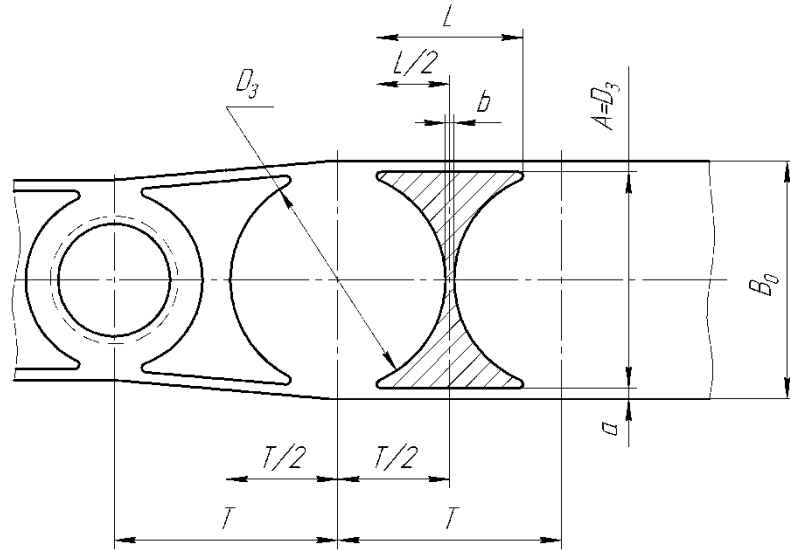


Рисунок 2.4 – Розкрій стрічки

$$L = (0,6-0,7)D_3 \quad (2.5)$$

Ширина стрічки буде дорівнювати

$$B_0 = D_3 + 2a \quad (2.6)$$

$$B_0 = 50 + 2 \cdot 2,5 = 55\text{мм}$$

Шаг стрічки буде дорівнювати

$$T = D_3 + b \quad (2.7)$$

$$T = 50 + 2 = 52\text{мм}$$

Підставимо дані в формули (2.6-2.7).

Ширина стрічки буде дорівнювати

$$B_0 = 50 + 2 \cdot 2,5 = 55\text{мм}$$

Крок деталі будет дорівнювати

$$T = 50 + 2 = 52\text{мм}$$

Призводимо розрахунок КВМа на ПК для кожного розміру і типу листа. Результат записуємо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розкрій листового матеріала та КВМ

Тип розкрою	Розмір листа	600x1200	800x1600	1000x2000	1500x3000	2000x4000
Поздовжній		62,7%	64,4%	67,2%	67,2%	67,2%
Поперечний		63,0%	66,7%	67,2%	67,0%	67,2%

Аналізую данні розрахунків КВМу при розкрої листа та стрічки, робимо висновок, що ефективний розрй виходить зі стрічки шириною 55мм з кроком подачі 52мм.

2.2.3. Розрахунок технологічного процесу

Витяжку проектуємо з притиском на першому переході, тому що притиск забезпечує кращу якість зрізу, а також запобігання утворенню гофру при витяжці.

Так як $H/D < 1$, отже, витяжна операція буде одна, а так як радіуси закруглень деталі набагато менші за товщину $r < s$, то будуть введені операції «калібрування» для зменшення радіусів закруглення без зміни габаритів заготовки.

Допустимі коефіцієнти витяжки (залежно від відносної товщини $(S/D) \cdot 100\%$ та відношення d_ϕ / d_1): [2, с.170, табл.66, 68]:

$$m_1 = 0,47$$

$$m_2 = 0,73$$

$$m_3 = 0,75$$

Для того, щоб провести більш плавну витяжку деталі, діаметр заготовки буде змінюватися на 1-й та 2-й витяжних операціях.

Визначаємо розміри напівфабрикатів із переходів.

Знаходимо діаметри

$$d_1 = D_3 \cdot m_1 \quad (2.8)$$

Підставимо данні в формулу (2.8)

$$d_1 = 50 \cdot 0,56 = 27,36 = 27,8\text{мм}$$

$$d_2 = d_1 \cdot m_2 \quad (2.9)$$

Підставимо дані в формулу (2.9)

$$d_2 = 27,8 \cdot 0,867 = 24,11 = 24,1\text{мм}$$

$$d_3 = d_2 \cdot m_3 \quad (2.10)$$

Підставимо дані в формулу (2.10)

$$d_3 = 24,1 \cdot 1,0 = 24,1 \text{ мм}$$

Відносна глибина першої витяжки $h_1/d_1 = 0,58$, [2, с.170, табл.67],
приймаємо $h_1 < 16,1$.

Радіуси закруглення матриці та пуансона при витяжці:

$$r_{m1} = 5,4 \text{ [2, с.226, табл.87];}$$

$$r_{m2} = (0,6-0,7) r_{m1} = 3,3 \text{ [2, с.172, табл.71];}$$

$$r_{m3} = 1 \text{ [2, с.172]}$$

$$r_{п1} = 3,6 \text{ [2, с.226, табл.87];}$$

$$r_{п2} = (0,6-0,8) r_{п1} = 2,4 \text{ [2, с.228];}$$

$$r_{п3} = 1 \text{ [2, с.172].}$$

Розрахунок діаметра фланця з переходів

З формули

$$D = \sqrt{d_1^2 + 4d_2h + 2\pi \cdot r(d_1 + d_2) + 4\pi \cdot r^2 + d_4^2 - d_3^2} \quad (2.11)$$

знаходимо $d_4 = d_\phi$ та одержуємо

$$d_\phi = \sqrt{D_3 - d_1^2 - 2\pi \cdot r(d_1 + d_2) - 4d_2h - 4\pi \cdot r^2 + d_3^2} \quad (2.12)$$

I перехід (витяжка):

приймаємо $r_{m1} = r_{п1} = 5,5 \text{ мм;}$

$$d_1 = 15 \text{ мм;}$$

$$d_2 = 27,8 \text{ мм;}$$

$$d_3 = 40,6 \text{ мм;}$$

$$r = 6,4 \text{ мм;}$$

$$h = 0.$$

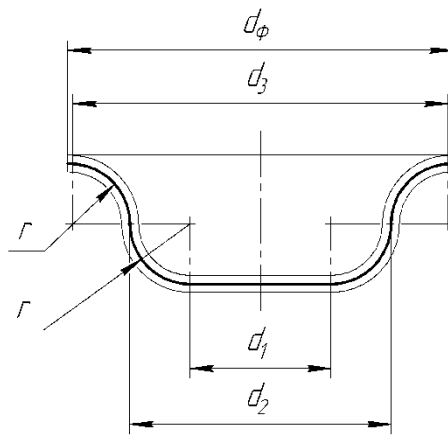


Рисунок 2.7 – Ескіз деталі на 1-му переході

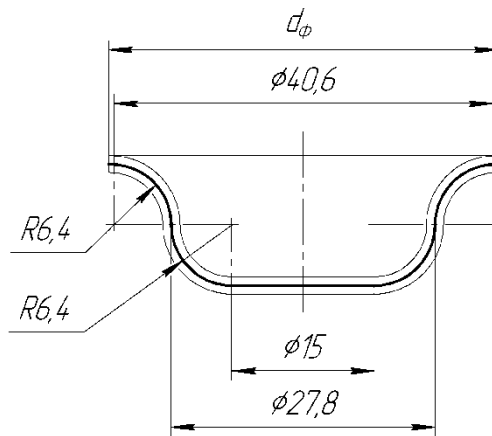


Рисунок 2.8 – Ескіз деталі на 1-му переході

Підставимо дані в формулу (2.12)

$$d_{\phi} = \sqrt{50 - 15^2 - 2 \cdot 3,1416 \cdot 6,4 \cdot (15 + 27,8) - 4 \cdot 27,8 \cdot 0 - 4 \cdot 3,1416 \cdot 6,4^2 + 40,6^2} = 41,1 \text{ мм.}$$

$$d_{\phi 1} = 41,1 \text{ мм.}$$

II перехід (витяжка):

приймаємо $r_{M1} = r_{П1} = 3,3 \text{ мм}$;

