

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра “Машинобудування, мехатроніки і робототехніки”

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедри ММР
к.т.н., доцент
_____ Андрій ГРЕЧКА
« ____ » _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

**«Розробка оснащення для виготовлення деталі «Диск»»
«Development of equipment for the manufacture of the "Disk" part»**

Виконав здобувач вищої освіти 4-го
курсу групи ПМ(ОТ)-20
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна
механіка»

Телєвний Роман Русланович

Керівник роботи (вчений ступінь,
посада)

канд. техн. наук, доцент

Шмельов Віталій Миклайович

Рецензент:

канд. техн. наук, доцент

Пукалов Віктор Вікторович

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет	Механіко-технологічний
Кафедра	Машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма	Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ММР

_____ А. Гречка
«09» квітня 2024 р.

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

Телєвний Роман Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Керівник роботи: _____ канд. техн. наук, доц. Віталій ШМЕЛЬОВ

3. Строк подання роботи до захисту _____ 20.06.2024

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи

Розробити оснащення для виготовлення деталі «Диск»

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 «Диск»
- Виконати технічне нормування

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Вступ	15.04.2024	
2.	Характеристика об'єкта виробництва	16.04.2024	
3.	Розрахунок геометричних параметрів заготовки за переходами штампування	06.05.2024	
4.	Розрахунок розкрою металопродукту	10.05.2024	
5.	Розрахунок технологічних зусиль за операціями штампування та вибір обладнання	17.05.2024	
6.	Розробка конструкції оснащення	01.06.2024	
7.	Технічне нормування	04.06.2024	
8.	Оформлення пояснювальної записки	10.06.2024	
9.	Оформлення презентації роботи	19.06.2024	
10.	Здача роботи на кафедрі та перевірка наявності запозичень	20.06.2024	
11.	Захист кваліфікаційної роботи	25.06-30.06.2024	

Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ р.

Керівник роботи _____ Віталій ШМЕЛЬОВ
(підпис)

Завдання прийнято до виконання «_____» _____ 20__ р.

Здобувач вищої освіти _____ Роман ТЄЛЄВНИЙ
(підпис)

Анотація

Роман ТЄЛЄВНИЙ. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Диск». Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр», спеціальність 131 «Прикладна механіка», ОПП-«Прикладна механіка»: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024.

Метою роботи є розробка оснащення для виготовлення деталі «Диск».

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

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

Ключові слова: штамп, пуансон, матриця, пуансон-матриця, диск, переходи штампування, технологічний процес.

Annotation

Roman TIELIEVNYI. Development of equipment for the manufacture of the "Disk" part. Qualification work for the educational degree "Bachelor", specialty 131 "Applied Mechanics", EP - "Applied Mechanics": Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, 2024.

The purpose of the work is the development of equipment for the manufacture of the "Disk" part.

In the work, the geometric parameters of the workpiece are calculated according to the stamping transitions; calculation of cutting of rolled metal; calculation of technological efforts by operations; developed equipment designs for the manufacture of the "Disk" part; technical standardization has been carried out.

Practical significance: an improved manufacturing process of the "Disk" part was developed, equipment designs were developed for the production of the "Disk" part, which made it possible to reduce the cost of its production.

Key words: stamp, punch, matrix, punch-matrix, disk, transitions of stamping, technological process.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування.....	9
1.1. Характеристика об'єкту виробництва.....	9
1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Диск»	10
Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Диск».....	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
Додаток А. Ескіз деталі «Диск».....	33
Додаток Б. Штмп суміщеної дії.....	34
Додаток В. Деталі штампа.....	35

ВСТУП

Холодне листове штампування є одним із найбільш прогресивних технологічних методів виробництва. Воно має ряд переваг перед іншими видами обробки металів як в технічному, так і в економічному відношеннях.

Найбільший ефект від використання штампування може бути забезпечений при комплексному вирішенні технічних питань на всіх стадіях підготовки виробництва, починаючи зі створення технологічних конструкцій чи форм деталей.

Розробка технологічних процесів холодного штампування та проектування штампів нерозривно пов'язані між собою, хоча й можуть виконуватися різними особами. Технолог повинен добре знати конструкцію штампів, а конструктор повинен володіти основними технологічними знаннями щодо холодного штампування.

Штампування деталей шляхом виконання декілька окремих розділових операцій в більшості випадків економічно не вигідно, внаслідок чого звичайно застосовують методи комбінованого штампування, одночасно поєднуючи дві або декілька з вказаних деформацій та окремих операцій. Крім того, на виробництві використовуються складально-штампувальні операції, що засновані на використанні деформацій гнуття, формування, відсортування тощо.

Холодне листове штампування широко застосовується в машинобудівельній та інших галузях промисловості. Найбільше розповсюдження холодне штампування отримало в багатосерійному та масовому виробництвах, де великі масштаби випуску дозволяють використовувати технічно більш сучасні, хоча й більш складні та багато коштовні штампи. Ряд виробів масового виробництва та народного споживання виготовляється десятками та сотнями мільйонів штук в рік. В теперішній час холодне листове штампування широко використовується в дрібносерійному та навіть в одиничному виробництвах.

