

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»  
Завідувач кафедри ММіР  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти  
на тему:  
**«Розробка оснащення для виготовлення деталі  
«Кожух»»**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу групи  
ПМ(ОТ)-21  
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,  
робототехніка і 3D-друк»  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
\_\_\_\_\_ Юрій ЗАВОДНОВ

Керівник роботи к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Віталій ШМЕЛЬОВ

Рецензент: к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Віктор Пукалов

Кропивницький 2025

Факультет	Центральноукраїнський національний технічний університет
Кафедра	Механіко-технологічний
Рівень вищої освіти	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Галузь знань	перший (бакалаврський)
Спеціальність	13 Механічна інженерія
Освітньо-професійна програма	131 Прикладна механіка
	Комп'ютерний інжиніринг технологій, робототехніка і 3D-друк

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ММР  
\_\_\_\_\_ Андрій ГРЕЧКА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ  
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
ЗДОБУВАЧА

Заводнова Юрія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух»

2. Керівник роботи: к.т.н., доцент, Віталій ШМЕЛЬОВ

3. Строк подання роботи до захисту « \_\_\_\_ » червня 2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи:  
Розробити оснащення для виготовлення деталі «Кожух»

Завдання:

- Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування
- Розрахувати розкрій металопрокату
- Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання
- Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кожух»
- Виконати технічне нормування.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	Травень 2025	
2	Основні розділи	Травень 2025	
3	ВИСНОВКИ	Червень 2025	
4	ДОДАТКИ	Червень 2025	
5	Графічна частина та оформлення	Червень 2025	

Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник роботи

Віталій ШМЕЛЬОВ

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Завдання прийнято до виконання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Здобувач

Юрій ЗАВОДНОВ

\_\_\_\_\_  
(підпис)

### Анотація

Юрій ЗАВОДНОВ. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух» : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. В. М. Шмельов ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2025. 33 с.

Кресленників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою даної роботи є розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух».

В роботі виконано розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування; розрахунок розкрою металопрокату; розрахунок технологічних зусиль за операціями; розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кожух»; виконано технічне нормування.

Практичне значення: розроблено удосконалений технологічний процес виготовлення деталі «Кожух», розроблено конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кожух», що дозволило знизити собівартість її виготовлення .

**штамп, пуансон, матриця, пуансон-матриця, кожух, переходи штампування, технологічний процес.**

### Annotation

Yurii ZAVODNOV. Development of equipment for the manufacture of the "Housing" part. : qualifying bachelor's thesis: speciality 131 Applied mechanics / scientific director A. R. Aparakin; Central Ukrainian National Technical University - Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 33 p.

Drawings - a total of 3 sheets of A1 format.

The purpose of this work is to develop equipment for the manufacture of the "Housing" part.

The work includes the calculation of the geometric parameters of the workpiece for stamping transitions; calculation of the cutting of rolled metal; calculation of technological efforts for operations; development of equipment designs for the manufacture of the "Housing" part; technical standardization.

Practical significance: an improved technological process for the manufacture of the "Housing" part has been developed, equipment designs for the manufacture of the "Housing" part have been developed, which has allowed to reduce the cost of its manufacture.

**stamp, punch, matrix, punch-matrix, housing, stamping transitions, technological process.**

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Механіко-технологічний факультет  
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до кваліфікаційної роботи на тему:

**«Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух»»**

**КРБ.ПМ.25.07.12.00.00**

Виконав здобувач вищої освіти 4 курсу  
групи ПМ(ОТ)-21  
ОПП «Комп'ютерний інжиніринг технологій,  
робототехніка і 3D-друк»  
спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
\_\_\_\_\_ Юрій ЗАВОДНОВ

Керівник роботи к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Віталій ШМЕЛЬОВ

Кропивницький 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування.....	9
1.1. Характеристика об'єкту виробництва.....	9
1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Кожух»	10
Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух».....	26
2.1. Призначення штампа.....	26
2.2. Склад штампа.....	26
2.3. Принцип роботи штампа.....	26
2.4. Розрахунок виконавчих розмірів інструмента.....	27
ВИСНОВКИ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31
ДОДАТКИ.....	32

## ВСТУП

Холодне листове штампування – один з передових технологічних методів виробництва. Воно виділяється серед інших видів обробки металів, демонструючи переваги як в технічному плані, так і в економічному.

Найбільш виражений ефект від використання штампування досягається при комплексному підході до технічних питань на всіх етапах підготовки виробництва, починаючи від створення технологічних конструкцій чи форм деталей.

Розробка техпроцесів холодного листового штампування та проєктування штампів взаємопов'язані, хоча можуть виконуватись різними фахівцями. Технолог повинен мати ґрунтовні знання з конструкції штампів, а конструктор – володіти основами технології холодного штампування.

Штампування деталей шляхом виконання декількох окремих роздільних операцій часто економічно не вигідне. Тому широко застосовують методи суміщення операцій штампування, поєднуючи дві або більше зазначених деформацій та окремих операцій. Крім того, на виробництві використовуються складально-штампувальні операції, що базуються на деформаціях гнуття, формування, відсортування та інших.

Холодне листове штампування знайшло широке застосування в машинобудуванні та суміжних галузях. Найбільше поширення воно отримало в крупносерійному та масовому виробництвах, де великі обсяги випуску дають можливість використовувати більш сучасні, хоча й складніші та дорогі штампи. У наш час холодне листове штампування активно використовується і в дрібносерійному, та навіть в одиничному виробництвах.

Листове штампування – самостійний вид технології, що має ряд особливостей:

- високу продуктивність виготовлення деталей;
- техпроцес холодного листового штампування об'єднує операції з підготовки матеріалу, виготовлення заготовок (розрізання листів на смуги, смуг на штучні заготовки);
- деформуючі операції (роздільні, формозмінні);
- операції термічної обробки (проміжний відпал для зняття наклепу, отриманого при деформації металу);
- загартування та відпуск для надання необхідних властивостей);
- оздоблювальні операції (видалення задирок, промивання, фарбування, декоративне покриття тощо). У технології повинні бути передбачені і контрольні операції для перевірки розмірів та якості деталей.