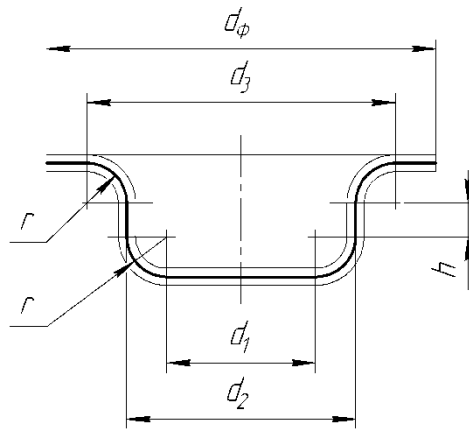


Рисунок 2.9 - Ескіз деталі на 2-му переході

$$d_1 = 15,7\text{мм};$$

$$d_2 = 24,1\text{мм};$$

$$d_3 = 32,5\text{мм};$$

$$r = 4,2\text{мм};$$

$$h = 3,6\text{мм}.$$

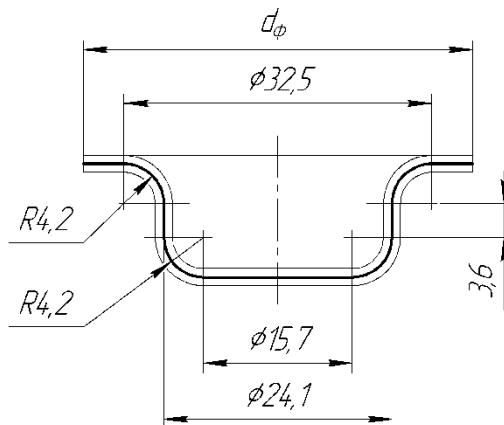


Рисунок 2.10 – Ескіз деталі на 2-му переході

Підставимо дані в формулу (2.12)

$$d_\phi = \sqrt{50 - 15,7^2 - 2 \cdot 3,1416 \cdot 4,2 \cdot (15,7 + 24,1) - 4 \cdot 24,1 \cdot 3,6 - 4 \cdot 3,1416 \cdot 4,2^2 + 32,5^2} = 41,12$$

$$d_{\phi 2} = 41,1 \text{ мм}$$

III перехід (витяжка):

приймаємо $r_{M1} = r_{П1} = 1 \text{ мм}$;

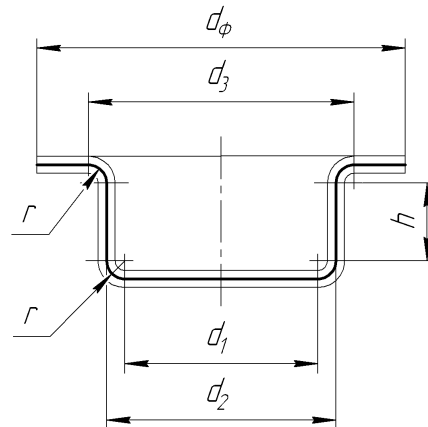


Рисунок 2.11 – Ескіз деталі на 3-му переході

$$d_1 = 20,3 \text{ мм};$$

$$d_2 = 24,1 \text{ мм};$$

$$d_3 = 27,9 \text{ мм};$$

$$r = 1,9 \text{ мм};$$

$$h = 8,2 \text{ мм}.$$

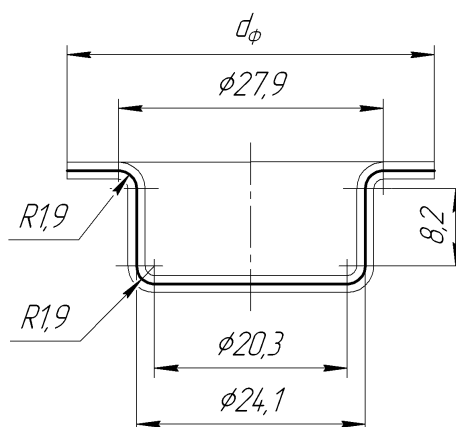


Рисунок 2.12 – Ескіз деталі на 3-му переході

Підставимо дані в формулу (2.12)

$$d_{\phi} = \sqrt{50 - 20,3^2 - 2 \cdot 3,1416 \cdot 1,9 \cdot (20,3 + 27,9) - 4 \cdot 27,9 \cdot 8,2 - 4 \cdot 3,1416 \cdot 1,9^2 + 27,9^2} = 38,74 \text{ мм}$$

$$d_{\phi 3} = 38,7 \text{ мм}$$

2.2.4. Розрахунок зусилля штамповки

Пробивання (надрізка стрічки):

$$P_1' = L s \sigma_{\text{ср}} \quad (2.13)$$

де L – периметр пробиваємого контура, мм;

s – товщина матеріалу, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – опір зрізу матеріалу, МПа.

$$L = 4 \cdot (l_1 + l_2 + l_3) \quad (2.14)$$

Підставимо дані у формулу (2.14)

$$L = 4 \cdot (16 + 2,74 + 29,4) = 192,6 \text{ мм}$$

Підставимо дані у формулу (2.13)

$$P_1' = 192,6 \cdot 1,8 \cdot 280 = 97,07 \text{ кН}$$

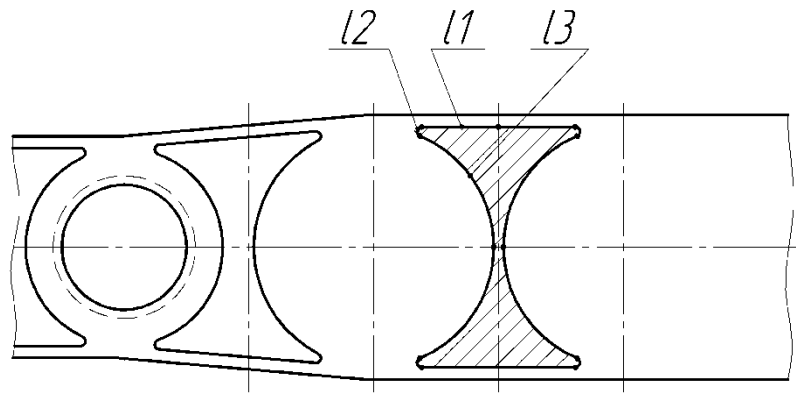


Рисунок 2.13 – Периметр пробиваемого контура

Зусилля зняття стрічки з пуансона

$$P_{\text{зн}} = k_{\text{зн}} \cdot P_1 \quad (2.15)$$

де $k_{\text{зн}}$ – коефіцієнт зняття з пуансона.

Підставимо дані в формулу (2.15)

$$P_{\text{зн}} = 0,12 \cdot 97,07 = 11,65 \text{ кН}$$

Сумарне зусилля пробивання

$$P_1 = 97,07 + 11,65 = 109,35$$

Витяжка I.

Зусилля витяжки визначаємо за формулою

$$P_2 = \pi d_1 s \sigma_{\text{в}} k_{\text{ф}} \quad (2.16)$$

де d_1 – діаметр полуфабриката на 1-му переході, мм;

s – товщина матеріала, мм;

σ_B – межа міцності матеріала, МПа;

k_f – коефіцієнт фланця.

Підставимо дані в формулу (2.16)

$$P_2 = 3,1416 \cdot 27,8 \cdot 1,8 \cdot 363 \cdot 0,84 = 47,94 \text{ кН}$$

Витяжка II.

Зусилля витяжки визначаємо за формулою

$$P_3 = \pi d_2 s \sigma_B k_2 \quad (2.17)$$

де k_2 – коефіцієнт для 2-го переходу.

$$P_3 = 3,1416 \cdot 24,1 \cdot 1,8 \cdot 363 \cdot 0,29 = 14,35 \text{ кН}$$

Витяжка III.

$$P_4 = \pi d_3 s \sigma_B k_3 \quad (2.18)$$

де k_3 – коефіцієнт для 3-го переходу.

$$P_4 = 3,1416 \cdot 24,1 \cdot 1,8 \cdot 363 \cdot 0,17 = 8,41 \text{ кН}$$

Вирубка ($\varnothing 31$)

$$P_5 = L s \sigma_{cp} = \pi d s \sigma_{cp} \quad (2.19)$$

де L – периметр пробиваємого контура, мм;
 s – товщина матеріала, мм;
 $\sigma_{\text{ср}}$ – опір спротиву матеріалу, МПа.

$$P_5 = 3,1416 \cdot 31 \cdot 1,8 \cdot 280 = 49,08 \text{ КН}$$

Зусилля зняття стрічки з пуансона

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P_5 \quad (2.20)$$

де $k_{\text{сн}}$ – коефіцієнт зняття з пуансона

$$P_{\text{зн}} = 0,12 \cdot 49,08 = 5,89 \text{ КН}$$

Сумарне зусилля вирубки

$$P_5 = 49,08 + 5,89 = 54,97$$

Прижим на витяжці I:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot [D_3^2 - (d_1 + 2r_m)^2] \cdot q \quad (2.21)$$

де D_3 – діаметр заготовки, мм;
 d_1 – діаметр полуфабриката на 1-му переході, мм;
 r_m – радіус закруглення матриці, мм;
 q – тиск прижиму, МПа;

Підставимо дані в формулу (2.21)

$$Q = \frac{3.1416}{4} \cdot [50^2 - (27,8 + 2 \cdot 5,5)^2] \cdot 0,23 = 179,66 \text{ кг} = 1,8 \text{ кН}$$

Прижим на витяжці II:

$$Q_2 = \frac{\pi}{4} \cdot [d_1 - (d_2 + 2r_m)^2] \cdot q \quad (2.22)$$

де d_1 – діаметр полуфабриката на 1-му переході, мм;

d_2 – діаметр полуфабриката на 2-му переході, мм;

r_m – радіус скруглення матриці, мм;

q – тиск прижиму, МПа;

Підставимо дані в формулу (2.22)

$$Q_2 = \frac{3,1416}{4} \cdot [27,8^2 - (24,1 + 2 \cdot 3,3)^2] \cdot 0,23 = -30 \text{ кг} = -0,3 \text{ кН} < 0$$

Отже, притиск на 2-й та послідовних витяжках не потрібен.