Розширення галузі використання холодного листового штампування, з одного боку, характеризується значним збільшенням габаритів деталей, що штампуються, до 10 м та більше, а з іншого боку – різким зменшенням розмірів – мініатюризацією деталей

Листове штампування є повноцінно самостійним видом технології, що має ряд особливостей:

- високою продуктивністю виготовлення деталей;
- можливістю отримання різноманітних за формою та розмірами напівфабрикатів та готових деталей;
- широка можливість автоматизації та механізації штампування у вигляді комплексів обладнання, що забезпечують виконання всіх операцій виробничого процесу в автоматичному режимі;
- можливістю виготовляти однакові деталі з високою точністю розмірів, без подальшої обробки.

Техпроцес холодного листового штампування поєднує 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 відпустка для надання необхідних властивостей); оздоблювальні операції (видалення задирок, промивання, фарбування, декоративне покриття та ін.). У технології мають бути передбачені і контрольні операції, необхідні для перевірки розмірів та якості напівфабрикатів та деталей.

Розробка технологічного процесу листового штампування включає в себе аналіз технологічності деталі (дослідження форми, співвідношення розмірів, обсягу випуску, штампування матеріалу); визначення форми та розмірів заготівлі; вибір методів підготовки матеріалу під штампування, режимів

термічної обробки; визначення операцій та переходів штампування; конструювання штампів, вибір типу обладнання, засобів механізації та автоматизації.

З метою збільшення продуктивності, зменшення кількості штампів і пресів замість звичайного роздільного штампування застосовується комбінована, що полягає в поєднанні кількох операцій в одному штампі. Об'єднання операцій можна здійснювати або в штампах послідовної дії, в яких всі необхідні операції виконуються послідовно в напрямку подачі смуги або штучної заготівлі протягом декількох ходів преса, але при режимі, що встановився, за кожен хід преса виходить готова деталь, або в штампах суміщеної дії, в яких всі операції виконуються послідовно або одночасно у напрямі переміщення пресного пресу. У деяких випадках об'єднання операцій виконуються 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 і тому тема роботи є актуальною.

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

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 «Диск»; Виконати технічне нормування.

Розділ 1. Розробка технологічного процесу штампування

1.1. Характеристика об'єкту виробництва

Сівалка зернотукотрав'яна Астра СЗТ 5,4 (рис. 1.1.) призначений для рядового висіву насіння зернових зернобобових культур, як окремо, так і з одночасним висівом сипучого і невсипучого насіння трав та внесення у рядки гранульованих мінеральних добрив.



Рис. 1.1. Сівалка Астра СЗТ 5,4

Таблиця 1.1. Технічна характеристика причепу П-3,5-02

Ширина захвату, м	5,4
Кількість рядів, шт	15
Ширина міжряддя, см	15
Норми висіву:	
- для насіння, кг/га	15-400
- для добрив, кг/га	25-200
- для трави, кг/га	5-90
Глибина загортання насіння та добрив, мм	40-80
Робоча швидкість, км/год	9-12
Продуктивність, га/год	4,9-6,5
Місткість бункера (сумарна):	
- для насіння, дм ³	680
- для добрив, дм ³	318
- для трави, дм ³	130
Габаритні розміри, мм	2950×6750×2750
Маса, кг	2810

1.2. Розробка технологічного процесу виготовлення деталі «Диск»

1.2.1. Опис та технічна характеристика деталі

Деталь «Диск» у дзеркальному спареному варіанті виконує функцію обода колеса сівалки. Деталь особливих навантажень не випробує. Основна операція штампування – витягування. Саме тому дану деталь доцільно виготовляти із м'якої листової сталі наступної марки:

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

Таблиця 1.1 Механічні та фізичні властивості матеріалу [1]

Матеріал	σ_B , МПа	σ_s , МПа	δ_{10} , %	γ , г/см ³
Сталь 10	420	270	28	7,85

1.2.2. Вибір та обґрунтування оптимального варіанту маршрутної технології

I варіант (базовий):

1. Відрізування штаб від листа.
2. Вирубуння.
3. Витягування.
4. Пробивання.

II варіант (проектний):

1. Відрізування штаб від листа.
2. Вирубуння, 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 собівартість використання деталі.