Розробка техпроцесу листового штампування включає в себе аналіз технологічності деталі (вивчення форми, співвідношення розмірів, обсягу випуску, штампованого матеріалу); визначення форми та розмірів заготовки; вибір методів і режимів термічної обробки; визначення операцій та переходів штампування; проектування штампів, вибір типу обладнання, засобів механізації та автоматизації.

З метою підвищення продуктивності, зменшення кількості різноманітних штампів і пресів замість роздільного штампування застосовується комбінований метод, що полягає в поєднанні декількох операцій в одному штампі. Об'єднання операцій можливе або в штампах послідовної дії, де всі необхідні операції виконуються послідовно в напрямку подачі смуги або штучної заготовки протягом кількох ходів преса, але при сталому режимі, за кожен хід преса виходить готова деталь, або в штампах суміщеної дії, де всі операції виконуються послідовно або одночасно у напрямі переміщення пресного пресу. У деяких випадках об'єднання

операцій здійснюється за обома принципами: на початку процесу – послідовним штампуванням, а наприкінці – поєднаним.

Листове штампування забезпечує високу економічну ефективність виготовлення деталей, точність виготовлення великих партій деталей з однаковими розмірами, тому тематика роботи є актуальною.

Мета роботи: розробити оснащення для виготовлення деталі «Кожух».

Для реалізації мети роботи необхідно виконати наступні *завдання*:  
Розрахувати геометричні параметри заготовки за переходами штампування;  
Розрахувати розкрій металопрокату; Розрахувати технологічні зусилля за операціями штампування та вибрати обладнання; Розробити конструкції оснащення для виготовлення деталі «Кожух»; Виконати технічне нормування.

## Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування

### 1.1. Характеристика об'єкту виробництва

Сівалка СУПН - 8 (рис. 1.1.) призначена для пунктирного посіву каліброваних і некаліброваних відсортованих насіннь кукурудзи, соняшника, буряка, сорго, а також насіннь кормових бобів, сої, квасолі, люпину та інших культур з одночасним, роздільним від насіннь внесенням мінеральних добрив і прикочуванням ґрунту в рядках.

Сівалки точного висіву забезпечують:

- посів на кінцеву густоту, крім застосування ручної праці при формуванні необхідного інтервалу між рослинами;
- пневматичні висівні апарати сівалок точного висіву знижують відсоток дроблення насіннь у 10 разів;
- за замовленням споживача сівалки оснащуються електронною системою контролю за технологічним процесом висіву, рівнем посівного матеріалу та туків в бункерах.

Таблиця 1.2 Технічна характеристика сівалки СУПН – 8

Показник	СУПН – 8
Ширина захвату, м.	5,6
Кількість рядків, шт.	8
Ширина міжряддя, см	45, 60, 70, 90
Робоча швидкість, км/год	6-7
Продуктивність, га/год	3,36 - 3,9
Ємність бункера, куб.дм: - для насіння - для добрив	161,6 180
Норма висіву: - для насіння, шт./п.м - для добрив, кг/га	2-32 50-250
Глибина висіву насіння, мм	40-120
Маса, кг	1450



Рисунок 1.1 Сівалка СУПН – 8

## 1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Кожух»

### Опис та технічна характеристика деталі

Деталь «Кожух» виконує функцію огорожування деталі, що обертається. Деталь навантажень не сприймає. Основною операцією при виготовленні деталі є штампування – витягування. В зв'язку з цим деталь доцільно виготовляти із м'якої листової сталі наступної марки:

Лист  $\frac{Б - ПН - 2,0 \text{ ГОСТ}19904-74}{5 - III - Г - 10 \text{ кн} \text{ ГОСТ}4041-71}$

Таблиця 1.1 Механічні та фізичні властивості матеріалу [1]

Матеріал	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_s$ , МПа	$\delta_{10}$ , %	$\gamma$ , г/см <sup>3</sup>
Сталь 10	420	270	28	7,85

## Вибір оптимального варіанту маршрутної технології

### I варіант (базовий):

1. Відрізування штаб від листа.
2. Вирубання по контуру.
3. Витягування деталі.
4. Пробивання отворів.

### II варіант (проектний):

1. Відрізування штаб від листа.
2. Вирубання, витягування та пробивання в штампі суміщеної дії.

Вибираємо II варіант, так як він дозволяє:

- скоротити дві операції;
- скоротити два штампа;
- вивільнити дві одиниці обладнання;
- вивільнити двох пресувальників;
- зменшити вартість використання деталі.

## Розрахунок геометричних параметрів деталі

Діаметр розгортки вихідної заготовки (рис. 1.2) [3]:

$$D = 1,13\sqrt{F} = 1,13\sqrt{\sum F_i}, \quad (1.1)$$

де  $F$  – площа поверхні деталі по середній лінії, мм<sup>2</sup>;

$$F = F_1 + F_2 + F_3, \quad (1.2)$$

де  $F_1$  – площа циліндра, мм<sup>2</sup>

$$F_1 = \pi d_1 h, \quad (1.3)$$

де:

$$d_2 = 116 + 0,5S = 116 + 0,5 \cdot 2 = 117 \text{ мм},$$

$$h = 28,6 - 2S - R = 35,5 - 2 \cdot 2 - 10 = 24,6 \text{ мм};$$

Тоді:

$$F_1 = \pi \cdot 117 \cdot 24,6 = 9037,55 \text{ мм}^2;$$

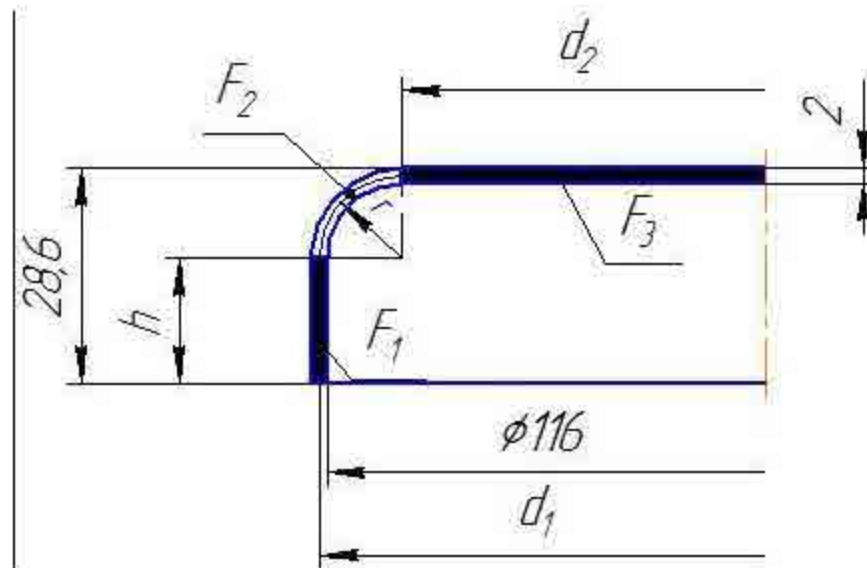


Рисунок 1.2 До розрахунку діаметру вихідної заготовки  $D$

$F_2$  – площа чверті сферичного кільця, яку визначаємо за формулою [3, с. 93]:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (2\pi d_2 r + 8r^2),$$

де:

$$d_2 = 116 + 2R = 116 - 2 \cdot 10 = 96 \text{ мм};$$

Тоді:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (2\pi \cdot 96 \cdot 11 + 8 \cdot 11^2) = 5965,75 \text{ мм}^2;$$

$F_3$  – площа круга,  $\text{мм}^2$ :

$$F_3 = \frac{\pi d_2^2}{4} = \frac{\pi \cdot 96^2}{4} = 7234,56 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$F = 9037,55 + 5965,75 + 7234,56 = 22237,86 \text{ мм}^2$$

$$D = 1,13\sqrt{F} = 1,13\sqrt{22236,6} = 168,5 \text{ мм}$$

Приймаємо  $D = 168,5$  мм.

### Можливість витягування деталі за одну операцію

Перевірка можливості витягування деталі за одну технологічну операцію визначаємо із умови:

$$m \geq [m_1], \quad (1.4)$$

де  $m$  – розрахунковий коефіцієнт витягування:

$$m = \frac{D_c}{D} = \frac{118}{168,5} = 0,7, \quad (1.5)$$

де  $D_c$  – середній діаметр витягнутої частини заготовки:

$$D_c = 116 + S = 116 + 2 = 118 \text{ мм};$$

$[m_1]$  – критичний коефіцієнт першого витягування.

При  $D/d = 168,5/118 = 1,43$  та  $S/D = 2/168,5 = 0,0119$ ,  $[m_1] = 0,52$  [3].

Як бачимо, умова (1.1) виконується, тому витягування деталі за одну технологічну операцію можливе.

## Розкрій листового прокату

Деталь “Кожух” виготовляється з листового прокату розмірами:

- довжина – 2000 мм;
- ширина – 1000 мм;
- товщина – 2 мм.

Розкрій листового прокату – повздовжній (рис.1.3).

Визначаємо Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta = \frac{F_{\circ} \cdot g \cdot 100}{F_{\pi}}, \quad (1.6)$$

де  $F_{\circ}$  – площа поверхні деталі (рис.1.4):

$$F_{\circ} = F_1 - 6F_2 - F_3; \quad (1.7)$$

$F_1$  – площа круга  $\varnothing 168,5$  мм:

$$F_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 168,5^2}{4} = 22287,92 \text{ мм}^2.$$

$F_2$  – площа круга  $\varnothing 9$  мм:

$$F_2 = \frac{\pi \cdot 9^2}{4} = 63,59 \text{ мм}^2;$$

$F_3$  – площа квадрата 25 мм:

$$F_3 = 25^2 = 625 \text{ мм}^2$$

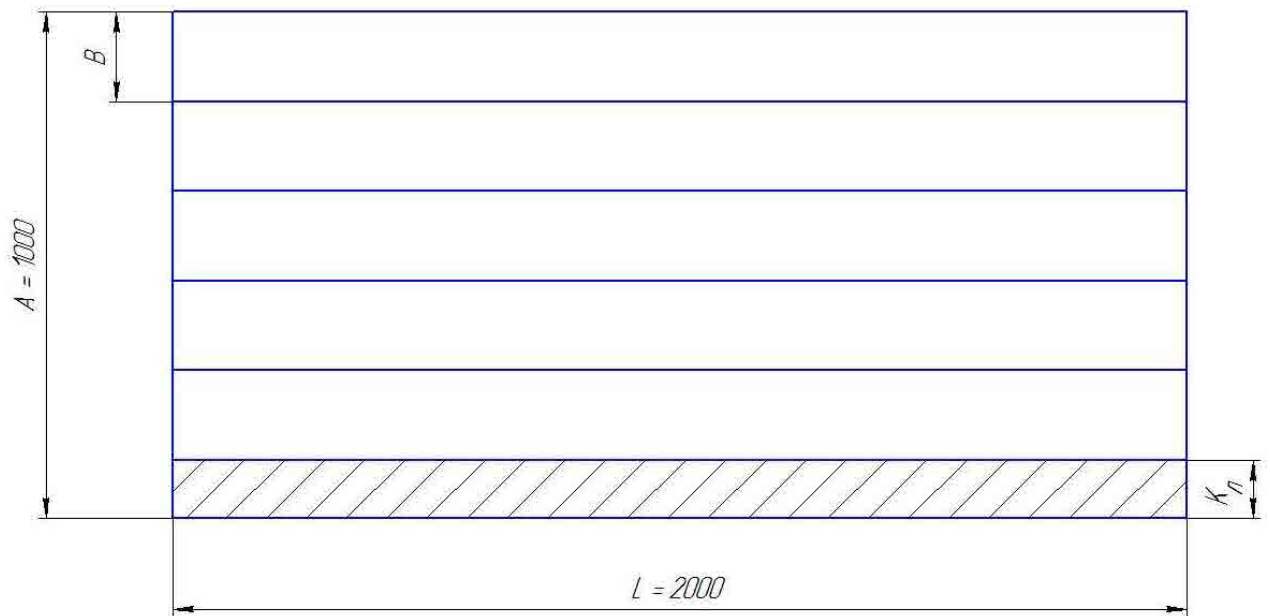


Рисунок 1.3 Схема розкрою листа

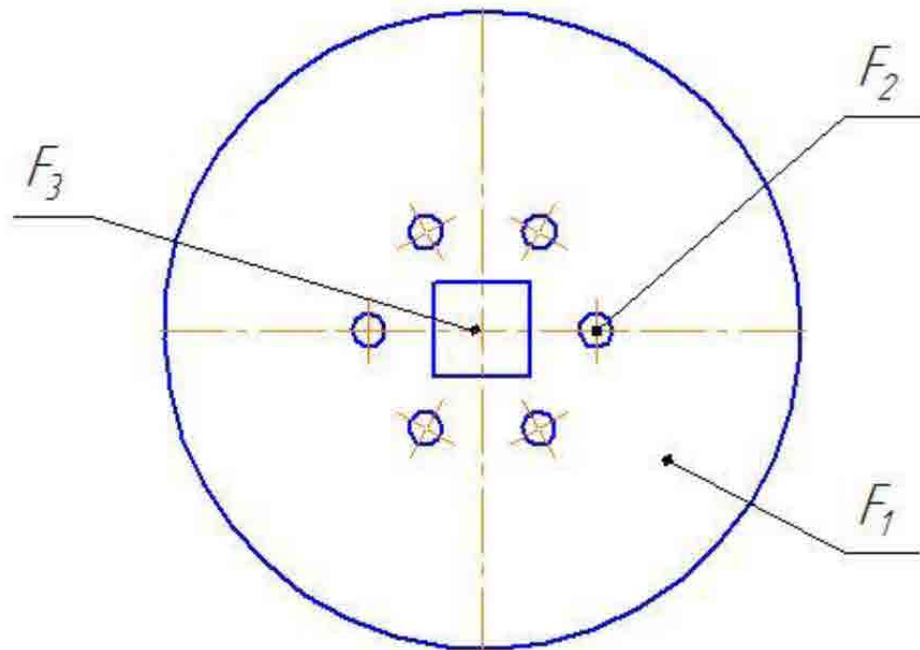


Рисунок 1.4 До розрахунку площ поверхні заготовки

Тоді:

$$F_0 = 22287,92 - 6 \cdot 63,59 - 625 = 21281,38 \text{ мм}^2,$$

$g$  – кількість деталей із листа, шт.:

$$g = n \cdot m, \tag{1.8}$$

де  $n$  – кількість деталей із штаби, шт. (рис.1.5):

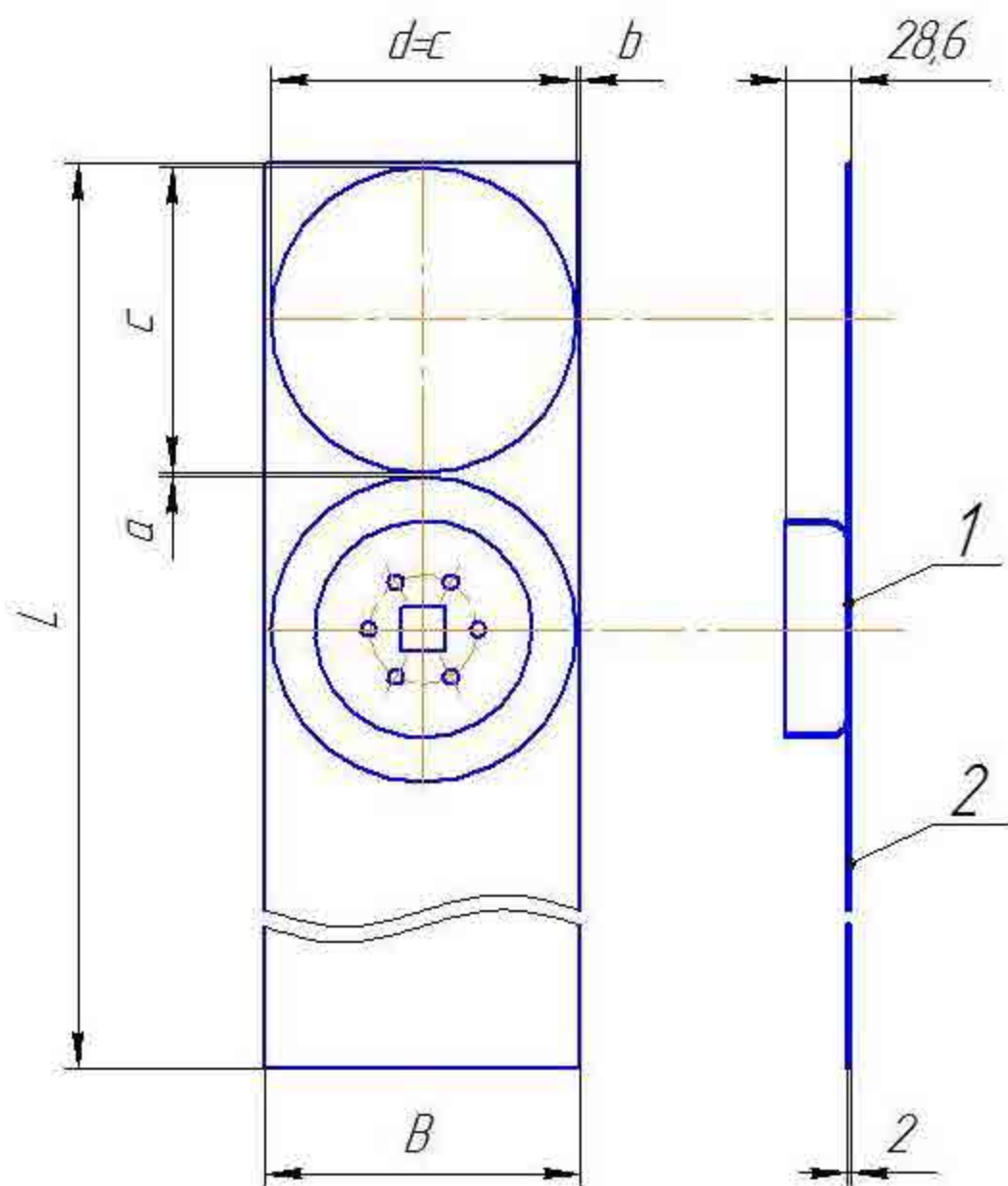


Рис.1.5. Схема розкрою штаби:

1-деталь; 2-штаба

$$n = \frac{L}{t}, \quad (1.9)$$

де  $t$  – крок штампування:

$$t = c + a, \quad (1.10)$$

$a$  – величина перемички.  $a = 2,0$  мм [2].

Тоді:

$$t = 168,5 + 2 = 170,5 \text{ мм};$$

$$n = \frac{1000}{170,5} = 11 \text{ шт.};$$

$m$  – кількість штаб із листа, шт.:

$$m = \frac{A}{B}, \quad (1.11)$$

де  $B$  – ширина штаби, мм:

$$B = B_p + 2\Delta u, \quad (1.12)$$

де  $B_p$  – розрахункова ширина штаби, мм:

$$B_p = c + 2b, \quad (1.13)$$

де  $b$  – величина перемички.  $b = 2,5 \text{ мм}$  [2].

$z$  – гарантований зазор між перемичками штамп та максимально можливою шириною штаби, мм.  $z = 2,5 \text{ мм}$  [2].

$\Delta u$  – однобічний допуск по ширині штаби, мм.  $\Delta u = 1,1 \text{ мм}$  [2].

Тоді:

$$B_p = 168,5 + 2 \cdot 2,5 = 173,5 \text{ мм};$$

$$B = 173,5 + 2 \cdot 1,1 = 176,7 \text{ мм}.$$

Приймаємо  $B = 177 \text{ мм}$ .

Тоді:

$$m = \frac{1000}{177} = 5 \text{ шт.}$$

Тоді

$$g = 11 \cdot 5 = 55 \text{ шт.}$$

Тоді:

$$\eta = \frac{21281,38 \cdot 55 \cdot 100}{2000000} = 58,5\%.$$

### **Визначення технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання**

#### Відрізання штаб від листа

Зусилля відрізання штаб від листа на гільйотинних ножицях [3]:

$$P = \frac{0,5S^2\sigma_s}{\operatorname{tg}\varphi}, \quad (1.14)$$

де  $S$  – товщина листа, мм.  $S = 2$  мм;

$\varphi$  – кут нахилу верхнього ножа відносно нижнього.  $\varphi = 3^\circ$ .

Тоді:

$$P = \frac{0,5 \cdot 2^2 \cdot 270}{\operatorname{tg}3^\circ} = 10305 \text{ Н.}$$

Вибираємо гільйотинні листові ножиці моделі НК 3416 [4].

#### Технічна характеристика

Найбільша товщина матеріалу, що розрізується, мм.....	4
Найбільша ширина листа, мм .....	2000
Число ходів ножа в хвилину .....	65
Кут нахилу рухомого ножа .....	$3^\circ$
Потужність привода, кВт .....	5,6
Габаритні розміри (b x l x h) над рівнем підлоги, мм .....	2700x1595x1500
Маса, т .....	3,2

Зусилля вирубання, витягування та пробивання в штампі суміщеної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_{\text{в}} + P_{\text{вит}} + P_{\text{пр}} + P_n + P_{\text{прощ}}, \quad (1.15)$$

де  $P_{\text{в}}$  – зусилля вирубання заготовки за контуром:

$$P_{\text{в}} = \kappa \cdot L \cdot S \cdot \sigma_s, \quad (1.16)$$

$\kappa$  – коефіцієнт притушення ріжучих кромek. Приймаємо  $\kappa = 1,3$ ;

$L$  – довжина периметру різа:

$$L = \pi D = 3,14 \cdot 168,5 = 529,09 \text{ мм}, \quad (1.17)$$

$S$  – товщина листа.  $S = 2 \text{ мм}$ .

Тоді:

$$P_{\text{в}} = 1,3 \cdot 529,09 \cdot 2 \cdot 270 = 185711 \text{ Н};$$

$P_{\text{вит}}$  – зусилля витягування [3]:

$$P_{\text{вит}} = \pi d_1 S \sigma_s \kappa_{\phi}, \quad (1.18)$$

$d_1$  – середній діаметр циліндричної частини деталі,  $d_1 = 118 \text{ мм}$ ;

$\kappa_{\phi}$  – коефіцієнт.

При  $d_{\phi} / d_1 = 120 / 118 = 1,02$  та  $m_1 = d_1 / D = 118 / 168,5 = 0,7$ ,  $\kappa_{\phi} = 0,56$  [3].

Тоді:

$$P_{\text{вит}} = 3,14 \cdot 118 \cdot 2 \cdot 420 \cdot 0,56 = 174292 \text{ Н};$$

$P_{\text{пр}}$  – зусилля притиску фланця при витягуванні [3]:

$$P_{\text{пр}} = Fq, \quad (1.19)$$

де  $F$  – площа поверхні притиску;

$$F = \frac{\pi}{4} (168,5^2 - 120^2) = \frac{3,14}{4} (28392,25 - 14400) = 10983,9 \text{ мм}^2;$$

$q$  – середній тиск притиску фланця при витягуванні.  $q = 2,5 \text{ Н/мм}^2$  [3]