Зусилля для вибору обладнання розраховується, як сума зусиль витяжки та притиску

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + Q \quad (2.23)$$

Підставимо дані в формулу (2.23)

$$P_{\Sigma} = 109,35 + 47,94 + 14,35 + 8,41 + 54,97 + 1,8 = 236,85 \text{ кН}$$

$$P_{\Sigma} = 237 \text{ кН} = 23,7 \text{ т}$$

Визначемо роботу деформації

$$A = 0,7 \cdot P\Sigma \cdot H_{\max} \quad (2.24)$$

Підставимо дані в формулу (2.24)

$$A = 0,7 \cdot 237 \cdot 14,6 = 2422 \text{ Дж.}$$

2.2.5. Розрахунок центру притиску штампу

Для правильної врівноваженої роботи штампу необхідно всі переходи штампування розташувати таким чином, щоб центр тиску збігався з віссю хвостовика. Інакше у штампі виникають перекося, несиметричність зазору, знос напрямних, швидке притуплення ріжучих кромки, та був і поломка штампа. Існує два способи визначення центру тиску штампу: графічний та аналітичний.

Центр тиску знаходимо аналітичним способом. Цей спосіб заснований на рівності моменту рівнодіє кількох сил сумі моментів цих сил щодо однієї і тієї ж точки.

Вибираємо розташування точки О – на початку вирубної матриці

$$X = \frac{P_5 \cdot a + P_4 \cdot b + P_3 \cdot c + P_2 \cdot d + P_1 \cdot e}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5} \quad (2.25)$$

де X – відстань від точки О до центра притиску штампа С;

P_i – зусилля на i переході;

a, b, c, d, e – відстань від точки О до прикладених зусиль.

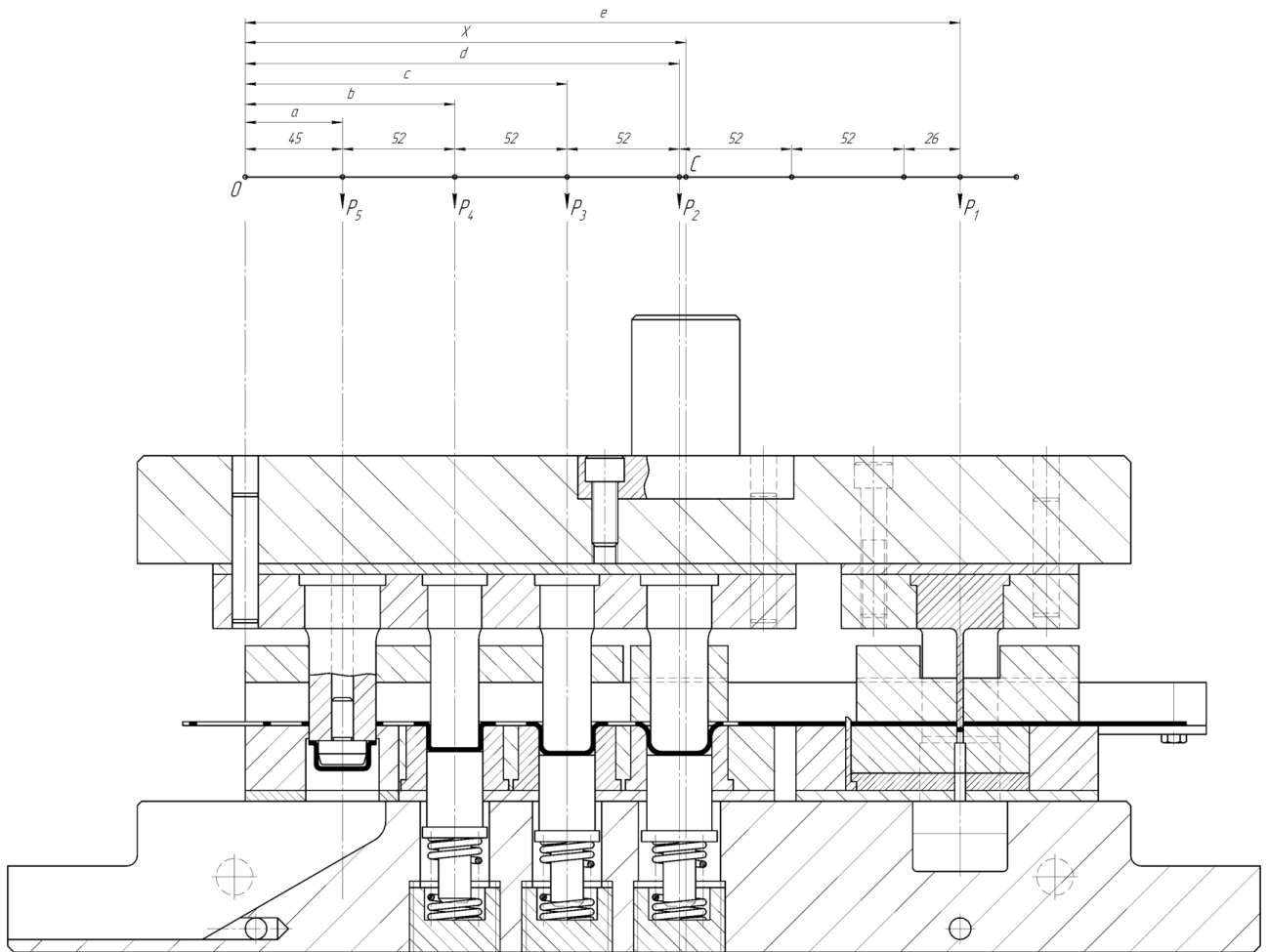


Рисунок 2.14 – Центр притиску штампа

$$a = 45 \text{ мм}$$

$$b = 45 + 52 = 97 \text{ мм}$$

$$c = 45 + 2 \cdot 52 = 149 \text{ мм}$$

$$d = 45 + 3 \cdot 52 = 201 \text{ мм}$$

$$e = 45 + 5 \cdot 52 + 52 / 2 = 331 \text{ мм}$$

Підставимо дані в формулу (2.16)

$$X = \frac{54,97 \cdot 45 + 8,41 \cdot 97 + 14,35 \cdot 149 + 49,74 \cdot 201 + 109,35 \cdot 331}{236,85} = 217,94$$

Приймаємо $X = 218$ мм

2.2.6. Вибір пресового обладнання

Дані для вибіра

$P > 237$ кН

$h_{\min} > 2,1 \cdot h_1 = 2,1 \cdot 14,6 = 30,7$ мм

$H_{\text{закр}} > 240$

Вибіраємо прес КД 2128

Параметри пресу:

Номінальне зусилля $P_n = 630$ кН;

хід повзуна $h = 10 \div 100$ мм;

закрита висота пресу $H_{\text{MAX}} = 260$ мм;

Для правильного вибору технологічного обладнання необхідно 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 цій операції штампу повинна забезпечуватися потужністю обладнання;
3. Розміри столу та закритої висоти штампу повинні забезпечити встановлення та закріплення штампу;
4. Величина ходу повзуна має відповідати технологічній операції;
5. Зручність та безпека обслуговування преса повинні відповідати вимогам техніки безпеки.