1.2.3. Розрахунок геометричних параметрів деталі

Діаметр вихідної заготовки (рис. 1.2) розраховуємо за формулою [3]:

$$D = 1,13\sqrt{F} = 1,13\sqrt{\sum F_i},$$

де F – площа поверхні деталі по середній лінії, мм^2 ;

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4;$$

F_1 – чверть сферичного кільця, яку визначаємо за формулою [3, с. 93]:

$$F_1 = \frac{\pi}{4}(2\pi d_1 r - 8r^2),$$

де:

$$d_1 = 140 \text{ мм};$$

$$r = R10 + 0,5S = 10 + 0,5 \cdot 2 = 11 \text{ мм}$$

Тоді:

$$F_1 = \frac{\pi}{4}(2 \cdot \pi \cdot 140 \cdot 11 - 8 \cdot 11^2) = 6832,012 \text{ мм}^2$$

F_2 – площа циліндра, мм^2

$$F_2 = \pi d_2 h,$$

де:

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

$$h = 30 - 2S - 2R10 = 30 - 2 \cdot 2 - 2 \cdot 10 = 6 \text{ мм};$$

Тоді:

$$F_2 = \pi \cdot 117 \cdot 6 = 2204,28 \text{ мм}^2;$$

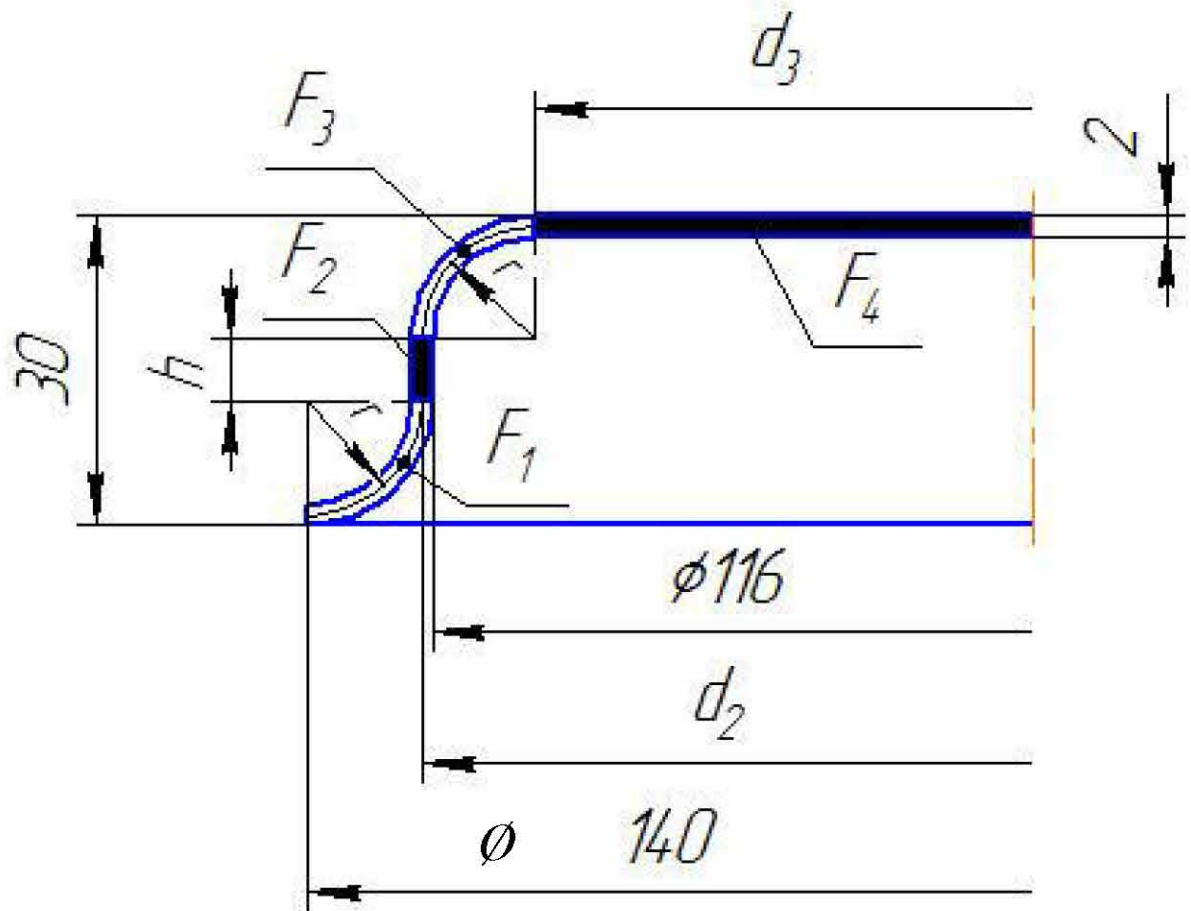


Рис.1.2. До розрахунку діаметру вихідної заготовки D

F_3 – чверть сферичного кільця, яку визначаємо за формулою [3, с. 93]:

$$F_3 = \frac{\pi}{4} (2\pi d_3 r + 8r^2),$$

де:

$$d_3 = 116 + 2R10 = 116 - 2 \cdot 10 = 96 \text{ мм}^2;$$

Тоді:

$$F_3 = \frac{\pi}{4} (2\pi \cdot 96 \cdot 11 + 8 \cdot 11^2) = 5965,75 \text{ мм}^2;$$

F_4 – площа круга, мм²:

$$F_4 = \frac{\pi d_3^2}{4} = \frac{\pi \cdot 96^2}{4} = 7234,56 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$F = 6832,012 + 2204,28 + 5965,75 + 7234,56 = 22236,6 \text{ мм}^2$$

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

Приймаємо $D = 168,5$ мм.

