

Центральноукраїнський національний технічний університет

Механіко-технологічний факультет

Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри

машинобудування, мехатроніки і
робототехніки

канд. техн. наук, доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

25 червня 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему:

**Технологія та оснащення для холодного висаджування
деталі шпилька**

Виконав здобувач вищої освіти

4 курсу групи ПТ(ТМ)-21

ОПП «Прикладна механіка»

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

_____ Геннадій ЛИХАЧОВ

Керівник роботи:

канд. техн. наук, доцент

_____ Олег СІСА

Рецензент:

канд. техн. наук, професор

_____ Віктор ПУКАЛОВ

Кропивницький 2025

Центральноукраїнський національний технічний університет
Механіко-технологічний факультет
Кафедра машинобудування, мехатроніки і робототехніки
Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Галузь знань: 13 Механічна інженерія
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма: Комп'ютерний інжиніринг технологій,
робототехніка і 3D друк.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри машинобудування,
мехатроніки і робототехніки
канд. техн. наук, доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

31 січня 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
за першим (бакалаврським) рівням вищої освіти
Лихачову Геннадію Геннадійовичу

Тема роботи:

Технологія та оснащення для холодного висаджування деталі «Шпилька»

Керівник роботи:

канд. техн. наук, доцент Олег СІСА

Затверджено наказом ЦНТУ від 31 січня 2025 року № 130-02.

Строк подання роботи до захисту:

25 червня 2025 р.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи:

Мета: розробка технологічного процесу холодного штампування деталі шпилька на ХВА.

Завдання: зробити аналіз кресленика деталі, що штампується, визначити розміри вихідної заготовки, розрахувати переходи штампування, виконати технологічний аналіз матеріалу виробу, розрахувати зусилля деформування за переходами штампування, вибрати штампувальне обладнання, показати конструктивні особливості інструменту, розрахувати інструмент на міцність, спроектувати загальний кресленик оснащення та розробити кресленики на його робочі деталі.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1	Опрацювання навчальної та наукової літератури по тематиці роботи	21.04.2025 р.	
2	Виконання загальної частини	02.05.2025 р.	
3	Виконання технологічної частини	09.05.2025 р.	
4	Виконання конструкторської частини	16.05.2025 р.	
5	Розробка креслеників	30.05.2025 р.	
6	Усунення недоліків після перевірки керівником роботи	10.06.2025 р.	
7	Перевірка роботи на академічний плагіат	23.06.2025 р.	
8	Рецензування роботи	24.06.2025 р.	
9	Захист кваліфікаційної роботи	25.06.2025 р.	

Дата видачі завдання
9 квітня 2025 р.

Здобувач вищої освіти _____ Геннадій ЛИХАЧОВ

Керівник роботи _____ Олег СІСА

АНОТАЦІЯ

Лихачов Г. Г. Технологія та оснащення для холодного висаджування деталі шпилька: кваліфікаційна бакалаврська робота: спец. 131 Прикладна механіка / наук. кер. О. Ф. Сіса; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2025. 37 с.

Креслеників – разом 3 аркуші формату А1.

Метою роботи є розробка технологічного процесу холодного штампування деталі шпилька на ХВА.

Актуальність роботи полягає в підвищенні продуктивності та зменшенні собівартості виготовлення деталі за рахунок використання прогресивного мало відхідного штампування на холодно-висаджувальному автоматі (ХВА).

В роботі зроблено аналіз кресленика деталі шпилька, що штампується на ХВА, визначено розміри вихідної заготовки, розраховано переходи штампування, виконано технологічний аналіз матеріалу виробу, розраховано зусилля деформування за переходами штампування, вибрано штампувальне обладнання – ХВА А1922, описано конструктивні особливості інструменту, розраховано інструмент на міцність, спроектовано загальний кресленик оснащення та розроблено робочі кресленики на його деталі.

технологічний процес, холодне штампування, ХВА, переходи штампування, інструмент

ANNOTATION

Hennadiy LYKHACHOV. Technology and equipment for cold-forming of pin parts: qualifying bachelor's thesis: spec. 131 Applied mechanics / scientific director O. F. Sisa; Central Ukrainian National Technical University – Kropyvnytskyi: CUNTU, 2025. 37 p.

Drawings – a total of 3 sheets of A1 format.

The purpose of the work is to develop a technological process for cold stamping of a pin part on a cold stamping machine.

The relevance of the work is to increase productivity and reduce the cost of manufacturing the part by using progressive low-waste stamping on a cold stamping machine (CSM).

The work analyzes the drawing of the pin part, which is stamped on the CSM, determines the dimensions of the initial workpiece, calculates the stamping transitions, performs a technological analysis of the product material, calculates the deformation forces for the stamping transitions, selects the stamping equipment – CSM A1922, describes the design features of the tool, calculates the tool for strength, designs a general drawing of the equipment and develops working drawings for its parts.

technological process, cold stamping, CSM, stamping transitions, tool

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи на тему:

Технологія та оснащення для холодного висаджування деталі шпилька

КРБ.ПМ.25.11.12.00.00

Виконав здобувач вищої освіти
4 курсу групи ПТ(ТМ)-21
ОПП «Прикладна механіка»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
_____ Геннадій ЛИХАЧОВ

Керівник роботи:
канд. техн. наук, доцент
_____ Олег СІСА

Кропивницький 2025

ЗМІСТ

Вступ		8
1.	Кресленик деталі «Шпилька» та його аналіз	9
2.	Визначення розмірів вихідної заготовки	11
3.	Розрахунок переходів штампування	14
4.	Технологічний аналіз матеріалу виробу	17
5.	Розрахунок зусиль деформування за переходами штампування	19
6.	Вибір штампувального обладнання	22
7.	Конструктивні особливості інструменту	23
	7.1. Ролики для подавання каліброваного прокату	23
	7.2. Відрізний ніж	24
	7.3. Відрізна матриця	25
	7.4. Пуансон першого переходу для калібрування торців	25
	7.5. Пуансон другого переходу для калібрування фасок	27
	7.6. Пуансон третього переходу для першого редукування	28
	7.7. Пуансон четвертого переходу для другого редукування ...	29
	7.8. Матриці	29
8.	Розрахунок інструменту на міцність	32
Висновки		33
Список літератури		34
Додатки		35
Додаток А Специфікація «Комплект інструменту для штампування деталі шпилька»		36
А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик		36
А.2 Другий аркуш специфікації на складальний кресленик		37

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

- V_v – об'єм виробу, мм³;
 d_3 – діаметр вихідної заготовки, мм;
 d_p – діаметр канавки роликів, мм;
 d_n – діаметр відрізної матриці, мм;
 l_3 – довжина вихідної заготовки, мм;
 V_ϕ – об'єм фаски, мм³;
 V_u – об'єм циліндра, мм³;
 ε – логарифмічна деформація;
 P_v – зусилля відрізування, Н;
 P_k – зусилля калібрування торців, Н;
 P_ϕ – зусилля калібрування фасок, Н;
 $P_{ви}$ – зусилля виштовхування, Н;
 p – питомий тиск, МПа;
 σ_3 – напруження стиснення пуансона на третьому переході, МПа;
ХВА – холодно-висаджувальний автомат.

ВСТУП

Загально прийнято, під холодним штампуванням розуміти штампування без попереднього нагрівання заготовки. Для металів та сплавів, що застосовуються при штампуванні, такий процес деформування відповідає умовам холодної деформації.

Розрізняють холодне об'ємне штампування та холодне листове штампування. У першому випадку заготовкою служить сортовий прокат, а в другому – листовий.

Даний підрозділ доцільний тому, що характер деформування, застосовані операції та конструкції оснащення для об'ємного та листового штампування значно різняться між собою.

Загально відомі три основних різновиду об'ємного штампування:

- холодне видавлювання;
- холодне висаджування;
- холодне об'ємне формування.

Холодне видавлювання здійснюється при розміщенні заготовки у порожнину, в якій метал видавлюють в отвір в робочому інструменті. Його виконують на кривошипних та гідравлічних пресах, а також на холодно-висаджувальних автоматах (ХВА). Робочими частинами оснащення є пуансон (рухома частина) та матриці (нерухома частина).

Розрізняють пряме, зворотне, бічне та комбіноване видавлювання.

Холодне об'ємне штампування, яке реалізується на ХВА, є одним з найбільш прогресивних способів виготовлення деталей, так як одночасно зі зниженням трудомісткості дає велику економію металу, дозволяючи отримувати деталі практично, або зовсім без відходів. Тому саме такий спосіб штампування було вибрано для виготовлення деталі «Шпилька» у даній роботі.

1 КРЕСЛЕНИК ДЕТАЛІ «ШПИЛЬКА» ТА ЙОГО АНАЛІЗ

З урахуванням вимог щодо точності та якості виробу і технологічних можливостей процесу холодного штампування, кресленик готової деталі «Шпилька» матиме вигляд, що показано на рис. 1.1.