2.2.7. Конструювання та розрахунок штампа

Штампи для холодного листового штампування працюють у важких умовах, витримують високі навантаження від великих штампувальних зусиль. Також відбувається нагрівання деталей штампу від значних сил тертя металу за інструментом при формозміні. Щоб забезпечити стабільність роботи, а також економічність – обґрунтована стійкість інструменту має задовольняти вимоги:

1. Жорсткість та міцність;
2. Технологічність форми та розмірів деталей та вузлів штампу;
3. Уніфікація деталей, вузлів та надійність їх кріплення у штампі;
4. Можливість легкої та швидкої заміни робочих деталей штампу;
5. Надійне та просте центрування пуансону та матриці;
6. Можливість зручного завантаження заготовки та простота видалення деталі зі штампу;
7. Безпека роботи зі штампом.

На практиці часто зустрічаються двох, трьох і багатоопераційні штампи, що поєднують операції: вирубки з витяжкою, витяжки з обрізанням, пробивання отворів з відбортуванням, відрізки з гнучкою, вирізки-витяжки з пробивкою отвору.

При виконанні проекту було спроектовано штамп послідовної дії для послідовної витяжки у стрічці, представлений на рис.2.15.

Особливістю конструкції штампа є наявність у ньому зьомника-складкотримача на 1-й (надрізка стрічки) та 2-й (витяжка I) операціях, що діє від пружин, змонтованих на гвинтах у верхній частині штампа. Всі матриці виконані у вигляді окремих вставок (поз.14, 17, 18, 19, 27), встановлених у власники поз.16 та 25.

Стрічка спочатку операції подається між напрямною лінійкою і штифтами в область штампа до перекриття фасонного вікна матриці поз.27, і за перший удар проводиться надрізання кінця стрічки по профілю вирубного пуансона поз.11 потім стрічку просувають на крок і відбувається наступна операція і т.д. Точність подачі стрічки на крок 52мм забезпечується кліщовою автоподачею, приєднаною до штампа.

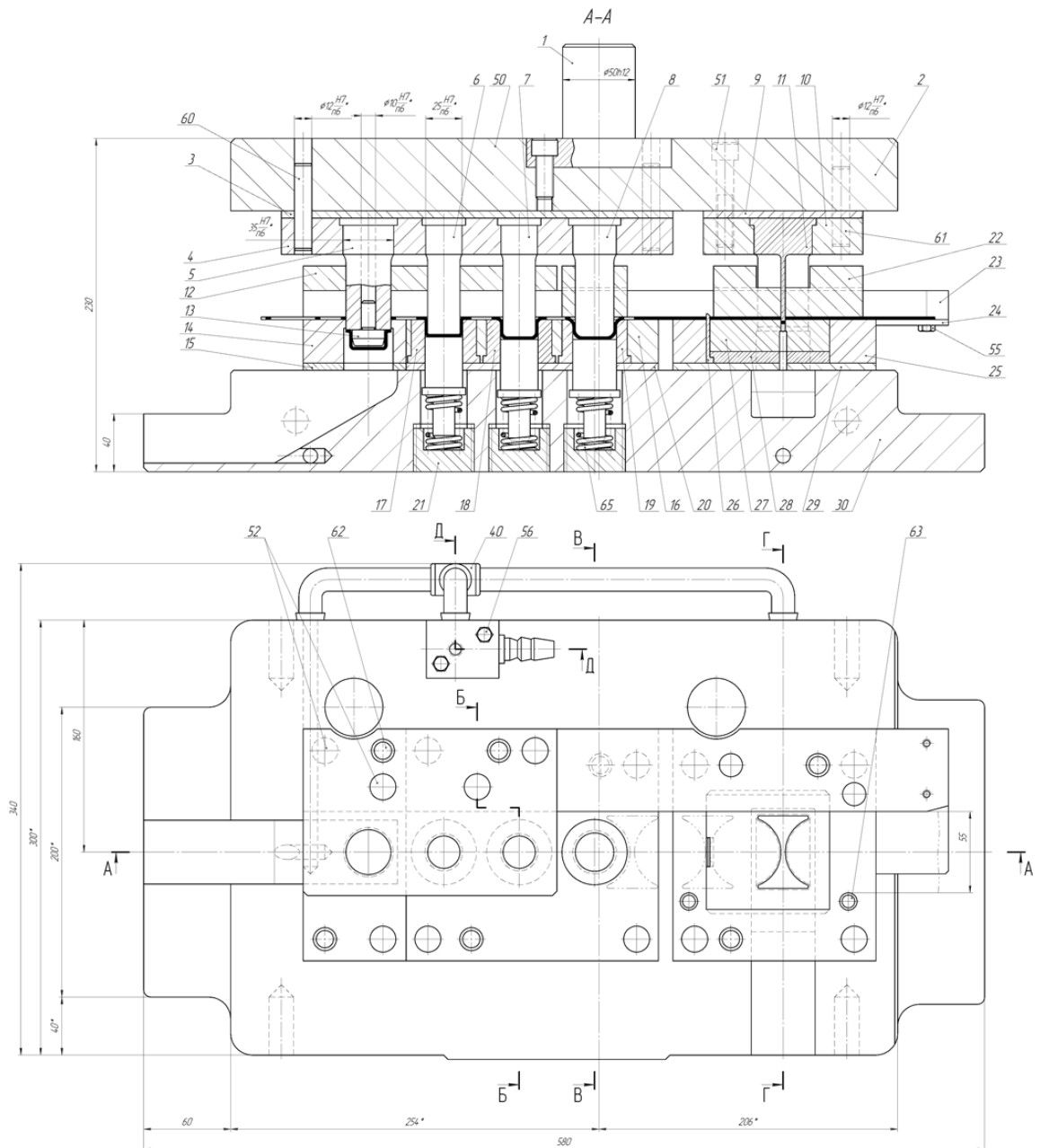


Рисунок 2.15 – Штамп послідовної дії для витяжки деталі «Футорка»

Для зняття напівфабрикатів на 2-й та 3-й витяжних операціях передбачено наявність нерухомого знімача (поз.12) у штампі.

Видалення відходу першої (пробивної) операції виконується на провал, потім здувається по склізу в тару. Готова деталь на останній операції вирубуеться на провал і, аналогічно до першої операції, видаляється по склізу зі штампю.

2.2.8. Конструювання та розрахунок на міцність робочих деталей штампя

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

Розрахунок витяжних пуансонів.

Пуансони слід перевіряти на зминання опорною поверхнею головки пуансона поверхні плити і на стиснення і поздовжній вигин пуансона в найменшому перерізі.

Для розрахунків беремо найменший діаметром витяжний пуансон, так як він зазнає більших навантажень, ніж інші витяжні пуансони.

Перевіримо витяжний пуансон на стиск

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{f}, \quad (2.26)$$

де P – технологічне зусилля, яке сприймається пуансоном;
f – площа робочої частини.

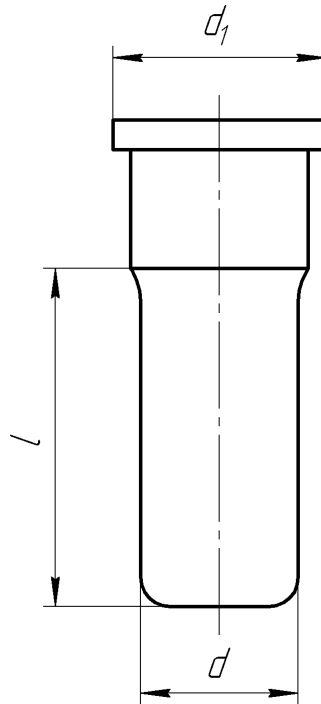


Рисунок 2.16 – Пуансон витяжний

$$f = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2.27)$$

Підставимо дані в формулу 2.17

$$\sigma_{сж} = \frac{P \cdot 4}{\pi d^2}$$

$$\sigma_{сж} = \frac{4794 \cdot 4}{3,14 \cdot 22,3^2} = 123 \text{ МПа}$$

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

Умова міцності виконується $\sigma_{сж} < [\sigma_{сж}]$.

Наш пуансон витримає навантаження.

Перевіримо витяжний пуансон на зминання

$$\sigma_{сМ} = \frac{P}{F}, \quad (2.28)$$

де P – технологічне зусилля, яке сприймається пуансоном;

F – площа опорної частини.

Підставимо дані у формулу (2.28)

$$\sigma_{CM} = \frac{P \cdot 4}{\pi d_1^2}$$

$$\sigma_{CM} = \frac{4794 \cdot 4}{3,14 \cdot 30^2} = 68 \text{ МПа}$$

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

Розрахуємо вільну довжину пуансона на поздовжній вигин

$$l_{MAX} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{n_0 \cdot P \cdot \mu^2}} \quad (2.29)$$

Підставимо дані у формулу (2.29)

$$l_{MAX} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 0,7 \cdot 10^4 \cdot 0,05 \cdot 22,3^4}{3 \cdot 4794 \cdot 0,7^2}} = 348 \text{ мм}$$

$$l_{MAX} > 1$$

Умова виконується, наш пуансон витримає навантаження.