Тоді:

$$P_{np} = 10983,9 \cdot 2,5 = 27459,8 \text{ Н};$$

$P_n$  – зусилля пробивання шести отворів діаметром 9 мм та одного квадратного отвору 25 мм;

$$P_n = \kappa \cdot (L_1 + L_2) \cdot S \cdot \sigma_s, \quad (1.20)$$

$L_1$  – периметр шести отворів діаметром 9 мм;

$$L_1 = 6\pi d = 6 \cdot 3,14 \cdot 9 = 169,65 \text{ мм};$$

$L_2$  – периметр отвору діаметром 25 мм;

$$L_2 = 4 \cdot a = 4 \cdot 25 = 100 \text{ мм}.$$

Тоді:

$$P_n = 1,3 \cdot (169,65 + 100) \cdot 2 \cdot 270 = 189294,3 \text{ Н};$$

$P_{прош}$  – зусилля прошовування відходів крізь вікна в матриці, [3]:

$$P_{прош} = K_{np} \cdot P_n \cdot n, \quad (1.21)$$

де  $K_{np}$  – коефіцієнт, що встановлює співвідношення між  $P_{прош}$  та  $P_n$ .

$$K_{np} = 0,1 \text{ [3];}$$

$n$  – кількість відходів у вікні матриці;

$$n = \frac{h}{S} = \frac{8}{2} = 4 \text{ шт.}$$

Зусилля проштовхування:

$$P_{\text{прот}} = 0,1 \cdot 189294,3 \cdot 4 = 75717,72 \text{ Н.}$$

Тоді зусилля штампування:

$$P = 185711 + 174292 + 27459,8 + 189294,3 + 75717,72 = 482104,82 \text{ Н} = 482 \text{ кН.}$$

Вибираємо однокривошипний двостояковий прес, що не нахилиється, з нерухожим столом моделі К2130 [6, с. 32-35].

#### Технічна характеристика

Номінальне зусилля, кН .....	1000
Хід повзуна, мм:	
мінімальний .....	25
максимальний .....	130
Число ходів повзуна в хвилину .....	80
Найбільша відстань між столом та повзуном в крайньому	
нижньому положенні, мм .....	400
Товщина нижньої плити, мм .....	100
Довжина плити стола, мм .....	850
Ширина плити стола, мм .....	560
Діаметр отвору під хвостовик, мм .....	60

#### Технічне нормування

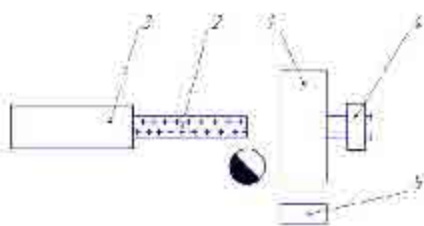
Результати технічного нормування операції відрізання штаб від листа на гільйотинних листових ножицях моделі НК 3416 зведено до таблиці 1.2.

Результати технічного нормування операції штампування в штампі суміщеної дії на пресі моделі К2130 наведено до таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 Карта технічного нормування

Операція: відрізування штаб від листа  
Деталь: "Кожух"

План-схема організації робочого місця



- 1 – листові ножиці;
- 2 – стіл із шаровими упорами;
- 3 – стілаж з листовим прокатом;
- 4 – ручний візок з ручним приводом;
- 5 – бункер для відходів.

Вихідні дані

Розмір листа – 2000x1000x2 мм

Тип муфти вмикання – фрикційна.

Площа листа – 2 м<sup>2</sup>.

Спосіб вмикання – педальне.

Кількість штаб із листа – 5 шт.

Число ходів ножиць в хвилину – 65.

Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний $T_o$	Допоміжний $T_d$	
			Перекрит.	Не перекрит.
Узяти лист із стопи, установити по задньому упору, відложити або проштговхнути заготовку за ножиці.	[5, с.93]			$\frac{10}{100 \cdot 5} = 0,02$
Продвинути лист до упора	[5, с.94]			$\frac{1 \cdot 4}{100 \cdot 5} = 0,008$
Увімкнути ножиці	[5, с.94]			0,015
Відрізати заготовку		0,017		
<b>Разом:</b>		0,017	-	0,043

Норма штучного часу

$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,017 + 0,043) \cdot 1,12 = 0,0672 \text{ хв}; \quad K = 1,12 [5]$$

Норма штучно-калькуляційного часу

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{п.з}}{n} = 0,0672 + \frac{15}{175} = 0,1529 \text{ хв};$$

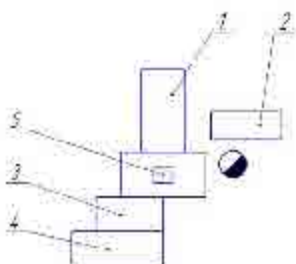
$n$  – кількість деталей в партії, шт.

$$\text{Норма виробітку } H_s = \frac{T_{зм}}{T_{ш.к}} = \frac{480}{0,1529} = 3139 \text{ шт./зм.}$$

Таблиця 1.3 Карта технічного нормування

Операція: вирубання, витягування, пробивання  
 Деталь: "Кожух"

План-схема організації робочого місця



- 1 – прес кривошипний;
- 2 – стіл із штабами;
- 3 – бункер для деталей;
- 4 – бункер для відходів;
- 5 – тара для дрібних відходів.

Вихідні дані

Розмір штаби – 177x2000x2 мм  
 Крок штампування – 170,5 мм  
 Кількість деталей із штаби – 11 шт.  
 Тип штампа – штамп сумщеної дії.