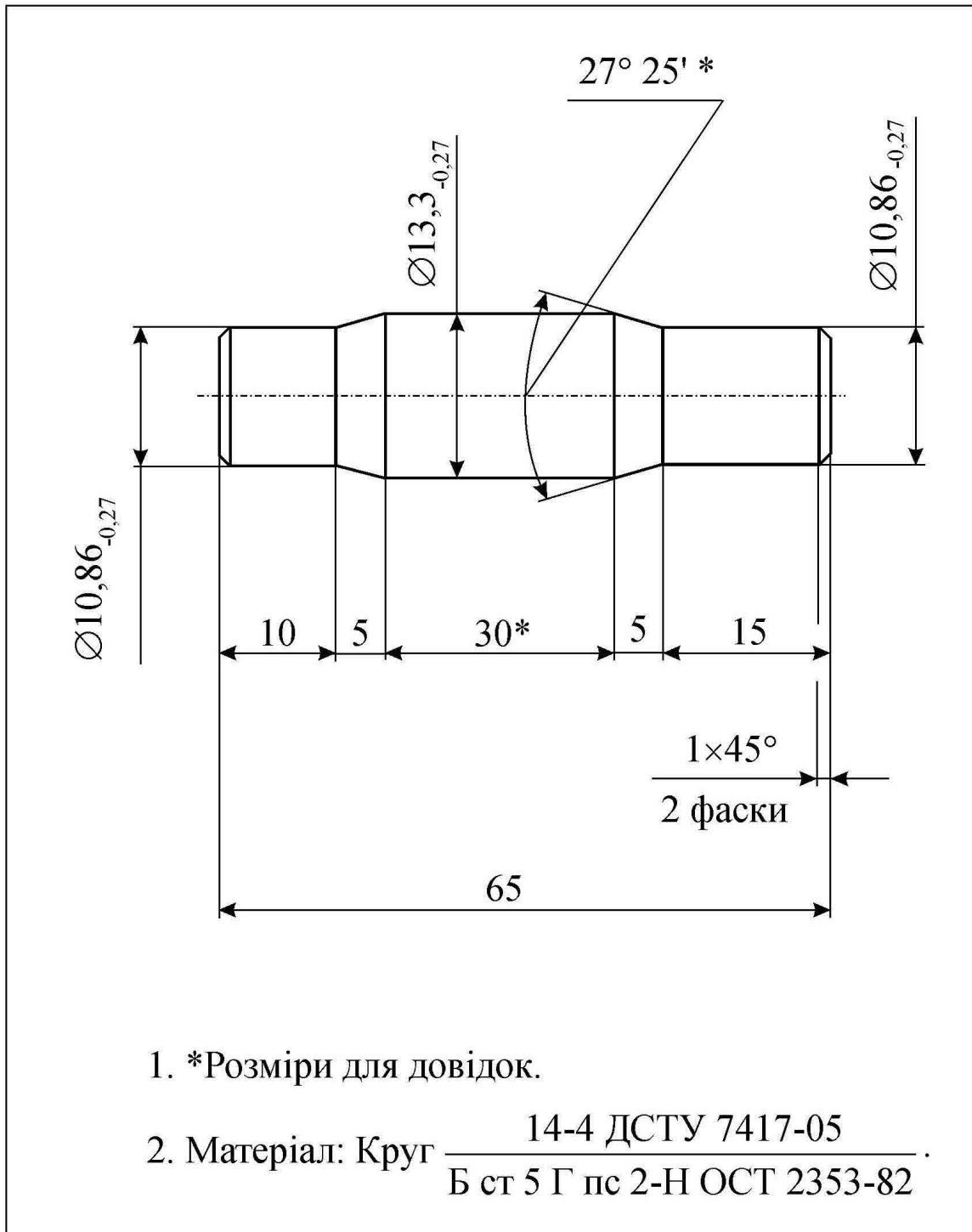


Рисунок 1.1 – Кресленик деталі «Шпилька»

Технічні вимоги на деталь «Шпилька»:

- різьба – метрична, M12 за ДСТУ 6111-05;
- покриття – хім. окс. прм. ДСТУ 9.306-05;
- незазначені граничні відхилення розмірів – H12, h12, \pm IT12/2;
- ексцентричність частини, що висаджується – не більше 0,1;
- задирка по периметру не допускається.

Праворуч та ліворуч на заготовки «Шпилька» буде накатана різьба. Саме тому діаметри у цих частинах заготовки дорівнюють внутрішньому діаметру різьби.

Потовщення діаметра у середній частині заготовки викликано тим, що вона буде механічно оброблена на точний розмір для точного з'єднання деталей даною шпилькою.

2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРІВ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ

При безвідхідному штампуванні об'єм заготовки V_3 завжди дорівнює об'єму готового виробу V_6 (деталі, що штампується) [4, 5]:

$$V_3 = V_6. \quad (2.1)$$

Тому об'єм деталі V_6 розраховуємо як суму об'ємів $V_1 \dots V_5$ елементарних геометричних тіл 1... 5 (рис. 2.1) за формулою (2.2):

$$V_6 = 2 \cdot V_1 + V_2 + V_3 + 2 \cdot V_4 + V_5. \quad (2.2)$$

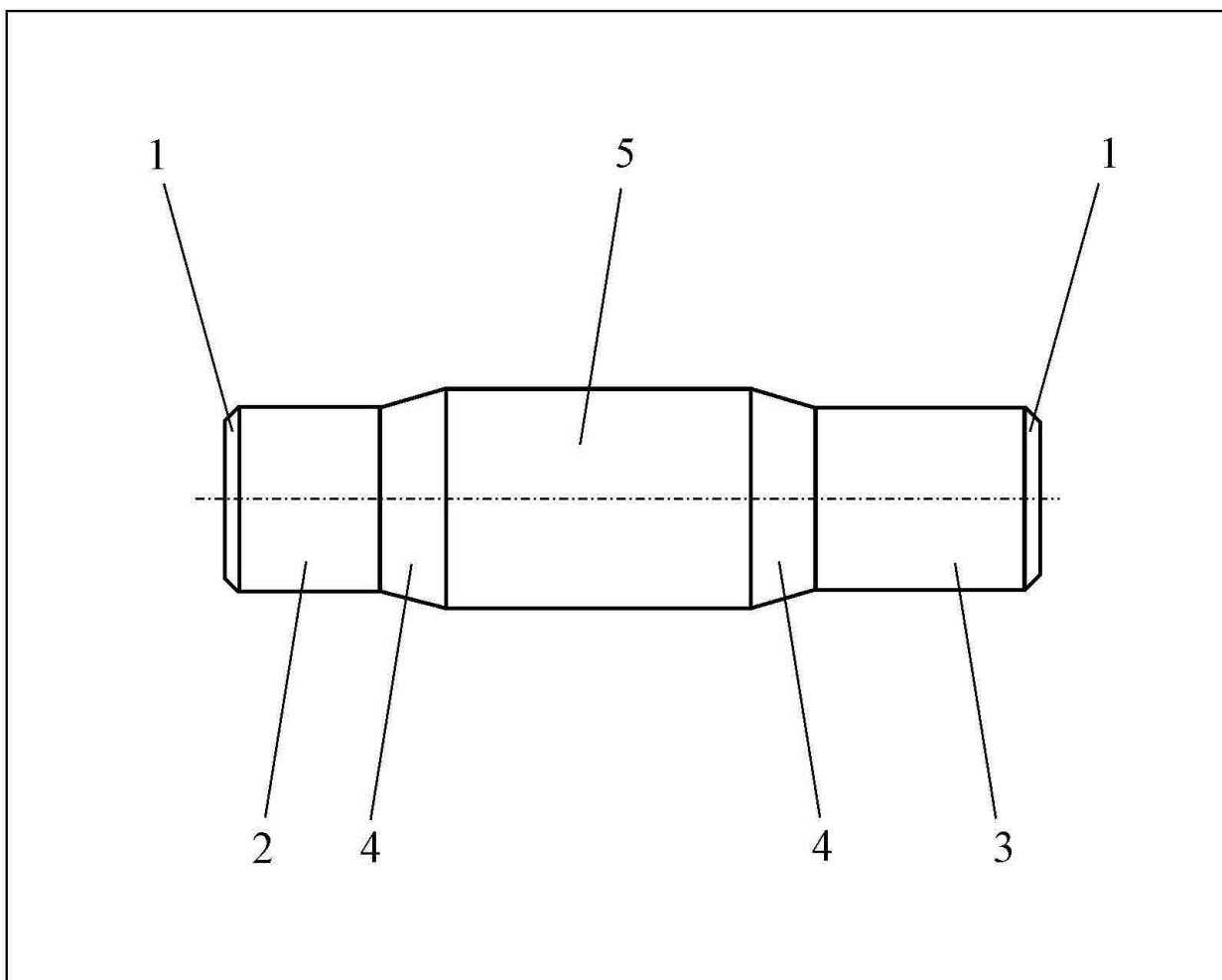


Рисунок 2.1 – До розрахунку об'ємів елементарних геометричних тіл, з яких складається виріб «Шпилька»