Розрахунок вирубного пуансону.

Перевіримо вирубний пуансон на тиск, підставимо дані в формулу (2.27)

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

$$\sigma_{СЖ} = \frac{P \cdot 4}{\pi d^2}$$

$$\sigma_{СЖ} = \frac{5497 \cdot 4}{3,14 \cdot 31^2} = 72,8 \text{ МПа}$$

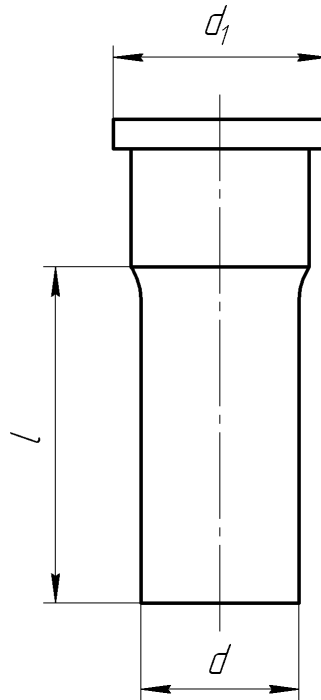


Рисунок 2.17 – Пуансон вирубний

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

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

Умова виконується, наш пуансон витримає навантаження.

Перевіримо витяжний пуансон на зминання

$$\sigma_{СМ} = \frac{P}{F}, \quad (2.30)$$

де P – технологічне зусилля, яке сприймає пуансон;

F – площа опорної частини.

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

$$\sigma_{СМ} = \frac{P \cdot 4}{\pi d_1^2}$$

$$\sigma_{СМ} = \frac{5497 \cdot 4}{3,14 \cdot 40^2} = 43,7 \text{ МПа}$$

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

Розрахуємо вільну довжину пуансона на поздовжній вигин

$$l_{\text{MAX}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{n_d \cdot P \cdot \mu^2}} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 0,7 \cdot 10^4 \cdot 0,05 \cdot 31^4}{3 \cdot 5497 \cdot 0,7^2}} = 628 \text{ мм} \quad (2.31)$$

$$l_{\text{MAX}} > 1$$

Умова виконується, наш пуансон витримає навантаження.

Розрахунок вирубної матриці.

Форма матриці визначається формою і розмірами деталі, що штампується. Розміри матриці можна визначити за емпіричними формулами, за табличними даними та теоретичними розрахунками, використовуючи формули Ляме.

Відповідно до літературних джерел [1] габаритні розміри матриці для вирубки контуру $\varnothing 31 \text{ мм}$, визначимо таким чином

$$A_{\text{MIN}} = B_{\text{MIN}} = d + (2,5 \div 4,0)H_M \quad (2.32)$$

де d - діаметр штампуємої деталі, мм;

A і B – розміри матриці, мм;

H_M - товщина матриці, мм.

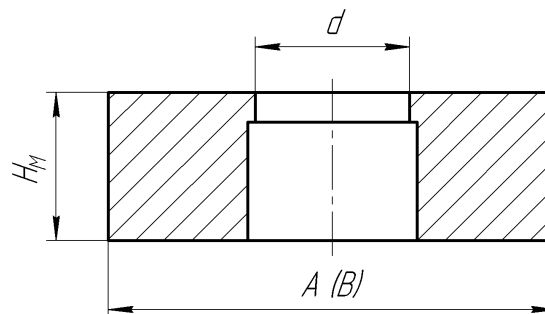


Рисунок 2.18 – Матриця вирубна

Товщину матриці [6] визначимо згідно таких формул

$$\begin{aligned} H_M &= S + K_M \sqrt{1,57D_{3AG}} + 7 \\ K_M &= (0,5 \div 2,0) \\ H_M &= 1,8 + 1 \cdot \sqrt{1,57 \cdot 50} + 7 = 17,6 \text{ мм} \end{aligned} \quad (2.33)$$

Залежно від вирубуваного контуру, висота матриці визначається за формулою

$$H_M = 0,35 \cdot D = 0,35 \cdot 31 = 10,85 \text{ мм} \quad (2.34)$$

Товщину матриці можна визначити і через зусилля P_D , кН

$$\begin{aligned} H_M &= \sqrt[3]{100P_D} \\ H_M &= \sqrt[3]{100 \cdot 54,97} = 17,65 \text{ мм} \end{aligned} \quad (2.35)$$

Товщину матриці округляємо до найближчого більшого значення та приймаємо $H_M = 18 \text{ мм}$.

Таким чином, габарити матриці будуть

$$A_{MIN} = B_{MIN} = 31 + 3 \cdot 18 = 85 \text{ мм}$$

Товщину матриці і товщину стінки матриці можна перевірити на міцність спеціальним розрахунком, заснованим на визначенні напруги, що виникають у небезпечному перерізі. Стінки прямокутної матриці випробовують розширювальне зусилля у вигляді нормального тиску P_p , що виникає від матеріалу, що деформується, в процесі різання. До цього тиску додається тиск торців деталі або відходу, що визначається вихідною заготовкою. Стінка матриці в момент різання зазнає максимального сумарного тиску:

$$P_{\text{ОБЩ}} = P_P + p_{\text{ТОР.М.}}, \quad (2.36)$$

$$P_P = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot D \cdot h_{\text{П}}} = \frac{0,3P_D}{\pi \cdot D \cdot 0,4S} = \frac{0,3 \cdot 5497}{3,14 \cdot 31 \cdot 0,4 \cdot 1,8} = 210 \text{ МПа}$$

де $p_{\text{ТОР.М.}} = 63 \text{ МПа}$ согласно [1].

Визначимо напругу на контактній поверхні в осьовому напрямку

$$\sigma_z = \frac{P_D}{\pi \cdot \left[\left(\frac{D+S}{2} \right)^2 - \left(\frac{D}{2} \right)^2 \right]} \quad (2.37)$$

$$\sigma_z = \frac{5497}{3,14 \cdot \left[\left(\frac{31+1,8}{2} \right)^2 - \left(\frac{31}{2} \right)^2 \right]} = 543 \text{ МПа}$$

$$\sigma_z < [\sigma_{\text{СЖ}}];$$

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

Визначимо нормальну напругу у радіальному напрямку

$$\sigma_r = -P_{\text{ОБЩ}} = -(21 + 6,3) = -273 \text{ МПа}$$

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

Визначимо нормальну напругу у тангенціальному напрямку

$$\sigma_{\tau} = P_{\text{общ}} \cdot \frac{\left(\frac{A_M}{2}\right)^2 + \left(\frac{D}{2}\right)^2}{\left(\frac{A_M}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2} \quad (2.38)$$

$$\sigma_{\tau} = 27.3 \cdot \frac{\left(\frac{85}{2}\right)^2 + \left(\frac{31}{2}\right)^2}{\left(\frac{85}{2}\right)^2 - \left(\frac{31}{2}\right)^2} = 55870/1566 = 357 \text{ МПа}$$

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

Таким чином, розміри матриці вибрано правильно.

Матрицю робимо складову з самої матриці, у вигляді вставки, і обойми, в яку вона буде вставлятися.

2.2.9. 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 W_D перерізу плити в напрямку розміру $A_{пл}$ отвору в підштампової плити преса можна орієнтовно визначити з виразу:

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{пл}}{[\sigma_{и}]}, \quad (2.39)$$

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

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

$[\sigma_H]=125\text{МПа}$ для сталі 35Л

За знайденим значенням моменту опору визначають потрібну товщину плити

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}}, \quad (2.40)$$

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

Підставимо дані у формулу (2.39)

$$W_D = 0,25 \cdot \frac{P \cdot A_{\text{пл}}}{[\sigma_H]} = 0,25 \cdot \frac{23700 \cdot 30}{1250} = 142,2 \text{ см}^3$$

Підставимо дані у формулу (2.40)

$$H_{\text{пл}} = 2,5 \sqrt{\frac{W_D}{A}} = 2,5 \sqrt{\frac{142,2}{30}} = 5,44 \text{ см} = 55 \text{ мм}$$

Отже, мінімальна товщина нижньої плити – 55 мм.

Товщину верхньої плити приймаємо на 10 мм менше ніж нижня – 45 мм.

2.2.10. Розрахунок виконавчих розмірів інструменту

1. Витяжка І.