1.2.4. Перевірка можливості витягування деталі за одну технологічну операцію

Можливість витягування деталі за одну технологічну операцію визначаємо із умови:

$$m \geq [m_1], \quad (1.1)$$

де: m – розрахунковий коефіцієнт витягування, що дорівнює

$$m = \frac{D_c}{D} = \frac{118}{168,5} = 0,7,$$

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.

1.2.5. Розкрій листового прокату

Деталь “Диск” виготовляється з наступного листового прокату:

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

Розкрій листового прокату – повздовжній (рис.1.3).

Коефіцієнт використання матеріалу визначаємо за формулою:

$$\eta = \frac{F_o \cdot g \cdot 100}{F_n},$$

де F_o – площа поверхні деталі (рис.1.4):

$$F_o = F_1 - 4F_2 - F_3;$$

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 круга $\varnothing 25$ мм:

$$F_3 = \frac{\pi \cdot 25^2}{4} = 490,63 \text{ мм}^2$$

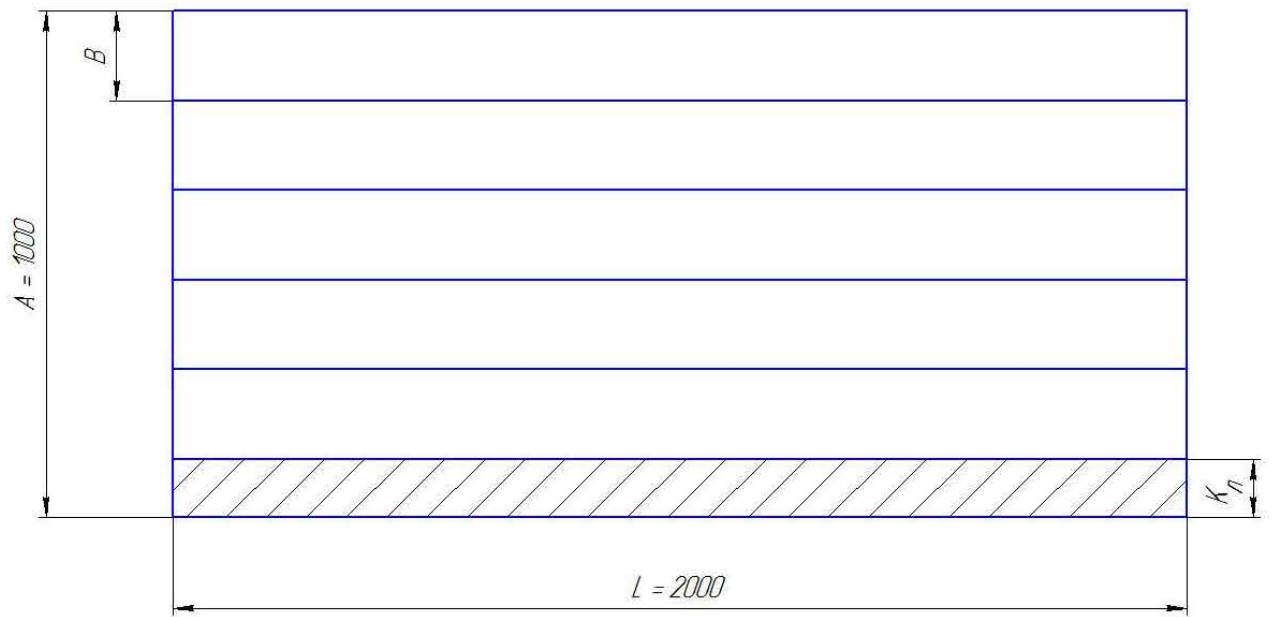


Рис.1.3. Схема розкрою листа

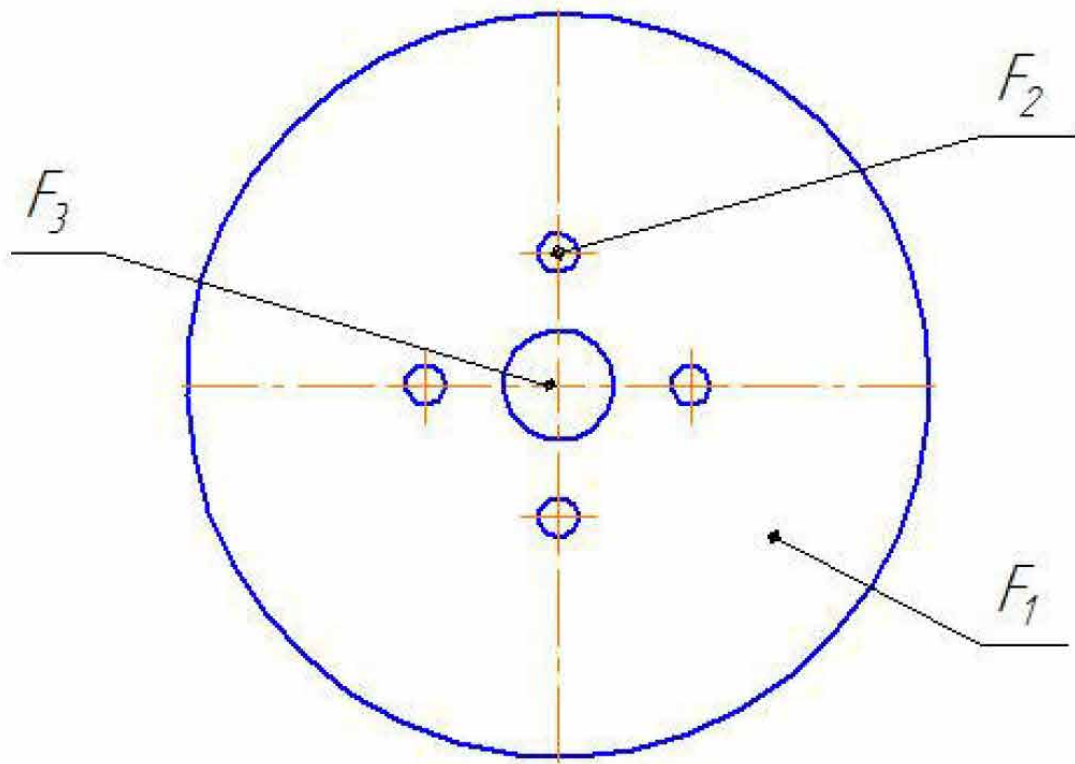


Рис.1.4. До розрахунку площ поверхні заготовки

Тоді:

$$F_0 = 22287,92 - 4 \cdot 63,59 - 490,63 = 21542,93 \text{ мм}^2,$$

g – кількість деталей із листа, шт.:

$$g = n \cdot m,$$

де

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

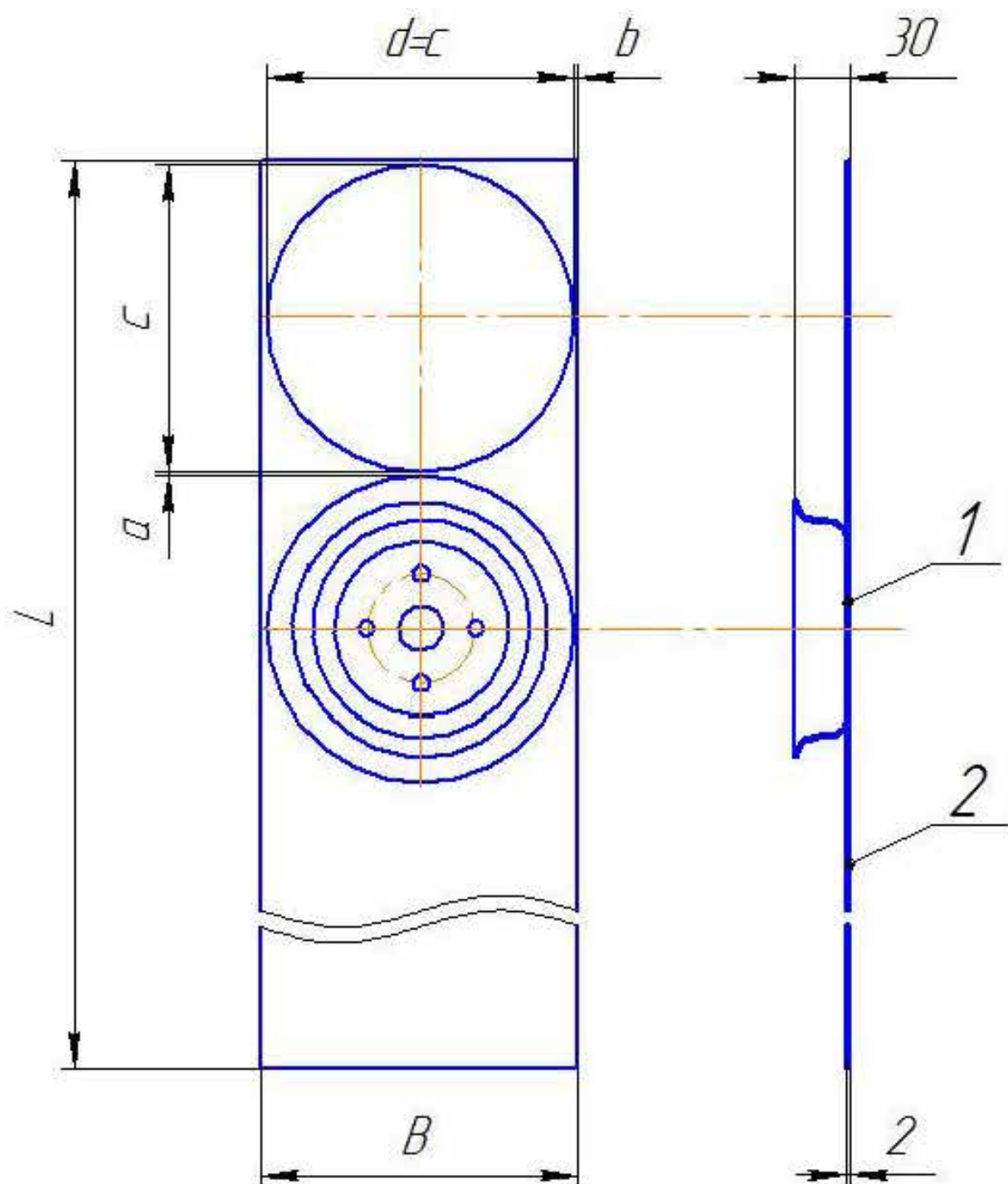


Рис.1.5. Схема розкрою штаби:

1-деталь; 2-штаба

$$n = \frac{L}{t},$$

t – крок штампування:

$$t = c + a,$$

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.:

$$m = \frac{A}{B},$$

B – ширина штаби, мм:

$$B = B_p + 2\Delta_{ш},$$

де

B_p – розрахункова ширина штаби, мм:

$$B_p = c + 2b$$

b – величина перемички. $b = 2,5$ мм [2].

z – гарантований зазор між перемичками штампа та максимально можливою шириною штаби, мм. $z = 2,5$ мм [2].

$\Delta_{ш}$ – однобічний допуск по ширині штаби, мм. $\Delta_{ш} = 1,1$ мм [2].

Тоді:

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

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

Приймаємо $B = 177$ мм.

Тоді:

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

Тоді

$$g = 11 \cdot 5 = 55 \text{ шт.}$$

Тоді:

$$\eta = \frac{21542,93 \cdot 55 \cdot 100}{2000000} = 59,2 \%$$

1.2.6. Розрахунок технологічних зусиль за операціями

штамбування та вибір обладнання

1.2.6.1. Відрізування штаб від листа

Зусилля відрізування штаб від листа на листових ножицях визначаємо за формулою [3,]:

$$P = \frac{0,5S^2\sigma_s}{\text{tg}\varphi},$$

де S – товщина листа, мм. $S = 2$ мм;

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

Тоді:

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

Вибираємо 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	1°30'
Потужність привода, кВт	5,6
Габаритні розміри (b x l x h) над рівнем підлоги, мм	2700x1595x1500
Маса, т	3,2

1.2.6.2. Вирубвання, витягування та пробивання в штампі суміщеної дії

Зусилля штампування визначаємо за формулою:

$$P = P_g + P_{\text{вит}} + P_{\text{пр}} + P_n + P_{\text{прош}},$$

де P_g – зусилля вирубування заготовки за контуром, яке визначається за формулою:

$$P_g = k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_s,$$

k – коефіцієнт, що враховує притуплення ріжучих кромek. Приймаємо $k = 1,3$;

L – довжина периметру різа:

$$L = \pi D = 3,14 \cdot 168,5 = 529,09 \text{ мм};$$

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

Тоді:

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

$P_{\text{внт}}$ – зусилля витягування, що визначаємо за формулою [3]:

$$P_{\text{внт}} = \pi d_1 S \sigma_s k_\phi,$$

d_1 – середній діаметр циліндричної частини деталі;

$$d_1 = 117 \text{ мм};$$

k_ϕ – коефіцієнт. При $d_\phi / d_1 = 140 / 117 = 1,2$ та $m_1 = d_1 / D = 117 / 168,5 = 0,69$, $k_\phi = 0,56$ [3].

Тоді:

$$P_{\text{внт}} = 3,14 \cdot 117 \cdot 2 \cdot 420 \cdot 0,56 = 172816 \text{ Н};$$

$P_{\text{пр}}$ – зусилля притиску фланця при витягуванні, що визначаємо за формулою [3]:

$$P_{\text{пр}} = Fq,$$

де F – площа поверхні притиску;

$$F = \frac{\pi}{4} (168,5^2 - 140^2) = \frac{3,14}{4} (28392,25 - 19600) = 6902 \text{ мм}^2;$$

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

Тоді:

$$P_{\text{пр}} = 6902 \cdot 2,5 = 17255 \text{ Н};$$

P_n – зусилля пробивання чотирьох отворів діаметром 9 мм та одного отвору діаметром 25 мм;

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

L_1 – периметр чотирьох отворів діаметром 9 мм;

$$L_1 = 4\pi d = 4 \cdot 3,14 \cdot 9 = 113,04 \text{ мм};$$

L_2 – периметр отвору діаметром 25 мм;

$$L_2 = \pi D = 3,14 \cdot 25 = 78,5 \text{ мм}.$$

Тоді:

$$P_n = 1,3 \cdot (113,04 + 78,5) \cdot 2 \cdot 270 = 134461 \text{ Н};$$

$P_{прош}$ – зусилля проптовхування відходів від пробивання крізь вікна матриць, що визначається за формулою [3]:

$$P_{прош} = K_{пр} \cdot P_n \cdot n,$$

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

$$K_{пр} = 0,1 \text{ [3];}$$

n – кількість відходів у вікні матриці;

