

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

«Допущено до захисту»

Зав. кафедри ММР

канд. техн. наук, доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

«_____» червня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Технологія та оснащення для виготовлення деталі
«Гайка»»**

**«Technology and equipment for the production of the "Nut"
part»**

КРБ.ПМ.24.39.000.00.00.00 КР

Виконав здобувач вищої освіти
4-го курсу, групи ПМ(ОТ)-20
спеціальності 131
«Прикладна механіка»,
_____ Шульган Я. В.

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

Рецензент
канд. техн. наук, доцент
_____ Віктор ПУКАЛОВ

№ ст.	Зона	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Άίεσι αί οαοΰ σααεΐά</u>		
				<u>Çáíáî ðíçðíáεάáá</u>		
	À4			Çaaaáííÿ íà äèíèííá		
				íðíáεðóááííÿ	1	
	À4			Άίί οαοΰ	1	
	À4	ÊÐÁ.íí.24.39.000.00.00.00	ÍÇ	Ííÿííááεΐά çáí'èñá	1	
				<u>Άίεσι αί οαοΰ íí ñεεááεΐέí</u>		
				<u>íáèíèöÿí</u>		
				<u>Çáíáî ðíçðíáεάáá</u>		
	À4	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.00		Øðáíí äëÿ øðáíííóááííÿ äëÿ	1	
				ááðàε³ "Άáεéá"		
	À1	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.00	ÑÊ	Ñεεáááεΐέε εðáñεáíέε	1	
				<u>Άίεσι αί οαοΰ íí ááðàεÿí</u>		
				<u>Çáíáî ðíçðíáεάáá</u>		
	À2	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.01		íóáíííí	1	
	À3	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.04		Íáððεöÿ	1	
	À3	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.07		Íóáíííííððè á÷	1	
	À3	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.20		Çííí á÷	1	
	À3	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.21		Øÿáá	1	
	À3	ÊÐÁ.íí.24.39.100.00.00.23		Áðóεéá	1	

					ÊÐÁ.íí.24.39.000.00.00.00 Áí		
Ζμ.	Αρκ.	№ докум.	Πίδικ	Δατα			
Ροζροβιε	Шульган			24.06.24	Λίτερα	Αρκυση	Αρκυσις
Περεβίριε	Сіса			24.06.24	Øðáíí äëÿ øðáíííóááííÿ ááðàε³ "Άáεéá" Άáííííðíí íðíáεðó		
Η. κντρ.					ØΓØØ áð. íí (ΓØ)-20		
Ζατβεрдие	Гречка			27.06.24			

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет: Механіко-технологічний

Кафедра: «Машинобудування, мехатроніка і робототехніка»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма: «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ММР

канд. техн. наук, доцент

_____ Андрій Гречка

09 квітня 2024 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
Пугач Андрій Григорович**

1. Тема роботи: «Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Гайка»».
2. Керівник роботи: Сіса Олег Федорович, к. т. н., доцент.
3. Строк подання роботи до захисту: 24 червня 2024 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи.
Мета: Розробити технологію та оснащення для виготовлення деталі «Гайка».
Завдання: Зробити вибір способу отримання вихідної заготовки, вибрати та спроектувати технологічні переходи, зробити розрахунок припусків, допусків, виконавчих розмірів інструменту, виконати розрахунок силового режиму, розрахунок робочих деталей штампа на міцність.
5. Консультант по роботі, із зазначенням розділу роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Опрацювання навчальної та наукової літератури	08.04.2024 р.	
2	Зробити вибір способу отримання вихідної заготовки	22.04.2024 р.	
3	Вибрати та спроектувати технологічні переходи	29.04.2024 р.	
4	Зробити розрахунок припусків, допусків, виконавчих розмірів інструменту	13.05.2024 р.	
5	Виконати розрахунок силового режиму	27.05.2024 р.	
6	Розрахунок робочих деталей штампа на міцність	10.06.2024 р.	
7	Написання першого варіанта тексту, подання його на ознайомлення керівникові	19.06.2024 р.	
8	Усунення недоліків, написання останнього варіанта тексту	21.06.2024 р.	
9	Оформлення презентації роботи	24.06.2024 р.	
10	Здача роботи на кафедрі та перевірка на наявність запозичень	26.06.2024 р.	
11	Зовнішнє рецензування	27.06.2024 р.	
12	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні екзаменаційної комісії	28.06.2024 р.	