Таким чином заданий внутрішній розмір деталі, то зазор робимо за рахунок матриці [2, с.233]

Виконавчий розмір пуансону

$$D_{\Pi} = (d_{\text{дет}}) - \delta_{\Pi} \quad (2.41)$$

$$D_{\Pi} = 26_{-0,013}$$

Виконавчий розмір матриці

$$D_{\text{М}} = (d_{\text{дет}} + 2 \cdot s + 2 \cdot a) + \delta_{\text{М}} \quad (2.42)$$

$$a = 0,21 \text{ [2, с.233, табл. 92]}$$

$$D_{\text{М}} = (26 + 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 0,21)_{+0,021} = 30,02_{+0,021}$$

2. Витяжка II.

Таким чином заданий внутрішній розмір деталі, то зазор робимо за рахунок матриці [2, с.233]

Виконавчий розмір пуансона

$$D_{\Pi} = (d_{\text{дет}}) - \delta_{\Pi} \quad (2.43)$$

$$D_{\Pi} = 22,3_{-0,013}$$

Виконавчий розмір матриці

$$D_{\text{М}} = (d_{\text{дет}} + 2 \cdot s + 2,5 \cdot a) + \delta_{\text{М}}$$

$$a = 0,21 \text{ [2, с.233, табл. 92]}$$

$$D_{\text{М}} = (22,3 + 2 \cdot 1,8 + 2,5 \cdot 0,21)_{+0,021} = 26,43_{+0,021}$$

3. Витяжка III.

Таким чином заданий внутрішній розмір деталі, то зазор робимо за рахунок матриці [2, с.233]

Виконавчий розмір пуансона

$$D_{\Pi} = 22,3_{-0,013}$$

Виконавчий розмір матриці

$$D_M = (22,3 + 2 \cdot 1,8 + 2 \cdot 0,21)_{+0,021} = 26,32_{+0,021}$$

$$a = 0,21 [2, \text{с.233б табл.92}]$$

4. Вирубка

$$D_M = (D_H - \Delta)^{+\delta_M} \quad (2.44)$$

$$D_{II} = (D_H - \Delta - z)_{-\delta_{II}} \quad (2.45)$$

де D_M, D_{II} - виконавчі розміри матриці та пуансону при вирубці;

D_H - номінальний розмір деталі, що вирубється ($D_M = 31$ мм);

Δ - допуск деталі;

δ_M, δ_{II} - допуски на виготовлення матриці та пуансон (по H7 и h6);

z – номинальный зазор.

Підставимо дані в формули (2.44-2.45)

$$D_M = (D_H - \Delta)^{+\delta_M} = (31 - 0,62)^{+0,025} = 30,38^{+0,025}$$

$$D_{II} = (D_H - \Delta - z)_{-\delta_{II}} = (31 - 0,62 - 0,1 \cdot 1,8)_{-0,025} = 30,2_{-0,025}$$

3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

Основним устаткуванням для листового штампування є кривошипні преси.

3.1. Опис конструкції і принципу дії пресу

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

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

Головний привід однокривошипний листоштампувальних 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 ексцентрикoвих або коленчатом валах.

Сучасні преса оснащуються дисковими гальмами встановленими на ексцентрикoвих 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, ексцентрікового 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, заблокована 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.

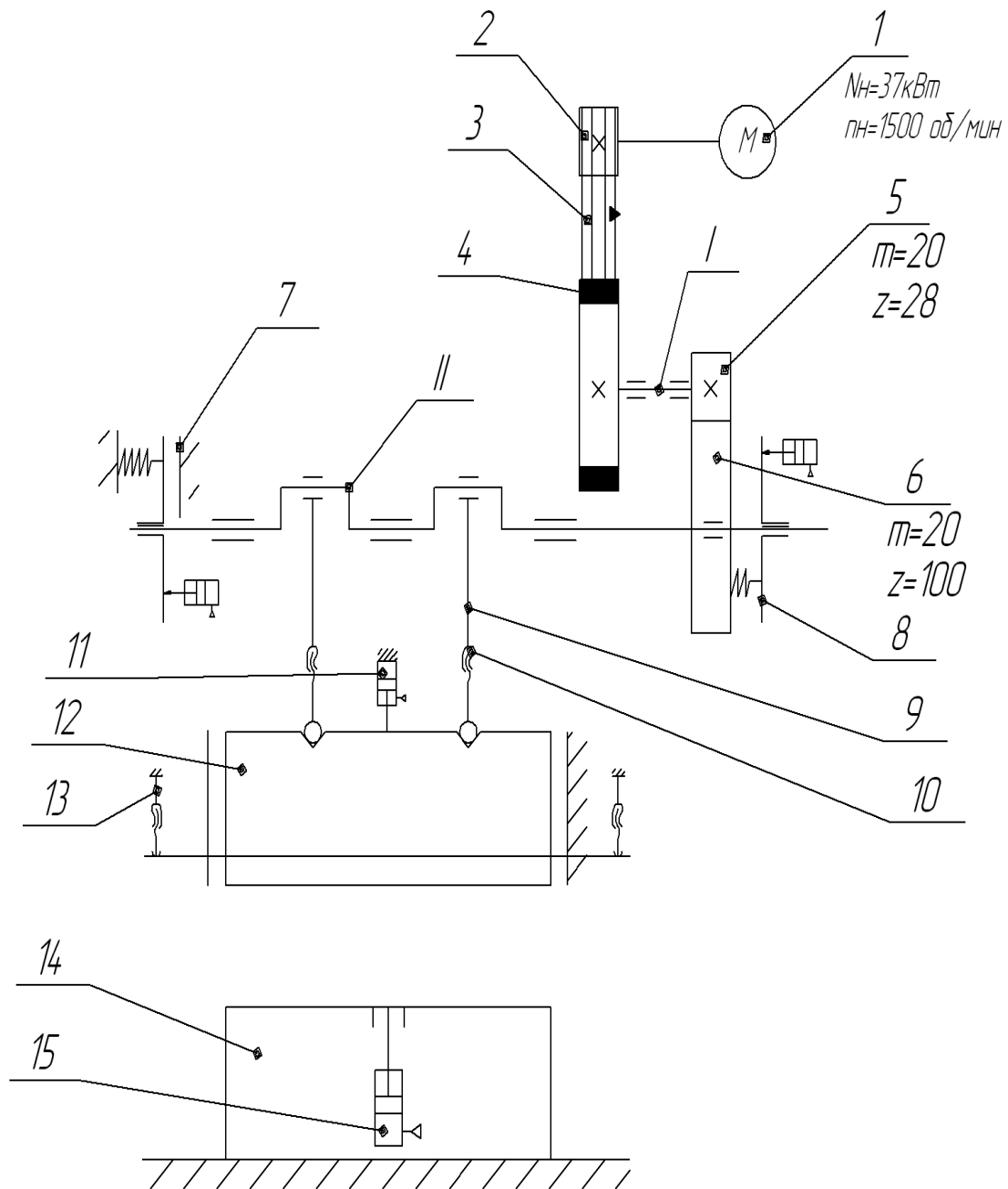


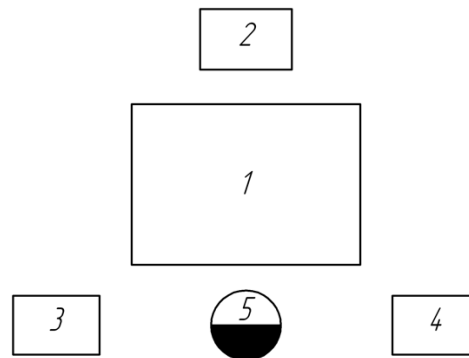
Рисунок 3.1 – Кінематична схема пресу

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 повзуна 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 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Відомо, що ділянка, що розраховується, повинна виконувати річну програму розміром в 12000 комплектів штампувань. Комплект – це набір деталей необхідних для виготовлення одного готового виробу, в нашому випадку це деталі на двигун літака АІ-20. Один комплект складається з 56 найменувань деталей, але оскільки деякі деталі необхідно виготовляти не в одиничному екземплярі, то комплект складатиметься з 107 деталей.

Оскільки номенклатура ділянки складається з 56 деталей, доцільно розрахунок виробничого устаткування вести укрупнено по спрощеному методу, наведеному в [6].

Вихідними даними для розрахунку є наступні дані базової ділянки – місця проходження переддипломної практики:

- річна програма $N_b = 12000$ комплектів;
- режим роботи цеху – дві зміни;
- кількість, типи і типорозміри базового устаткування;
- трудомісткість виготовлення одного комплекту деталей по всіх технологічних переходах.