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

Зусилля проптовхування:

$$P_{прош} = 0,1 \cdot 134461 \cdot 4 = 53784 \text{ Н}.$$

Тоді зусилля штампування:

$$P = 18571 + 172816 + 17255 + 134461 + 53784 = 564027 \text{ Н} = 564 \text{ кН}.$$

Вибираємо однокривошипний двостояковий прес, що не нахилиється, з нерухомим 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

1.2.7. Технічне нормування

1.2.7.1. Відрізування штаб від листа

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

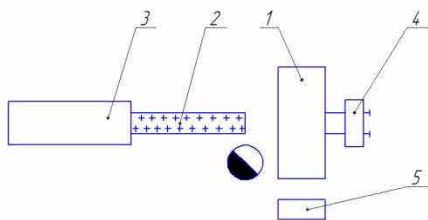
1.2.7.2. Вирубубання, витягування та пробивання в штампі суміщеної дії

Результати технічного нормування операції вирубубання, витягування та пробивання в штампі суміщеної дії на однокривошипному пресі моделі К2130 наведено до таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 Карта технічного нормування

Операція: відрізування штаб від листа
 Деталь: КП.ХІІІ.18.07.00.00.01 "Диск"

План-схема організації робочого місця



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

Вихідні дані

Розмір листа – 2000x1000x2 мм.

Тип муфти вмикання – фрикційна.

Площа листа – 2 м².

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 проштовхнути 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		
Разом:		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

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

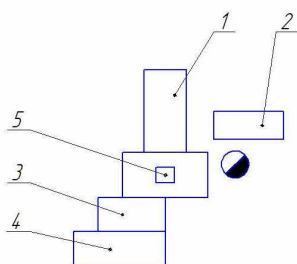
n – кількість деталей в партії, шт.

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

Таблиця 1.3 Карта технічного нормування

Операція: вирубування, витягування, пробивання
 Деталь: КП.ХШ.18.07.00.00.01. "Диск"

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 суміщеної 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_o	
			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]	-	-	$\frac{0,016}{11}=0,014$
Разом:		0,014	-	0,2265

Норма штучного часу

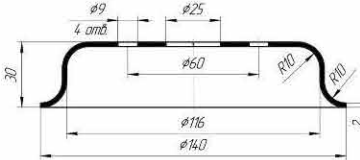
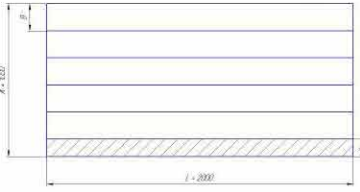
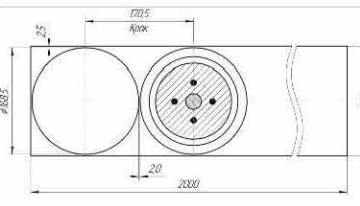
$$T_{ш} = (T_o + T_d) \cdot K = (0,014 + 0,2265) \cdot 1,12 = 0,2694 \text{ хв}; \quad K = 1,12 [5]$$

Норма штучно-калькуляційного часу

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

п – кількість деталей в партії, шт.

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

<p>Ескіз деталі</p> 	Міністерство освіти і науки України		КАРТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЛИСТОВОГО ШТАМПУВАННЯ					Карта №				
	Центальноукраїнський національний технічний університет		Деталь		Диск					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		Телевний	ПМ(ОТ)-20		
	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		Вирубування, витягування і пробивання		Прес КД130В	Штангенциркуль, шаблон	Штамп суміщеної дії	0,3123	Штампувальник III розряду		

Розділ 2. Розробка оснащення для виготовлення деталі «Диск»

2.1. Призначення штампа

Штамп суміщеної дії (Додаток А) призначено для одночасного виконання операцій вирубання, витягування, пробивання центрального отвору $\varnothing 25$ мм та чотирьох отворів $\varnothing 9$ мм в деталі «Диск».

2.2. Склад штампа

Штамп складається із наступних деталей та вузлів (Додаток Б):

- нормалізованого блоку з діагональним розташуванням напрямних вузлів ковзання (поз. 1, 16, 37, 38, 39, 40);
- вирубної матриці (поз. 14);
- пуансон-матриці (поз. 10), яка виконує функції вирубного пуансона та витяжної матриці;
- пуансон-матриці (поз. 12), яка виконує функції витяжного пуансона та пробивної матриці;
- механізму виштовхування деталі із верхньої частини штампа, який включає в себе виштовхувач (поз. 9), систему штовхачів (поз. 20), траверсу (поз. 6) та штовхач (поз. 7);
- механізму притиску фланця деталі, який включає в себе притискач-виштовхувач (поз. 13) та пружини (поз. 15);
- пуансонотримачів (поз. 2, 3);
- знімача (поз. 11) та напрямних планок 18, 19.