Нижче розраховуємо об'єми елементарних геометричних тіл з урахуванням їх розмірів, що показано на рис. 1.1:

$$V_1 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2 \cdot h = \frac{3,14}{4} \left(\frac{8,86 + 10,86}{2} \right)^2 \cdot 1 = 76,32 \text{ мм}^3;$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 10,86^2}{4} \cdot 9 = 833,24 \text{ мм}^3;$$

$$V_3 = \frac{\pi \cdot d_2^2}{4} \cdot l_1 = \frac{3,14 \cdot 10,86^2}{4} \cdot 14 = 1296,16 \text{ мм}^3;$$

$$V_4 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2 \cdot h_1 = \frac{3,14}{4} \left(\frac{10,86 + 13,3}{2} \right)^2 \cdot 5 = 572,76 \text{ мм}^3;$$

$$V_5 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l = \frac{3,14 \cdot 13,3^2}{4} \cdot 30 = 4165,76 \text{ мм}^3.$$

Після підстановки розрахункових даних у формулу (2.2), визначаємо об'єм виробу, а отже об'єм вихідної заготовки:

$$V_e = 2 \cdot 76,32 + 833,24 + 1296,16 + 2 \cdot 572,76 + 4165,76 = 7593,58 \text{ мм}^3.$$

Приймаємо діаметр вихідної заготовки (каліброваного прутка) $d_3 = 13,3$ мм. Тоді довжину вихідної заготовки l_3 визначаємо із умови (2.1) за формулою:

$$l_3 = \frac{4 \cdot V_3}{\pi \cdot d_3^2} = \frac{4 \cdot 7593,58}{3,14 \cdot 13,3^2} = 54,68 \text{ мм}.$$

Остаточно приймаємо довжину вихідної заготовки $l_3 = 55$ мм (рис. 2.2).

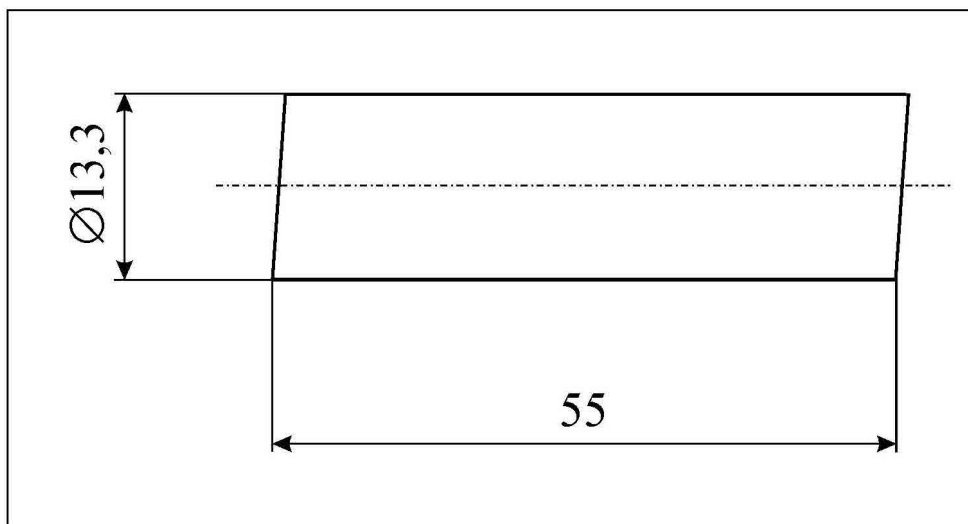


Рисунок 2.2 – Вихідна заготовка після відрізування

3 РОЗРАХУНОК ПЕРЕХОДІВ ШТАМПУВАННЯ

Деталь «Шпилька» виготовляється на холодно-всаджувальному автоматі. На відрізній позиції технологічного оснащення здійснюється відрізування вихідної заготовки від каліброваного прутка (див. рис. 2.2).

Далі вихідна заготовка автоматично передається на першу штампувальну позицію, де вирівнюються (правляться) її торці після відрізування шляхом застосування операції калібрування (рис. 2.3)

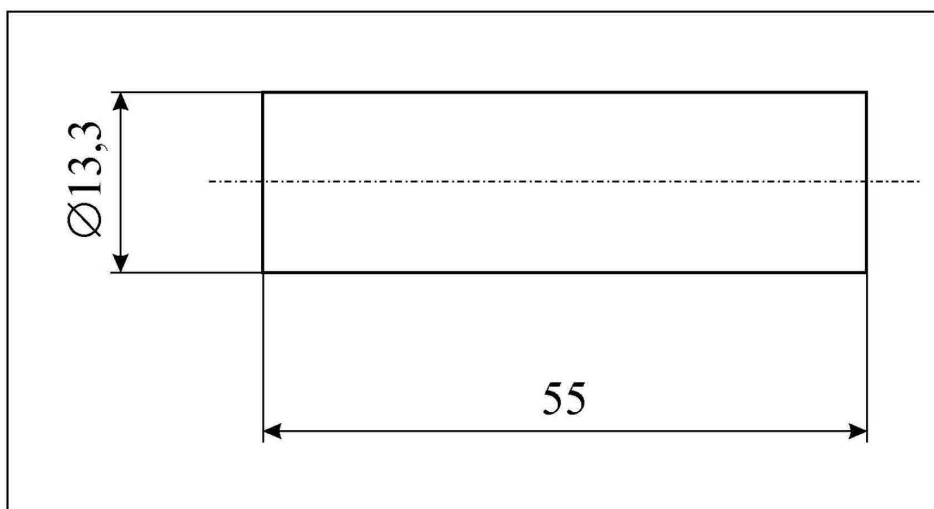


Рисунок 2.3 – Перший перехід: калібрування торців

На другій штампувальній позиції (другий перехід) здійснюється калібрування фасок (рис. 2.4).

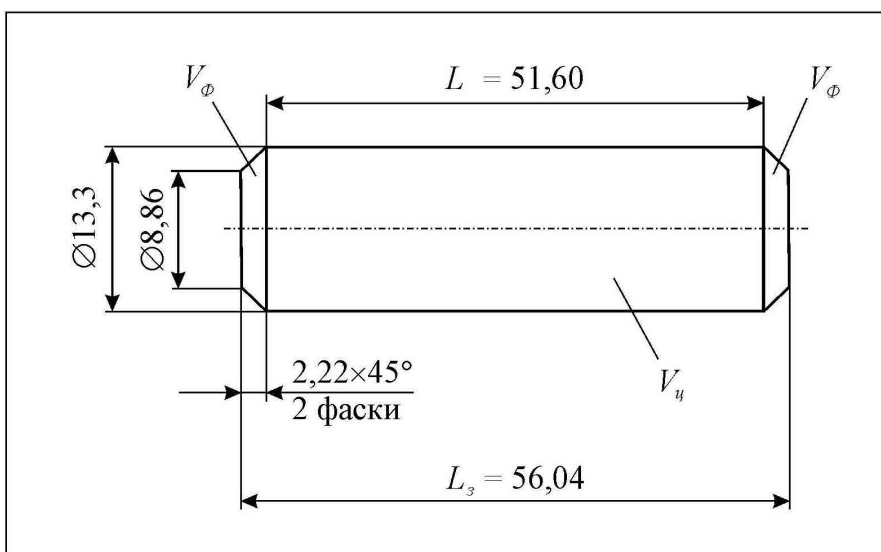


Рисунок 2.4 – Другий перехід: калібрування фасок

Загальну довжину заготовки L_3 після другого переходу визначаємо із умови рівності об'ємів:

$$V_6 = 2 \cdot V_\phi + V_\psi.$$

Тоді можна записати рівняння:

$$7593,58 = \frac{2 \cdot \pi \left(\frac{d_1 + d_3}{2} \right)^2 \cdot 2,22 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot L,$$

$$7593,58 = \frac{2 \cdot 3,14 \left(\frac{8,86 + 13,3}{2} \right)^2 \cdot 2,22 + \frac{3,14 \cdot d_3^2}{4} \cdot L,$$

звідкіля:

$$L = \frac{7165,72}{138,86} = 51,60 \text{ мм.}$$

Тоді

$$L_3 = L + 2 \cdot 2,22 = 51,60 + 2 \cdot 2,22 = 56,04 \text{ мм.}$$

На третій штампувальній позиції (третій перехід) здійснюється перше однобічне редукування (рис. 2.5).