Розраховуються всі витрати виробництва, які доводяться на одиницю продукції.

Собівартість одної деталі складається з наступних витрат:

- вартість матеріалу деталу;
- заробітна плата основних і допоможних робітників;
- затрати на виготовлення та експлуатацію штампів;
- затрати на силову електроенергію для технологічного обладнання;
- затрати на утримання та амортизацію обладнання;
- загальноцехові витрати.

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 (0,0218 кг) визначена в технологічному розділі. Норма витрат на виготовлення, з урахуванням КВМ розкрою 0,687, становить 0,032кг.

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

$$C_m = 153,4 \cdot 0,032 - 0,0102 \cdot 45,1 = 4,45 \text{ грн.}$$

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

Обладнання – прес кривошипний КД2128

$P_H = 630 \text{ кН}; h = 10 \dots 100 \text{ мм}; n = 120 \text{ мин}^{-1}, A_m = 0,24 \text{ кДж}$.

Штамповка в автоматичному режимі зі стрічки.

Штучний час на виготовлення деталі складає 0,073 хв.

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

штампувальник пресу 0,63 МН – 112.

Тоді основна заробітна плата буде

$$Z_{осн} = (0,073 \cdot 112) / 60 = 0,136 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата становить 10 % основної, тобто рівна 0,014 грн. нарахування на соціальне страхування складає 0,395 від основної платні, тобто 0,05 грн.

Таким чином затрати на заробітню плату в цілому становлять 0,2 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 0,4 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 0,63 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 0,63 МН – 980.

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

- прес 0,63 МН – 9870грн.

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 0,122 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	4,45	0,78
2. Основна зарплата основних робочих	0,136	0,02
3. Додаткова зарплата основних робочих	0,014	0,002
4. Відрахування на соц. заходи	0,05	0,009
5. Силова енергія і додаткові матеріали на технологічні цілі	0,604	0,106
6. Знос штамтів	0,264	0,046
7. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування	0,07	0,012
8. Загальновиробничі витрати	0,122	0,021
Всього	5,71	100

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

У розділі представлені основні заходи щодо охорони праці для «ділянки дрібного листового штампування механічного цеху».

5.1. Аналіз потенційних небезпек

Потенційною небезпекою для штампувача може бути:

– незадовільна організація робочого місця – що може бути пов'язане з нерациональним розташуванням технологічного устаткування, порушенням вимог ергономіки до робочих місць, безлистою робочої зони, що у свою чергу може привести до механічних травм, зниження працездатності і ефективності праці;

– можливість поразки електричним струмом, унаслідок порушення правил електробезпеки, несправності електроустаткування, що може привести до електричних травм або летального результату.

– тяжкість 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 і зниження працездатності.

– можливість отримання механічних травм – є основною небезпекою при холодного листового штампування.

До основних небезпек відносять:

– недосконалість конструкційних вирішень кріплення штампів на технічному устаткуванні, що може привести до травми робочих;

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

- одностосєчний прес з жорсткою муфтою, які іноді можуть викликати самоход повзуна.
- кривошипний прес, який має жорсткі кінематичні зв'язки. При їх перевантаженні може виникнути заклинювання повзуна, що приведе до травми рук;
- підвищення рівня шуму, є специфічним виробничим процесом і може привести до захворювань органів слуху.
- незадовільні параметри повітряного середовища у виробничих приміщеннях, унаслідок неефективної роботи або відсутності систем опалювання, повітрообміну, що може привести до зниження працездатності захворюванням загального характеру;
- незадовільне освітлення робочої зони пов'язане з виходом з ладу освітлювальних приладів, надмірною їх забрудненістю і може привести до погіршення здатності розрізняти предмети;
- можливість спалаху, унаслідок порушень правил пожежної безпеки, коротких замикань, що може привести до пожеж.
- неправильні дії персоналу в умовах надзвичайної ситуації унаслідок його незадовільної підготовленості, відсутності ефективного управління, може привести до паніки.

5.2. Заходи по забезпеченню безпеки

Для належної організації робочого місця, робочої зони передбачено: виконання вимог ергономіки згодне ГОСТ 12.2.061-81«ССБТ. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки до робочих місць» площа на одного робочого складає $4,5 \text{ м}^2$ висота робочої зони не менше $3,2 \text{ м}^2$ об'єм не менше 12 м^2 .

Для виключення поразки електричним струмом в проекті передбачені:

– організаційні заходи: проведення навчання по правилах електробезпеки, перевірка знань і атестації персоналу на другу або третю групу по електробезпеці, згідно НПОАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань по питаннях охорони праці», ДНАОП 1.1.10-1.01-2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

– технічні заходи: використання захисного заземлення згідно ПУЕ-2011 «Правила пристрою електроустановок», Пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації згідно ГОСТ 12.4.155-85 ССБТ «Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

Електробезпека в спроектованій ділянці відповідає вимогам НПОАОП 40.1-1.32-01. Згідно з ПУЕ «Правила пристрою електроустановок» спроектована ділянка 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 укладені в труби. Станини пресів, корпуси електродвигунів і інші металеві частини заземлені і занулені згідно з правилами, що діють.

Для мінімізації негативного впливу важкості і інтенсивності праці передбачено:

– застосування засобів механізації і автоматизації процесів;

– застосування оптимального розподілу часу праці і відпочинку, 10 хвилин на 1 годині.

Для виключення механічних травм при штампуванні в конструкції штампів повинні бути передбачені зазори безпеки між рухомими і нерухомими елементами штампів, величина зазорів не менше 25 мм при нижньому положенні повзуна.

Для безпечної подачі і видалення заготовок в штампі повинні бути передбачені технологічні отвори для зручного користування пінцетом.

Пристрій захисних огорож зони деформації, якщо це не заважає виконанню операцій, використання дворучного управління преса. Заходи безпеки відповідно вимогам ГОСТ 12.3.026 – 81 «Роботи ковальсько-пресові. Вимоги безпеки».

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 механічному цеху, згідно НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

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. Допустимі рівні звукового тиску згідно ДСН - 3.3.6-037-99, рівний 80 дБА.

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.

Для нормалізації параметрів повітряного середовища, рекомендовано використання механічної общеобменно припливно-витяжною у поєднанні з природній вентиляції.

5.3. Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці

До санітарно-гігієнічних умов відносяться:

- вимоги до освітленості робочих і службових приміщень;
- метеорологічні умови усередині будівлі і на робочих місцях;
- чистота повітря;

– обмеження шуму і вібрації.

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища у виробничому приміщенні вказаних в ГОСТ 12.01.005-88. ССБТ «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони» (табл.5.1.)

Таблиця 5.1 - Оптимальний рівень параметрів повітряного середовища

Період року	Температура °С	Відносна вологість %	Швидкість руху, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1-0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

У проєкті передбачені: пристрій системи водяного опалювання приміщення для забезпечення необхідної температури повітря в холодний період року у відповідності СНіП 2.04.05-91«Отопление, вентиляция і кондиціонування».

У приміщеннях, де немає викидів шкідливих речовин у великій кількості, для забезпечення необхідного повітрообміну в теплий період року, передбачений пристрій штучної механічної загальнообмінної вентиляції у відповідності ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ «Системи вентиляційні. Загальні вимоги», що підтверджується розрахунком.

Для повторній перевірці ефективності повітрообміну виконується розрахунок продуктивності природної вентиляції:

$$L = k \cdot V_{\text{п}} \text{м}^3/\text{год} \quad (5.1)$$

де k - кратність повітрообміну (відповідно до галузевих норм кратність повітрообміну в цеху складає $k = 2$);

$V_{\text{п}}$ – об'єм приміщення, м^3 .

Довжина приміщення $S=900 \text{ м}^2$

Висота приміщення $H=7 \text{ м}$.

Знайдемо об'єм приміщення

$$V_{\text{п}} = S \cdot h \quad (5.2)$$

$$V_{\text{п}} = 900 \cdot 7 = 6300 \text{ м}^3/\text{год}$$

При використанні природної вентиляції необхідно подати в цех $6300 \text{ м}^3/\text{год}$, підставимо дані в формулу (5.1)

$$L = 6300 \cdot 2 = 12600 \text{ м}^3/\text{год}$$

Продуктивність природної вентиляції $12600 \text{ м}^3/\text{год}$

Розрахувати необхідний повітрообмін в приміщенні, де не виділяється надмірне тепло.

$$L=l \cdot n, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.3)$$

де l – мінімальне подання повітря на одного працівник відповідно до санітарних норм (при обсязі приміщення, що припадає на одного працівника, до $20 \text{ м}^3 - l = 30 \text{ м}^3/\text{год}$, при об'ємі більше $20 \text{ м}^3 - l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$.)