Зусилля пресу – 1000 кН  
 Кількість ходів у хвилину – 80.  
 Тип муфти вмикання – фрикційна  
 Спосіб видалення деталі – гачком

Найменування переходів	Література	Час на 1 штабу в хвилинах		
		Основний $T_o$	Допоміжний $T_d$	
			Перекрит.	Не перекрит.
Узяти штабу, піднести та встановити в штамп	[5, с. 79]	-	-	$\frac{0,08}{11}=0,073$
Увімкнути прес	[5, с. 21]	-	-	0,015
Штампувати деталь	[5, с. 23]	0,014	-	-
Вилучити деталь зі штампа гачком в бункер	-	-	-	0,1
Просунути штабу на крок	[5, с. 80]	-	-	$\frac{0,027 \cdot 10}{11}=0,0245$
Відкинути відхід штаби в бункер	[5, с. 89]	-	-	$\frac{0,016}{11}=0,014$
<b>Разом:</b>		0,014	-	0,2265

Норма штучного часу

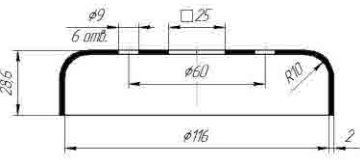
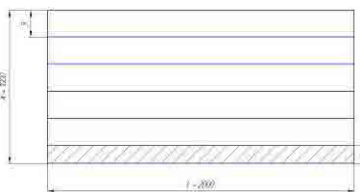
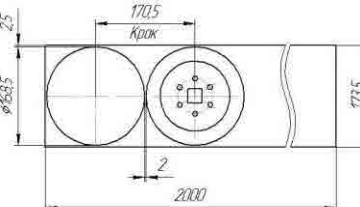
$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,014 + 0,2265) \cdot 1,12 = 0,2694 \text{ хв}; \quad K = 1,12 [5]$$

Норма штучно-калькуляційного часу

$$T_{ш.к} = T_{ш} + \frac{T_{п.з}}{n} = 0,2694 + \frac{15}{350} = 0,3123 \text{ хв};$$

$n$  – кількість деталей в партії, шт.

$$\text{Норма виробітку } H_g = \frac{T_{зм}}{T_{ш.к}} = \frac{480}{0,3123} = 1537 \text{ шт./зм}$$

<p>Ескіз деталі</p> 	Міністерство освіти і науки України		КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ					Карта №				
	Центальноукраїнський національний технічний університет		Деталь		Кожух					1		
	Кафедра "Машинобудування, мехатроніки і робототехніки"		Креслення		Кількість штук на виріб	4	Партія, шт.	3000	Кількість карт 1			
	Марка матеріалу		Сталь 10		Ширина штаби		177		Укладач			
	Довжина листа		2000		Товщина стрічки							
	Ширина листа		1000		Маса деталі		0,330		Студент	Група	Підпис	Дата
	Товщина листа		2		Норма витр. мат. на 1 дет.		0,569		Заводнов	ПМ(ОТ)-21		
	Кількість штаб із листа		5		Кількість дет. із рулону				Затверджено			
	Кількість дет. із штаби		11									
Кількість дет. із листа		55						Керівник		Підпис	Дата	
Коефі. викор. Матер., %		59,2						Шмельов В.М.				
Схема розкрою, операційні ескізи		№ операції		Найменування операції та переходів		Обладнання	Пристосування, шаблони	Інструмент	Норма часу, хв.	Спеціальність, розряд		
		10		Різання листа на штаби		Ножиці НК3416	Лінійка	Ножі	0,1529	Різальник III розряду		
		20		Вирубання, витягування і пробивання		Прес КД2130В	Штангенциркуль, шаблон	Штамп сумщеної дії	0,3123	Штампувальник III розряду		

## **Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Кожух»**

### **2.1. Призначення штампа**

Штамп суміщеної дії призначено для одночасного виконання операцій вирубання, витягування, пробивання центрального квадратного отвору 25 мм та шести отворів  $\varnothing 9$  мм в деталі «Кожух».

### **2.2. Склад штампа**

Штамп суміщеної дії складається із:

- нормалізованого блоку (поз. 1, 16) з діагональним розташуванням напрямних колонок (37, 38) та втулок (39, 40);
- матриці для вирубування (поз. 14);
- комбінованої пуансон-матриці (поз. 10), яка поєднує вирубний пуансон та витяжну матрицю;
- комбінованої пуансон-матриці (поз. 12), яка поєднує витяжний пуансон та матриці для пробивання;
- механізму виштовхування деталі із пуансон-матриці (поз. 10), який складається з виштовхувача (поз. 9), системи штовхачів (поз. 20), траверси (поз. 6) та штовхача (поз. 7);
- механізму притискання фланця деталі при витягуванні, який складається з притискач-виштовхувача (поз. 13) та пружин (поз. 15);
- пуансонотримачів (поз. 2, 3);
- знімача (поз. 11) та напрямних планок (поз. 18, 19).

### **2.3. Принцип роботи штампа**

Штаба подається штампувальником в штамп у щілину між вирубною матрицею 14 та знімачем 11 до грибкового упора 17. Для запобігання

поперечного переміщення штаби по дзеркалу штампа встановлено напрямні планки 18, 19. Після натиснення штампувальником на педаль вмикання муфти преса відбувається переміщення повзуна преса з верхньою частиною штампа до низу, на першому етапі вирубється за контуром заготовка деталі, на другому етапі відбувається витягування під постійним притиском фланця притискачем-виштовхувачем 13 і на третьому етапі відбувається пробивання пуансонами 5 та 8. Відходи від пробивання видаляються зі штампа крізь провальні отвори в пуансон-матриці 12 та нижній плиті 16.

При ході повзуна до гори здійснюється виштовхування деталі з матриці 12 на її дзеркало. При досягання повзуном крайнього верхнього положення спрацьовує верхній жорсткий виштовхувач преса, який діє на штовхач 7, траверсу 6 та систему штовхачів 20 виштовхувача 9, що виштовхує деталь з пуансон-матриці 10 та знімає з пуансонів 8, 5. Після чого деталь вилучається штампувальником із штампа гачком.

#### 2.4. Розрахунок виконавчих розмірів інструмента

Діаметр вирубної матриці  $D_m$  [1]:

$$D_m = (D_n - P_i)^{+\delta_m}, \quad (2.1)$$

де  $D_n$  – номінальний діаметр матриці.  $D_n = 168,5$  мм;

$P_i$  – припуск на знос інструмента в процесі роботи. Для  $\varnothing 168,5$  H12,

$P_i = 0,30$  мм;

$\delta_m$  – граничне відхилення виконавчого розміру матриці.  $\delta_m = 0,080$  мм.