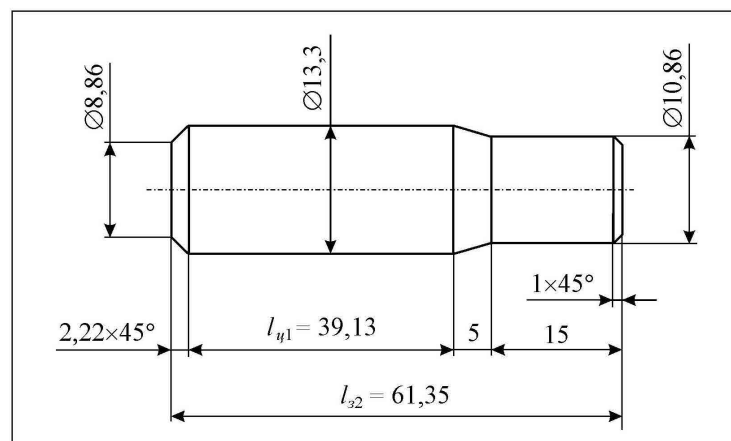


Рисунок 2.5 – Третій перехід: перше однобічне редукування

Загальну довжину заготовки L_{32} після третього переходу визначаємо із умови рівності об'ємів:

$$V_e = V_\phi + V_1 + V_3 + V_4 + V_{\psi 1}.$$

Тоді можна записати рівняння:

$$7593,58 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_3}{2} \right)^2 \cdot 2,22 + 76,32 + 1296,16 + 572,76 + \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot l_{\psi 1};$$

$$7593,58 = \frac{3,14}{4} \left(\frac{8,86 + 13,3}{2} \right)^2 \cdot 2,22 + 76,32 + 1296,16 + 572,76 + \frac{3,14 \cdot 13,3^2}{4} \cdot l_{\psi 1},$$

звідкіля:

$$l_{\psi 1} = \frac{7593,58 - 2159,19}{138,86} = 39,13 \text{ мм.}$$

Тоді

$$L_{32} = 39,13 + 2 \cdot 2,22 + 5 + 15 = 61,35 \text{ мм.}$$

На четвертій штампувальній позиції (четвертий перехід) здійснюється друге однобічне редукування, при якому заготовка остаточно формується у деталь «Шпилька» (див. рис. 1.1).

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ МАТЕРІАЛУ ВИРОБУ

Згідно вихідних даних, деталь виготовляється із сталі Ст 5 Г пс. Це сталь звичайної якості. Вона має такі механічні властивості [1, 2, 3]:

- межа міцності 450 – 600 МПа;
- межа плинності 290 МПа;
- відносне подовження 20 %.

Рекомендовані ДСТУ домішки у хімічному складі сталі:

- C = 0,22... 0,30 %;
- Mn = 0,8... 1,2 5;
- Si = < 0,25 %.

Будуємо графік зміцнення сталі Ст 5 Г пс під час холодного деформування (рис. 4.1).

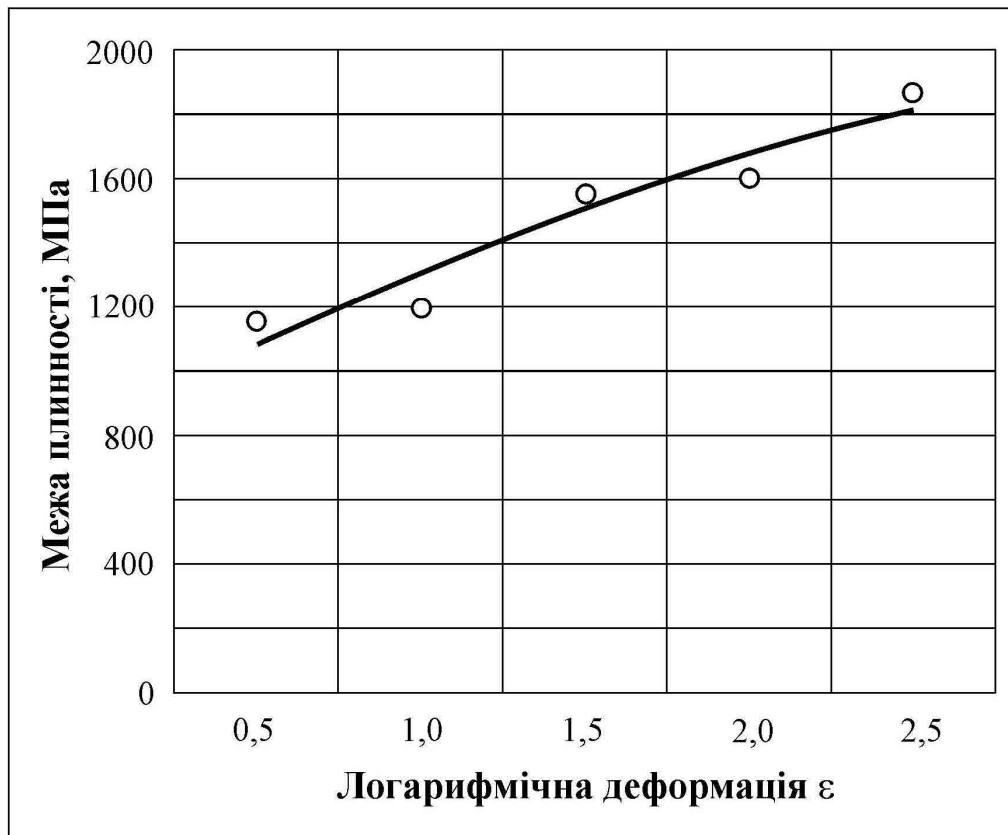


Рисунок 4.1 – Графік зміцнення сталі при штампуванні

Далі визначаємо висотні чи радіальні деформації на всіх чотирьох попередньо обраних переходах штампування [6, 7]:

$$\varepsilon_I = \frac{d_3^2 - d_0^2}{d_3^2} = \frac{13,3^2 - 13,3^2}{13,3^2} = 0;$$

$$\varepsilon_{II} = \frac{56,04 - 55}{56,04} = 0,018 = 1,8\%;$$

$$\varepsilon_{III} = \frac{13,3^2 - 10,86^2}{13,3^2} = 0,333 = 33,3\%$$

$$\varepsilon_{IV} = \varepsilon_{III}.$$

У порівнянні із даними рис. 4.1, робимо висновок, що деформації менші за граничні, які допускає вищезазначена сталь.

5 РОЗРАХУНОК ЗУСИЛЬ ДЕФОРМУВАННЯ ЗА ПЕРЕХОДАМИ ШТАМПУВАННЯ

Зусилля відрізування.

Зусилля розраховуємо за формулою:

$$P_{\epsilon} = v\tau F_0;$$

$$P_{\epsilon} = \frac{3,14 \cdot 13,3^2 \cdot 1,3 \cdot 0,6 \cdot 500}{4} = 54155 \text{ Н} = 54,1 \text{ кН.}$$

Зусилля калібрування торців.

Оскільки в даному випадку калібрування фактично являє собою закриті осаджування заготовки, то

$$P_{\kappa} = \sigma_s \left(1 + \frac{\mu d_0}{3h_0} \right) F_{oc},$$

$$P_{\kappa} = 600 \cdot \left(1 + \frac{0,15 \cdot 13,3}{3 \cdot 56,04} \right) \cdot \frac{3,14 \cdot 13,3^2}{4} = 84287 \text{ Н} = 84,3 \text{ кН,}$$

де: $\sigma_s = 600$ МПа – істинний опір деформуванню сталі Ст 5 Г пс – встановлюємо за кривою зміцнення;

$\mu = 0,15$ – коефіцієнт тертя.

Зусилля калібрування фасок.

Оскільки калібрування фасок здійснюється при аналогічних умовах як і

калібрування торців, їх зусилля деформування однакові, тобто $P_{\kappa} = P_{\phi}$

Зусилля першого однобічного редукування.

Застосовуємо формулу Діордієва. Питомий тиск процесу редукування (див. рис. 2.5) визначаємо за формулою:

$$p = \frac{\sigma_s q}{q-1} \left[\left(\frac{F}{f} \right)^{q-1} - 1 \right] + \frac{4\sigma_s \mu l}{d} \left(\frac{F}{f} \right)^{q-1},$$

де

$$q = \frac{\mu + tg\alpha}{(1 + \mu tg\alpha) \cdot tg\alpha} = \frac{0,15 + tg30^\circ}{(1 + 0,15 tg30^\circ) \cdot tg30^\circ} = 1,2.$$

Враховуючи степінь деформації, на даному переході $\sigma_s = 760$ МПа (див. рис. 4.1), маємо:

$$p = 4560 \cdot (1,39^{0,2} - 1) + 529 \cdot 1,39^{0,2} = 2397 \text{ МПа.}$$

Відповідно, зусилля дорівнює:

$$P = pF = 2397 \cdot \frac{3,14 \cdot 10,86^2}{4} = 221920 \text{ Н} = 221,9 \text{ кН.}$$

Зусилля другого однобічного редукування.