Розміри приміщення $6 \times 7 \times 5 \text{ м}$, об'єм $V = 210 \text{ м}^3$.

Кількість працюючих – 18 чол.

Об'єм на 1 людину $11,6 \text{ м}^3$.

$$l = 30 \text{ м}^3/\text{час} .$$

$$L = 30 \text{ м}^3/\text{час} \cdot 18 = 540 \text{ м}^3/\text{час} .$$

У приміщенні, де не виділяється надмірне тепло необхідний повітрообмін складає: 540 м³/час

Для забезпечення необхідного рівня освітлення передбачені пристрої комбінованого освітлення згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення» по виконуваних роботах ділянка відноситься до V розряду. Як природне освітлення застосовується бічне освітлення, здійснюване через світлові отвори в зовнішніх стінах. Нормування освітлення складає не менше 200 лк. Для забезпечення нормального освітлення рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ потужністю 125-250 Вт, в світильники встановлюємо лампи типу РСП, як штучне освітлення на ділянці застосовується робоче, аварійне і евакуаційне освітлення.

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. Допустимі рівні звукового тиску згідно ДСН - 3.3.6-037-99, рівний 80 дБА.

5.4. Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки

Згідно СНіП 2.09.02-85 «Норм проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств» спроектована ділянка відноситься до категорії «Д» по пожежній безпеці. Ділянка дрібного штампування відповідно до категорії виробництва по пожежній небезпеці і вимог ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» відноситься до I класу пожежі.

На підставі ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» приймаємо вид автоматичного пожежного сповіщення залежно від призначення приміщення - світловий. Встановлюємо сигнально- пусковий блок Пспб-в невибухонебезпечного приміщення на відстані 500 м від извещателей. У блок

входять чотири извещателя дп-взг-1Р65. Також встановлюємо два ручних извещателя.

Причинами пожежі в цеху можуть бути коротке замикання в електричній системі, розливши і 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 углеродокислотним, 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 електричних систем, проводити щоденне прибирання робочих місць від змащувальних і обтиральних матеріалів, не дозволяти куріння в робочому приміщенні, а також проводити профілактичні роботи. У проектуваній ділянці відповідальним за проведення інструктажа по пожежній безпеці є майстер.

Одним з найбільш небезпечних чинників на виробництві є електричний струм. Будь-яка поразка електричним струмом, навіть на перший погляд незначне, може бути небезпечною, оскільки дія струму на внутрішні органи (серце, нервову систему) іноді виявляються не негайно ж, а декілька пізніше.

5.5. Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях

Джерелами небезпеки виникнення надзвичайних ситуації техногенного характеру є:

потенційно небезпечні об'єкти і 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;
наслідку військової або будь-якої екологічно небезпечної діяльності;
будь-які об'єкти, здатні створити загрозу виникнення аварії.

Забезпечення техногенної безпеки об'єкту господарської діяльності покладається на його керівника.

Забезпечення техногенної безпеки при проектуванні або будівництві об'єктів, будівель і споруд покладається на архітекторів, замовників, забудовників, а також проектні і будівельні організації.

Вимоги по дотриманню техногенної безпеки повинні відповідати нормам захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій, забезпеченню санітарно-епідеміологічного благополуччя, охорона того, що оточує середовища, екологічної, пожежної і промислової безпеки, охорони праці, а також вимогам національних стандартів.

З метою своєчасного виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах підвищеної небезпеки і здійснення сповіщення 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 сповіщення.

Таким чином, в розділі надані основні заходи щодо охорони праці для ділянки дрібного листового штампування механічного цеху:

Для належної організації робочого місця, робочої зони передбачено: виконання вимог ергономіки згодне ДСТУ 12.2.061-81«ССБТ. Устаткування виробниче».

Для виключення поразки електричним струмом в проекті передбачені:

Організаційні заходи: проведення навчання по правилах електробезпеки, перевірка знань і атестації персоналу на другу або третю групу по електробезпеці,

згідно НПАОП 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань по питаннях охорони праці», ДНАОП 1.1.10-1.01-2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

Технічні заходи: Використання захисного заземлення згідно ПУЕ-2011 «Правила пристрою електроустановок», Пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації згідно ДСТУ 12.4.155-85 ССБТ «Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

Для мінімізації негативного впливу тяжкості і інтенсивності праці передбачено: застосування засобів механізації і автоматизації процесів; застосування оптимального розподілу часу праці і відпочинку, 10 хвилин на 1 годині

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища виробничого середовища вказаних в ДСТУ 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 устаткування будинків і споруд. Природне і штучне освітлення», як природне освітлення бічне освітлення, здійснюване через світлові отвори в зовнішніх стінах. Як штучне освітлення в цеху застосовується робоче, аварійне і евакуаційне освітлення.

На ділянці дрібного листового штампування механічного цеху заходу безпеки відповідають ДСТУ 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 шумі, що створюється пресом при роботі. Також все устаткування ділянки вмонтовується на віброізоляційному фундаменті. Допустимі рівні звукового тиску згідно ДСН - 3.3.6-037-99, рівний 80 дБА.

Згідно СНіП 2.09.02-85 «Норм проектування. Виробничі будівлі промислових підприємств» спроектований цех відноситься до категорії «Д» по

пожежній безпеці. Ділянка дрібного штампування 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.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Завданням даного дипломного проектування була розробка технології холодного штампування деталі «Футорка» авіаційного двигуна АІ – 20.

Початковими даними до дипломного проектування були відомості зібрані в ході переддипломної практики на базовому заводі (АТ «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., Монятовский 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. 124 с.
22. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Москва : Машиностроение, 1979. 342 с.
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 _____ (А.В. Явтушенко)

Зав. кафедрою

Техн.контроль _____ (Ю.О. Бєлоконь)

_____ (Ю.О. Бєлоконь)

ТА	
----	--

ГОСТ 3.1118-82

Форма 1а

Дубл.														
Взам.														
Ориг.														

Розраб.	Клименко Д.			З Н У										
Перевір.	Явтушенко А.В.													
Т.контр	Явтушенко А.В.													

					Футорка							
--	--	--	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--

Н.контр.	Белоконь Ю.О.													
----------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

М 01	Лента 12X18N10T-1,8x55 ГОСТ 3680-70											
М 02	Код	ОВ	МД	ОН	Н.витр.	КВМ	Код загот.	Профіль і розміри	КД	МЗ		
		1	0,022	1		68,7%	Лист	1,8x55x64580	1	1,031		

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=25/3т или Q=10т																
	005 Штамповка														0,667	0,04	
	(надрізка, витяжка I, витяжка II, витяжка III, вирубка)																
	Пресс кривошипний К2126																
	На операцію 005 ленту подавати автоматично клещевою пневматичною автоподачею. Між операціями заготівля передається за рахунок перемички між полуфабрикатами. Відходи видаляються напровал. Готова деталь видаляється по склизу в тару.																
	010 Контроль																0,397
	Контроль першої деталі обов'язковий.																
	1. Перевірити деталь по зовнішньому виду – 0,5%																
	Эталон деталі – ЗНУ 720000 КТ																

18		
19		
КТІ	розкрою металу	

ГОСТ 3.1118-82

Форма 7

Дубл.										
Взам.										
Ориг.										
Розраб.	Клименко Д.			З Н У						
Перевір.	Явтушенко А.В.									
Т.контр	Явтушенко А.В.				Футорка					
Н.контр.	Белоконь Ю.О.									

				Футорка					
Н.контр.	Белоконь Ю.О.								

				Контролюємий параметр			Особливі вказівки Граничні відхилення розмірів: H14, h14, ±IT12/2													
				Номер розміру	Межові чи номінальн і значення	Вимірені значення														
				1	Ø25,9 _{-0,1}	25,85														
				2	13,8	13,7														
Контролюємий параметр				Дата і підпис																
Особливі вказівки			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">Таб. номер</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">викон авця</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">керівника ділянки</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">Контролера ОТК</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Таб. номер	викон авця	керівника ділянки	Контролера ОТК										
Таб. номер	викон авця	керівника ділянки					Контролера ОТК													
Найменування та позначення	Межові чи номінальн і значення	Вимірені значення																		
1. Перевірити						Контроль														
оглядом		подряпини	першої																	
відсутність	візуально	відсутні	деталі																	
подряпин на			обов'язковий																	
поверхнях																				
КВ	штампування																			