2.3. Принцип роботи штампа

Штаба подається в штамп в щілину між дзеркалом вирубної матриці 14 та знімачем 11 до переднього упора 17. Поперечне переміщення штаби обмежено

напрямними планками 18, 19. Після натиснення на педаль відбувається переміщення верхньої частини штампа вниз, в результаті чого заготовка деталі вирубуеться за контуром, витягується під постійним притиском фланця притискачем-виштовхувачем 13 і в останній момент пробивається пуансонами 5, 8. Відхід від пробивання вилучається зі штампа крізь провальні отвори в пуансон-матриці 12 та нижній плиті 16. При ході повзуна вгору здійснюється виштовхування готової деталі з нижньої частини на дзеркало матриці 12. При подальшому переміщенні вгору та досягання крайнього верхнього положення спрацьовує верхній жорсткий виштовхувач преса, який передає поступальний вертикальний рух крізь штовхач 7, траверсу 6 та систему штовхачів 20 виштовхувачу 9, що, власне, знімає відштамповану деталь з пуансонів 8, 5 та виштовхує її із верхньої частини на дзеркало штампа. Деталь вилучається зі штампа гачком.

2.4. Розрахунок виконавчих розмірів інструмента

2.4.1. Діаметр вирубної матриці D_m розраховуємо за формулою [1]:

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

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

P_i – припуск на знос інструмента. Для $\varnothing 168,5$ Н12, $P_i = 0,30$ мм;

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

Тоді

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

2.4.2. Діаметр вирубного пуансона D_n розраховуємо за формулою [1]:

$$D_n = (D_m - Z)_{-\delta_n}.$$

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

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

Тоді

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

2.4.3. Діаметр пуансона d_n для пробивання отвору $\varnothing 25$ мм розраховуємо за формулою [1]:

$$d_n = (d_n + \Pi_i)_{-\delta_n},$$

де d_n – номінальний діаметр пуансона. $d_n = 25$ мм;

Π_i – припуск на знос інструмента. Для $\varnothing 25$ Н12, $\Pi_i = 0,17$ мм;

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

Тоді

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

2.4.4. Діаметр матриці d_m для пробивання отвору $\varnothing 25$ мм розраховуємо за формулою [1]:

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

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

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

Тоді

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

2.4.5. Діаметр пуансона d_n для пробивання отвору $\varnothing 9$ мм розраховуємо за формулою [1]:

$$d_n = (d_n + \Pi_i)_{-\delta_n},$$

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;

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

Тоді

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

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

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

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

δ_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 «Диск» запропоновано скоротити дві операції; скоротити два штампа; вивільнити дві одиниці обладнання; вивільнити двох пресувальників; зменшити собівартість використання деталі.
2. Розроблено штамп суміщеної дії оригінальної конструкції для виготовлення деталі «Диск».
3. Виконана робота по розробці графічних елементів штампового оснащення для виготовлення деталі «Диск».

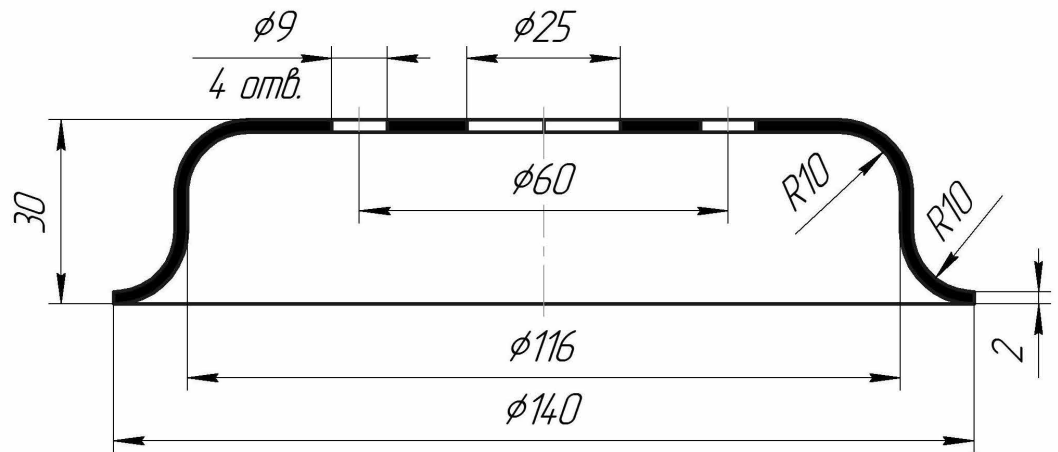
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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.

ДОДАТКИ

Додаток А. Ескіз деталі «Диск»

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$



1. H12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$.
Б-ПН-2,0 ГОСТ 19904-74
Лист 5-III-Г-10кп ГОСТ 4041-71

Додаток В. Деталі штампа