Оскільки діаметри заготовки та деталі при першому та другому однобічному редукуванні однакові, однакові будуть і їх зусилля деформування.

Зусилля виштовхування:

- після калібрування

$$P_{шт} = p_1 \mu \pi l_p = 0,7 \cdot 290 \cdot 0,15 \cdot 0,173 \cdot 0,574 = 0,9 \text{ кН};$$

- після першого та другого редукування

$$P_{виш} = \frac{4b_n \mu \sigma_s}{d_1} \cdot F_1 = \frac{4 \cdot 12,65 \cdot 0,15 \cdot 100}{10,86} \cdot \frac{3,14 \cdot 10,86^2}{4} = 6470 \text{ Н} = 6,5 \text{ кН}.$$

Тоді, сумарне зусилля процесу холодного штампування деталі «Шпилька» становитиме:

$$\sum P = P_e + 2 \cdot P_k + \sum P_{ред} + P_{виш} = 54,1 + 2 \cdot 84,3 + 2 \cdot 221,9 + 6,5 = 673 \text{ кН} = 0,67 \text{ МН}.$$

6 ВИБІР ШТАМПУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

З урахуванням виконаних вище розрахунків вибираємо для виготовлення деталі «Шпилька» багато позиційний холодно-висаджувальний автомат (ХВА) моделі А1922 (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика автомата А1922

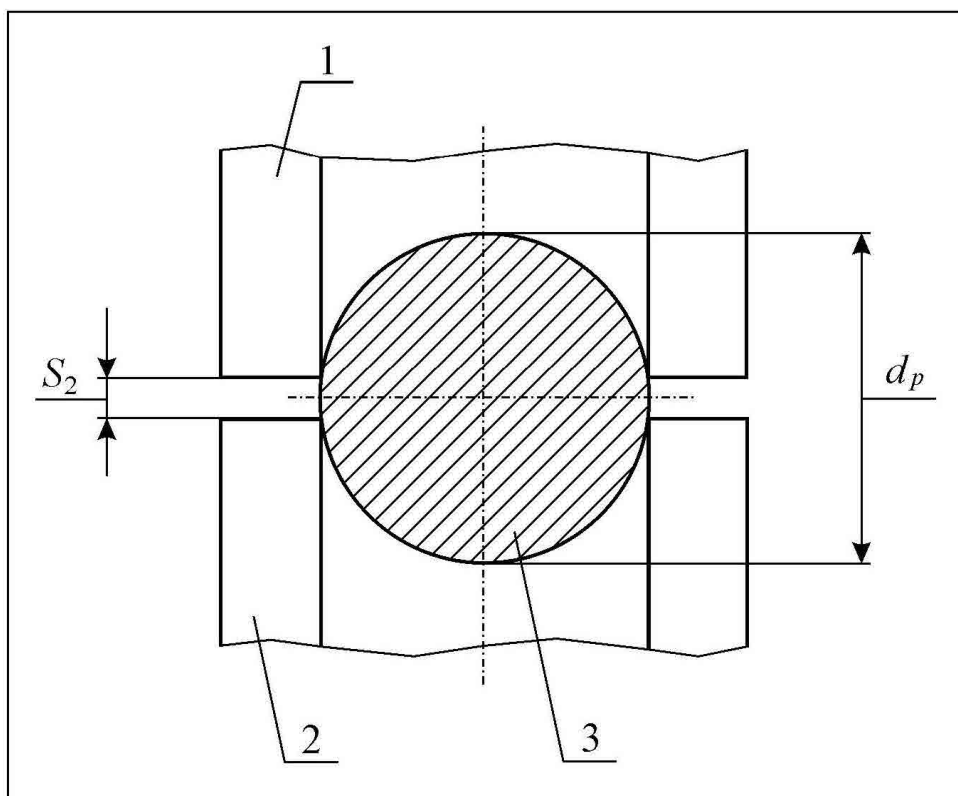
Параметр	Одиниця виміру	Значення
Найбільший діаметр стрижня виробу, що висаджується	мм	16
Номінальне зусилля	МН	2
Довжина стрижню виробу	мм	30-150
Найбільший діаметр заготовки (для $\sigma_s = 600$ МПа)	мм	18
Найбільша довжина заготовки	мм	160
Число ходів повзуна у хвилину	хв. ⁻¹	105-200
Потужність двигуна головного приводу	кВт	55,5
Габаритні розміри:		
- довжина	мм	6480
- ширина	мм	3380
- висота	мм	2260
Маса	т	39,6

Даний ХВА має одну відрізну та чотири штампувальних позиції штампування, а також пристрої для підрізання торця, знімання фаски та накатування різьби.

7 КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНСТРУМЕНТУ

7.1 Ролики для подавання каліброваного прокату.

На кресленку (рис. 7.1) схематично показано ролики для подавання каліброваного прокату.



1 – верхній ролик; 2 – нижній ролик; 3 – круглий прокат

Рисунок 7.1 – До визначення геометричних параметрів роликів

Діаметр канавки d_p для обох роликів визначається за формулою

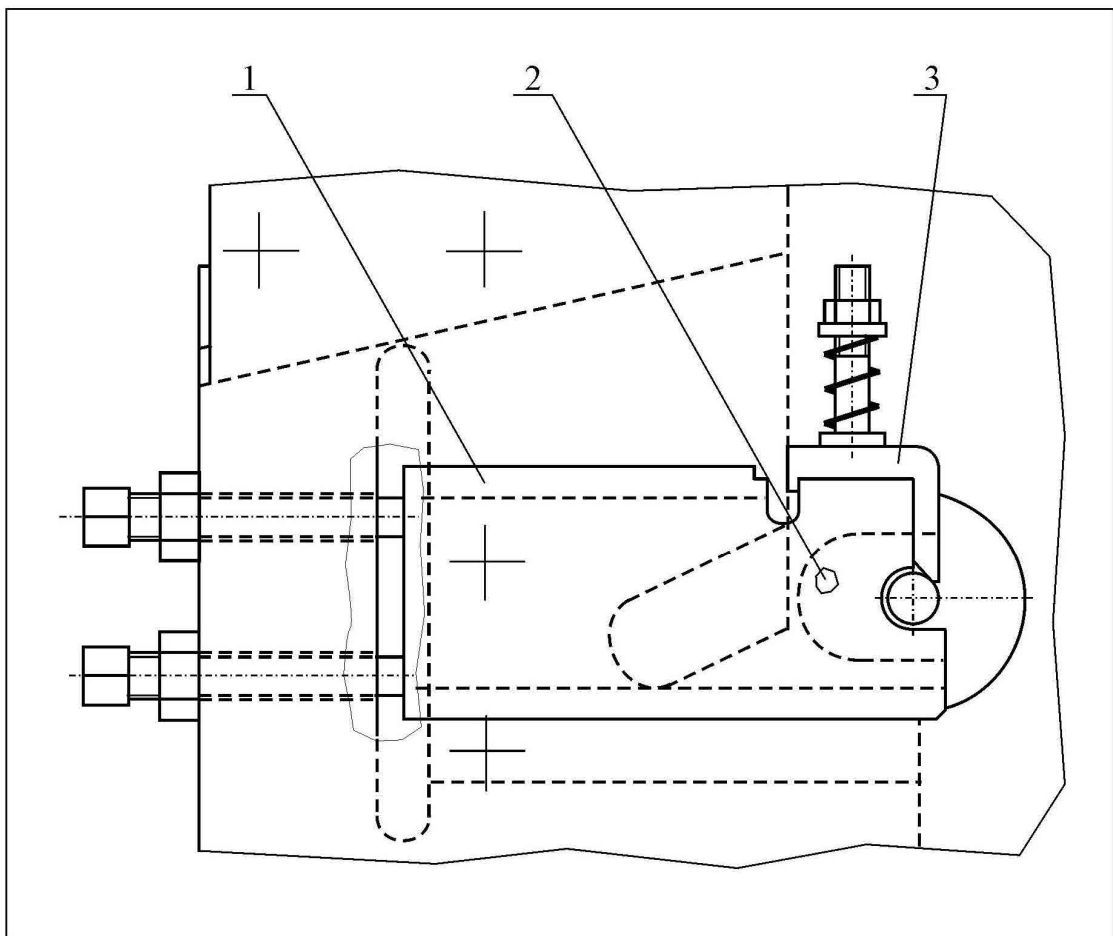
$$d_p = d_{3_{\max}} = 13,3 \text{ мм},$$

а зазор між роликами приймають із наступної рекомендації:

$$S_2 = (0,8 \dots 0,9) \cdot d_{3_{\max}} = 0,85 \cdot 13,3 = 11,3 \text{ мм}.$$

7.2 Відрізний ніж.

Для забезпечення якісного відрізування та подальшого транспортування відрізаної заготовки шпильки до першої позиції штампування приймаємо конструкцію відрізного ножа 1 із пружною лапкою 3 (рис. 7.2). Високу стійкість ножа буде забезпечено, якщо його армуватимемо твердосплавною відрізною вставкою 2.