Тоді

$$D_m = (168,5 - 0,30)^{+0,080} = 168,2^{+0,080} \text{ мм.}$$

**Діаметр вирубного пуансона  $D_n$**  розраховуємо за формулою [1]:

$$D_n = (D_m - Z)_{-\delta_n}, \quad (2.2)$$

де  $Z$  – двобічний зазор між матрицею та пуансоном.  $Z = 0,12$  мм [67];

$\delta_n$  – граничне відхилення виконавчого розміру пуансона.  $\delta_n = 0,080$  мм.

Тоді

$$D_n = (168,2 - 0,12)_{-0,080} = 168,08_{-0,080} \text{ мм.}$$

**Розмір пуансона  $a_n$**  для пробивання отвору 25 мм [1]:

$$a_n = (a_n + P_i)_{-\delta_n}, \quad (2.3)$$

де  $a_n$  – номінальний розмір пуансона.  $a_n = 25$  мм;

$P_i$  – припуск на знос інструмента в процесі роботи. Для 25 Н12,  $P_i = 0,17$  мм;

$\delta_n$  – граничне відхилення розміру пуансона. мм.  $\delta_n = 0,035$  мм.

Тоді

$$a_n = (25 + 0,17)_{-0,035} = 25,17_{-0,035} \text{ мм.}$$

**Розмір матриці  $a_m$**  для пробивання квадратного отвору 25 мм [1]:

$$d_m = (d_n + Z)^{+\delta_m}, \quad (2.4)$$

де  $Z$  – двобічний нормальний зазор між матрицею та пуансоном.  $Z = 0,12$  мм [1];

$\delta_m$  – граничне відхилення виконавчого розміру матриці.  $\delta_m = 0,035$  мм.

Тоді

$$a_m = (25,17 + 0,12)^{+0,035} = 25,29^{+0,035} \text{ мм.}$$

**Діаметр пуансона  $d_n$**  для пробивання отвору  $\varnothing 9$  мм [1]:

$$d_n = (d_n + P_i)_{-\delta_n}, \quad (2.5)$$

де  $d_n$  – номінальний діаметр пуансона.  $d_n = 9$  мм;

$P_i$  – припуск на знос інструмента. Для  $\varnothing 9$  Н12,  $P_i = 0,13$  мм;

$\delta_n$  – граничне відхилення діаметра пуансона. мм.  $\delta_n = 0,030$  мм.

Тоді

$$d_n = (9 + 0,13)_{-0,030} = 9,13_{-0,030} \text{ мм.}$$

Діаметр матриці  $d_m$  для пробивання отвору  $\varnothing 9$  мм розраховуємо за формулою [1]:

$$d_m = (d_n + Z)^{+\delta_m}, \quad (2.6)$$

де  $Z$  – двобічний нормальний зазор між матрицею та пуансоном.  $Z = 0,12$  мм [1];

$\delta_m$  – граничне відхилення виконавчого розміру матриці.  $\delta_m = 0,035$  мм.

Тоді

$$d_m = (9,13 + 0,12)^{+0,035} = 9,25^{+0,035} \text{ мм.}$$

## ВИСНОВКИ

1. Розроблено технологічний процес виготовлення деталей «Кожух» запропоновано виконати оптимізацію розкрою сортового металопрокату, скоротити дві операції; скоротити два штампа; вивільнити дві одиниці обладнання; вивільнити двох штампувальників; зменшити собівартість використання деталі.

2. Розроблено штамп суміщеної дії оригінальної конструкції для виготовлення деталі «Кожух».

3. Виконана робота по розробці деталювальних креслень складових штампового оснащення для виготовлення деталі «Кожух».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / Под общ. Ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с., ил.
2. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. Совет: Е. И. Семёнов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 - Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка / Под ред. Е. И. Семёнова, 1985. – 568 с., ил.
3. Романовский В. П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.
4. Живов Л. И., Овчинников А. Г. Кузнечно-штамповочное оборудование. Молоты. Винтовые и электрофизические машины. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Высш. школа, 1985.
5. Общемашиностроительные нормативы времени на холодную штамповку. Изд. второе, допол. и перераб. – М.: Машиностроение, 1964. – 123 с.
6. Справочник по оборудованию для листовой штамповки / Л. И. Рудман, А. И. Зайчук, В. Л. Марченко и др.; Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – К.: Техніка, 1989. – 231 с.
7. Боков В. М., Мірзак В. Я. Технологія холодного штампування. Курсове проектування. Листове штампування: Навчальний посібник. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ «Імекс-ЛТД», 2010. – 250 с.
8. Боков В.М. Технологія розмірної обробки дугою. Історичний нарис, верстати: навч. посібник. – Кропивницький, ПП «Ексклюзив-Систем», 2020. – 316 с.
9. Боков В.М. Технологія холодного штампування: підручник. – Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2021. – 213 с.
10. Боков, В. М. Витягування циліндричних деталей із не суцільного матеріалу / В.М. Боков, О.Ф. Сіса, І.І. Павленко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – Вип. 51. – С. 147-168.
11. Мажара В.А. Система автоматизованого проектування технологічного

- оснащення / В.А. Мажара, К.К. Щербина, А.М. Артюхов, С.А. Тененика, І.С. Шестаков // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – Вип. 54. – С. 12-23.
12. Шмельов, В. М. Оптимізація якісних характеристик поверхонь робочих деталей розділових штампів в умовах розмірної обробки електричною дугою / В.М. Шмельов // Загальнодержавний міжвідомчий науковотехнічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2014. –вип. 44, ч. I. – С. 170-176.
13. Шмельов, В. М. Електрична дуга як інструмент для розмірної обробки спряжених пар робочих деталей розділових штампів / В.І. Носуленко, В.М. Шмельов // Збірник наукових праць КНТУ /техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ Вип.25. Ч.1. Кіровоград: КНТУ 2012. – С. 140-144.
14. Шмельов, В. М. Особливості фізичного механізму електричної ерозії в умовах розмірної обробки електричною дугою спряжених пар робочих деталей розділових штампів / В.М. Шмельов // Збірник наукових праць КНТУ /техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ Вип.24. Ч.1. Кіровоград: КНТУ 2011. – С. 111-114.

# ДОДАТКИ