1 – корпус ножа; 2 – твердосплавна вставка; 3 – притискна лапка

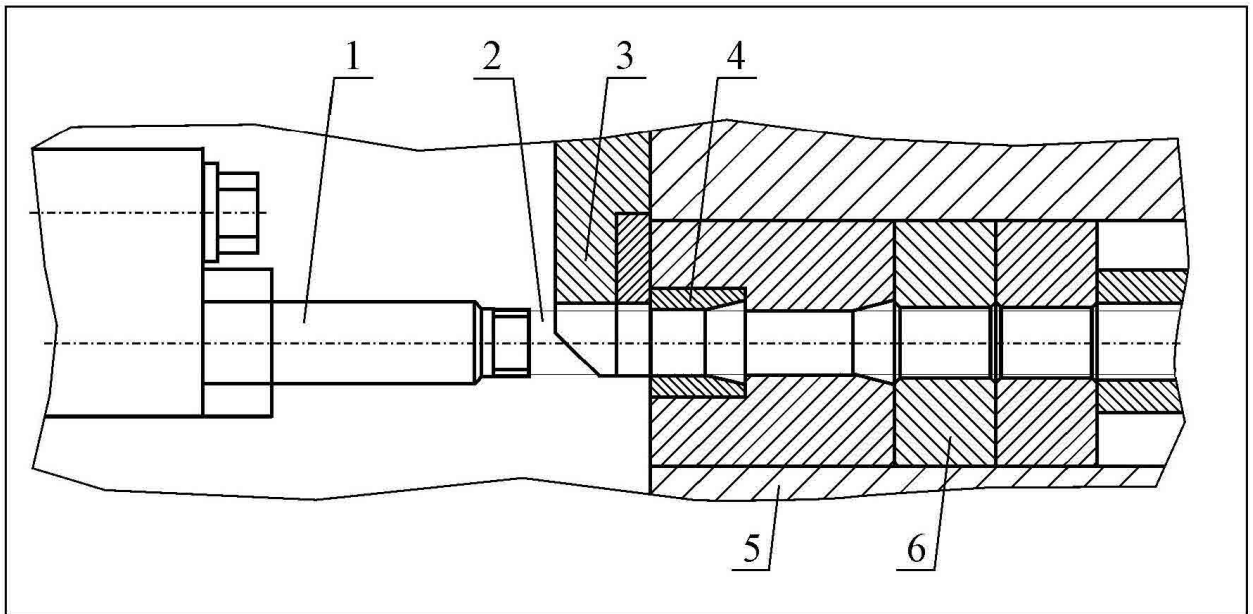
Рисунок 7.2 – Робоча зона відрізного ножа

Робочий діаметр відкритого отвору в матриці d_n визначаємо за формулою:

$$d_n = d_o + 0,2 = 13,3 + 0,2 = 13,5 \text{ мм.}$$

7.3 Відрізна матриця.

Відрізну матрицю (рис. 7.3) виконуємо складеної конструкції: корпус – із сталі 30ХГСА, вставка – з твердого сплаву марки ВК20. Така конструкція забезпечує задовільну стійкість відрізної матриці холодно-висаджувального автомату.



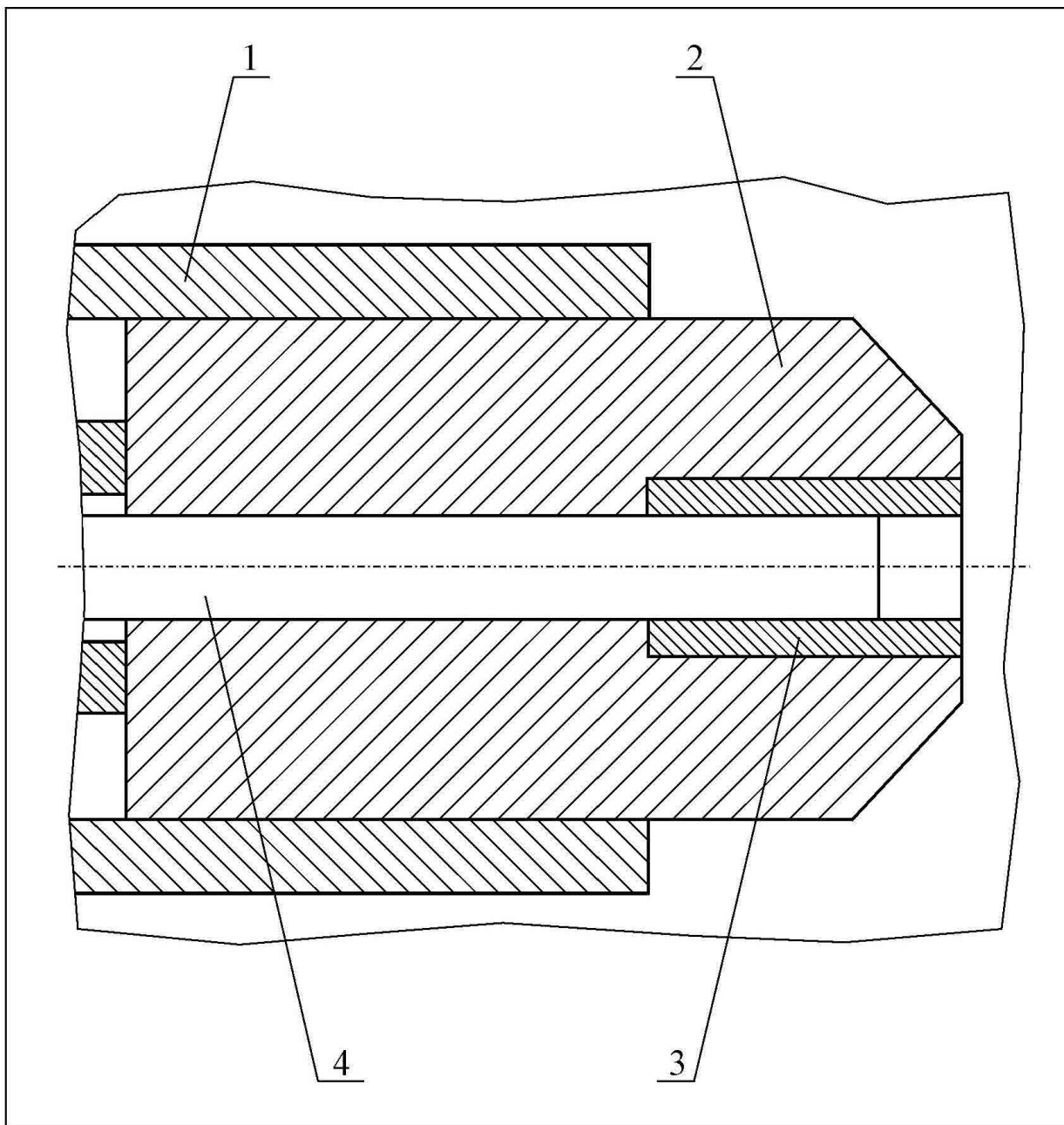
- 1 – упор;
- 2 – заготовка (стрижень);
- 3 – відрізний ніж;
- 4 – відрізна матриця;
- 5 – корпус;
- 6 – шайба спеціальна

Рисунок 7.3 – Робоча зона відрізної матриці

7.4 Пуансон першого переходу для калібрування торців.

Пуансон першого переходу виконуємо суцільним, але з твердо-сплавною вставкою 3, яка запресована в корпус 2 (рис. 7.4). Торець пуансона робимо скошеним під кутом 45° , з метою запобігання удару ножа по корпусу

в момент відведення в момент підведення заготовки до першої позиції.
Матеріал корпусу – сталь 30 ХГСА, вставки – твердий сплав ВК20 КС.

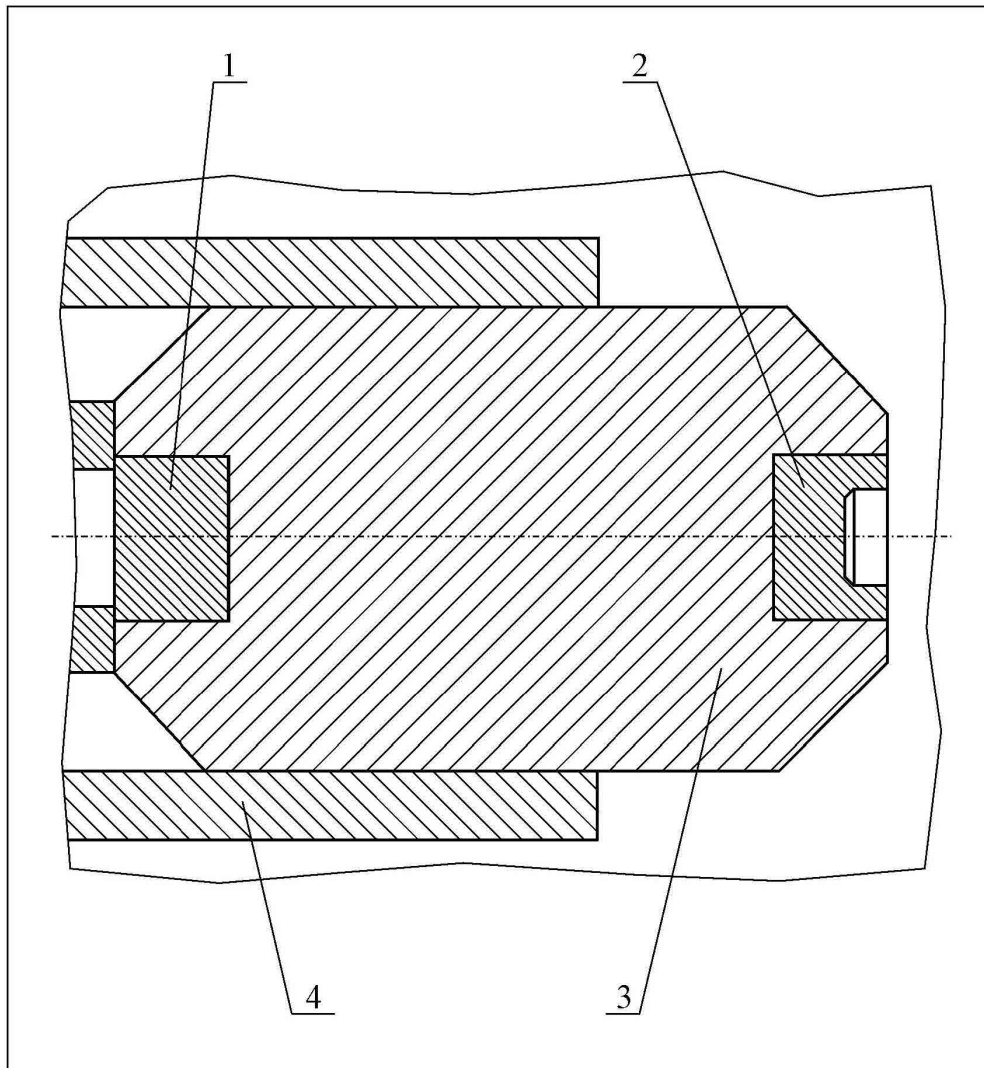


- 1 – пуансотримач;
- 2 – пуансон (корпус);
- 3 – твердосплавна вставка;
- 4 - виштовхувач

Рисунок 7.4 – Конструктивне виконання пуансона першого переходу

7.5 Пуансон другого переходу для калібрування фасок.

Конструкція пуансона другого переходу, а також матеріали, аналогічні таким, як для пуансона першого переходу (рис. 7.5). З метою підвищення стійкості, пуансон конструктивно виконано двобічним: з протилежного боку робочу порожнину заглушено заглушкою 1.

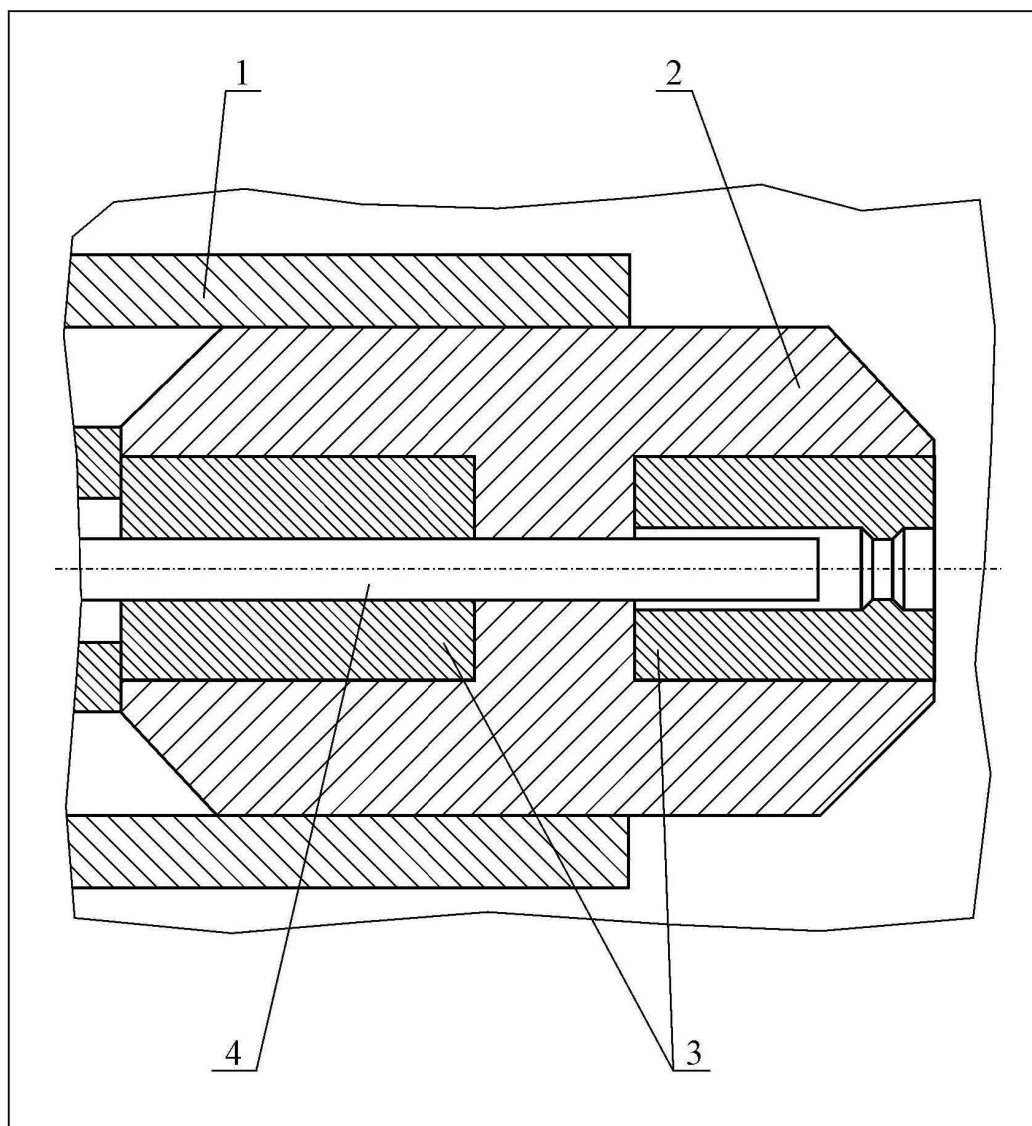


- 1 – заглушка;
- 2 – твёрдосплавна вставка;
- 3 – корпус;
- 4 – пуансонотримач

Рисунок 7.5 – Конструктивне виконання пуансона другого переходу

7.6 Пуансон третього переходу для першого редукування

В конструкції пуансона третього переходу, передбачені дві вставки 3 для редукування (рис. 7.6), що дає можливість підвищити стійкість інструменту на даному переході. Матеріал вставок та корпусу – той же, що й на попередніх переходах штампування.



- 1 – пуансотримач;
- 2 – корпус;
- 3 – твердосплавні вставки;
- 4 – виштовшувач

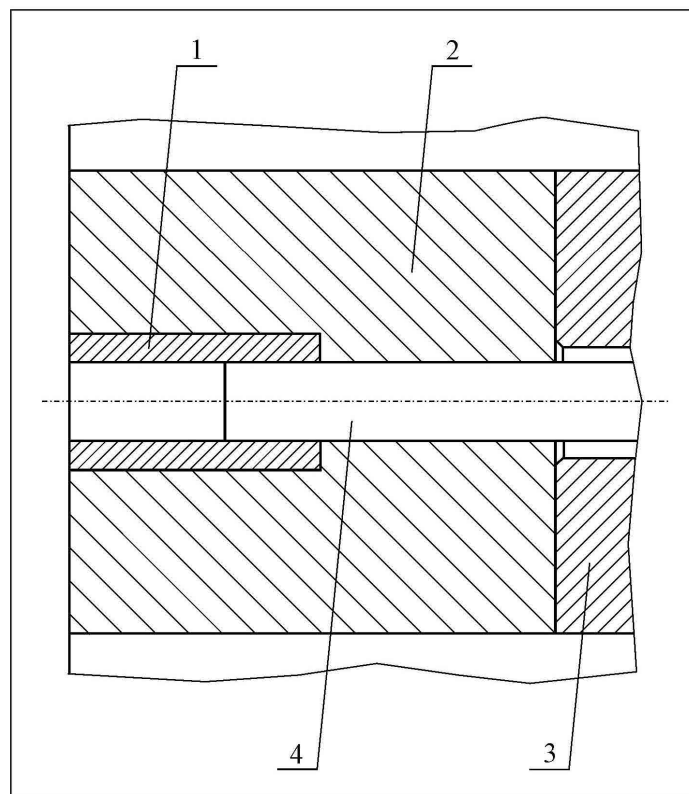
Рисунок 7.6 – Конструкційне виконання пуансона третього переходу

7.7 Пуансон четвертого переходу для другого редукування

Конструктивне виконання пуансона четвертого переходу для другого редукування практично не відрізняється від конструктивного виконання пуансона третього переходу для першого редукування, а тому в роботі не наводиться.

7.8 Матриці.

Конструктивно матриці всіх переходів виконані однаково: вони складної конструкції, мають твердосплавну вставку, що запресована у корпус. Матеріали корпусу та вставок на всіх переходах – відповідно сталь 30ХНСА та твердий сплав ВК20 (рис. 7.7).

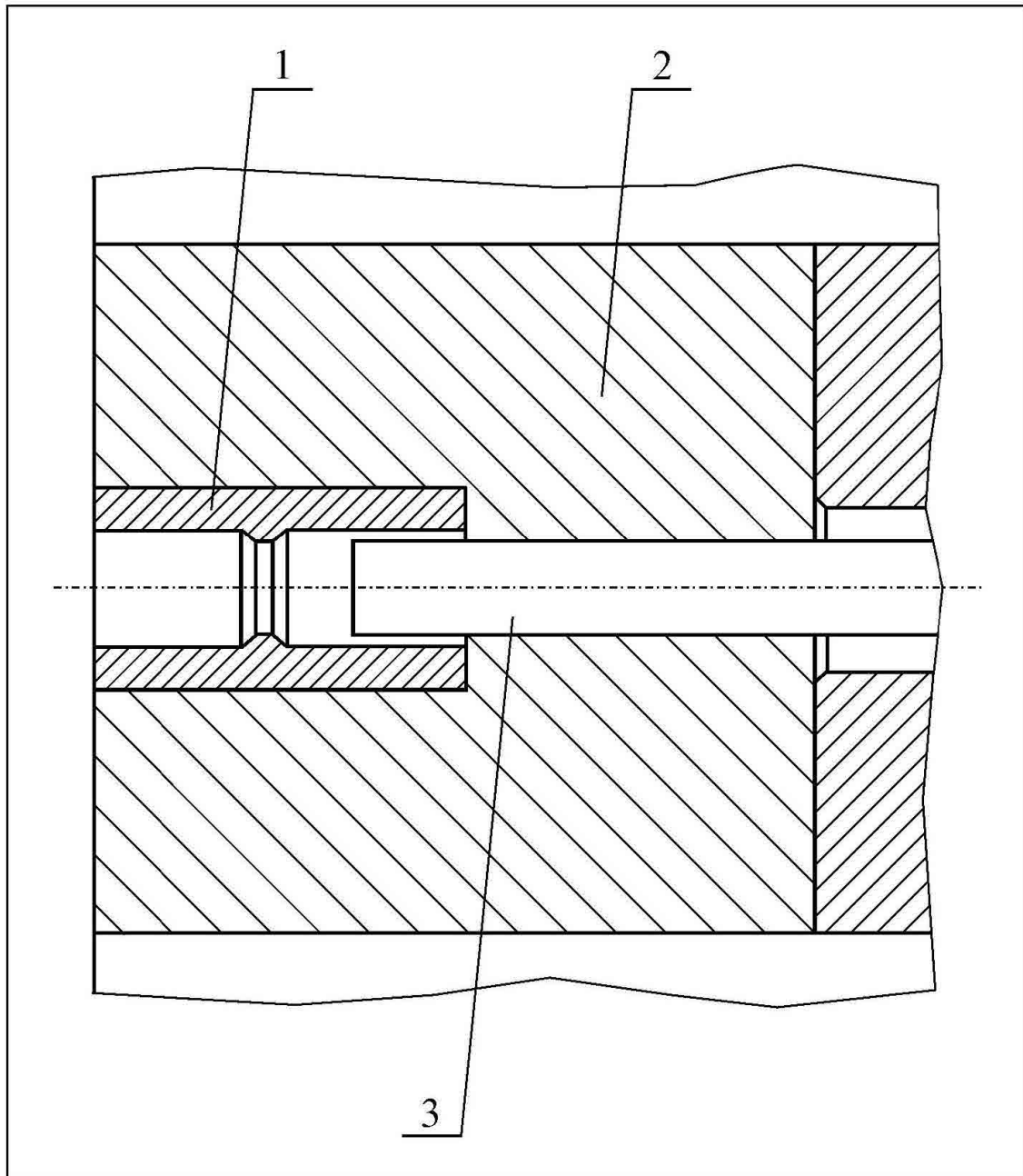


- 1 – твердосплавна вставка; 2 – корпус;
3 – шайба спеціальна; 4 – виштовшувач

Рисунок 7.7 – Конструктивне виконання матриці першого переходу

Посадкові місця матриць відповідають розмірам матричного блоку ХВА А1922.

Конструктивний розрахунок габаритних розмірів виконано для матриці другого редукування (рис. 7.8).



1 – твёрдосплавна вставка;

2 – корпус;

3 – виштовшувач

Рисунок 7.8 – Конструктивне виконання матриці четвертого переходу

Встановлюємо габаритні розміри матриці:

$$h_1 = (0,3 \dots 0,5) \cdot D = 0,4 \cdot 13,3 = 5,32 \text{ мм};$$

$$d_m = D + (0,15 \dots 0,2) = 13,3 + 0,18 = 13,48 \text{ мм};$$

$$\alpha = 27^\circ 25';$$

$$h_2 = (0,3 \dots 0,7) \cdot d = 0,45 \cdot 10,86 = 4,89 \text{ мм};$$

$$n_3 = (2 \dots 3) \cdot d = 2,5 \cdot 10,86 = 27,15 \text{ мм};$$

$$d_k = d + (0,15 \dots 0,2) = 10,86 + 0,2 = 11,06 \text{ мм};$$

$$D_2 = 2D_1 = 2 \cdot 50 = 100 \text{ мм}.$$

8 РОЗРАХУНОК ІНСТРУМЕНТУ НА МІЦНІСТЬ

Пуансони перевіряємо на міцність по напруженням стискування [8, 9, 10]. Найбільш навантаженим є третій перехід:

$$\sigma_3 = \frac{P_3}{F_3} = \frac{211900}{3,14 \frac{(50-173,3)^2}{4}} = 200 \text{ МПа.}$$

Допустиме напруження на стискування для матеріалу пуансона становить 2000 МПа, отже міцність забезпечується.

ВИСНОВКИ

1. Зроблено аналіз кресленика деталі «Шпилька», що штампується на ХВА.
2. Визначено розміри вихідної заготовки.
3. Розраховано переходи штампування.
4. Виконано технологічний аналіз матеріалу виробу.
5. Розраховано зусилля деформування за переходами штампування.
6. Вибрано штампувальне обладнання – ХВА А1922.
7. Описано конструктивні особливості інструменту.
8. Розраховано інструмент на міцність.
9. Спроектовано загальний кресленик оснащення та розроблено робочі кресленики на його деталі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х т. / Под ред.. Е. И. Семёнова – Т. 1. Материалы и нагрев. Оборудование. Ковка – М.: Машиностроение, 1985. – 567 с.
2. Анурьев В. П. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – М.: Машиностроение, 1980. – 723 с.
3. Холодная объёмная штамповка: Справочник / Под ред. Г. А. Навроцкого . – М.: Машиностроение, 1973. – 496 с.
4. Методичні вказівки по курсу «Холодне об'ємне штампування» для студентів спеціальності 8.090206 «Обладнання для обробки металів тиском» / Укл. Б. Б. Кришкін. – Кіровоград: КНТУ, 2006. – 82 с.
5. Ковка и штамповка. Справочник в 4-х т. / Под ред.. Е. И. Семёнова – Т. 3. – Холодная объёмная штамповка. – М.: Машиностроение, 1987. – 384 с.
6. Анурьев В. П. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. – М.: Машиностроение, 1980. – 723 с.
7. Навроцкий Г. А., Кроха В. А. О величинах деформации металла при высадке стержневых изделий на холодновысадочных автоматах. – Кузнечно-штамповачное производство, 1977. – № 5.
8. Кришкін Б. Б. Холодне об'ємне штампування. Навчальний посібник. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – 120 с.
9. Auslegung der Werkzeuge und Entwicklung der Formteile für MehrmatrizenKaltumformer. National Machinery Co. Tiffin, Ohio, 1996. – 320 s.
10. Бунатян Г.В., Скуднов В.А., Хыбемяги А.И. Холодное выдавливание деталей формирующей технологической оснастки. – М.: Машиностроение, 1998. – 182 с.: ил.

ДОДАТКИ