Дата видачі завдання
09 квітня 2024 р.

Підпис керівника

_____ Олег СІСА

Завдання прийнято до виконання
09 квітня 2024 р.

Підпис здобувача

_____ Ярослав ШУЛЬГАН

Анотація

Ярослав ШУЛЬГАН. Технологія та оснащення для виготовлення деталі «Гайка». Кваліфікаційна робота для освітнього ступеня «бакалавр», прикладна механіка: ЦНТУ, м. Кропивницький, 2024. – 44 с. Матеріали презентації – 4 слайда.

Метою роботи є розробка технології та оснащення для виготовлення деталі «Гайка». Технологія виготовлення гайки холодним об'ємним штампуванням будується на основі необхідної і достатньої кількості технологічних формоутворюючих позицій. Спираючись на розрахункові дані за кількістю позицій, діаметр вихідного металу, розміри заготовки по позиціях, а також необхідні додаткові технологічні операції, можливо визначити необхідне за технічними характеристиками обладнання. Сам процес складається з формоутворюючих операцій (осаду, видавлювання пряме, видавлювання зворотне) і розділових операцій (пробивання).

Розроблена нова конструкція штампа для видавлювання гайки, що забезпечує значне підвищення стійкості заготовки і дозволяє істотно підвищити реалізованість розроблених технологічних режимів. Удосконалено технологію виробництва гайки на кривошипно-колінному пресі за рахунок раціонального перерозподілу ступеня деформації на попередній стадії процесу виготовлення деталей, що дозволило знизити навантаження на інструмент та попередити утворення поверхневих тріщин на виробі. Знайдено раціональні технологічні режими, що забезпечують реалізованість та покращують умови протікання процесу виготовлення гайки за мінімальне число деформаційних проходів. Результати роботи рекомендовані до впровадження на виробництво.

Ключові слова: видавлювання, обладнання, пуансон, матриця, гайка

Annotation

Yaroslav SHULGAN. Technology and equipment for the manufacture of the "Nut" part. Qualification work for the educational degree "bachelor", applied mechanics: CNTU, Kropyvnytskyi, 2024. - 44 p. Presentation materials - 4 il.

The purpose of the work is the development of technology and equipment for the production of the Nut" part. The technology of manufacturing nuts by cold three-dimensional stamping is based on the necessary and sufficient number of technological forming positions. Based on the calculation data for the number of positions, the diameter of the starting metal, the dimensions of the workpiece by positions, as well as the necessary additional technological operations, it is possible to determine the necessary technical characteristics of the equipment. The process itself consists of forming operations (deposition, direct extrusion, reverse extrusion) and separation operations (punching).

A new design of a die for squeezing out a nut has been developed, which provides a significant increase in the stability of the workpiece and allows to significantly increase the feasibility of the developed technological modes. The technology of nut production on the crank-knee press has been improved due to the rational redistribution of the degree of deformation at the previous stage of the manufacturing process of parts, which made it possible to reduce the load on the tool and prevent the formation of surface cracks on the product. More rational technological regimes have been found that ensure realizability and improve the conditions of the nut manufacturing process with the minimum number of deformation passes. The results of the work are recommended for implementation in production.

Keywords: extrusion, equipment, punch, matrix, nut.

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

«Допущено до захисту»

Зав. кафедри ММР

канд. техн. наук, доцент

_____ Андрій ГРЕЧКА

«___» червня 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Технологія та оснащення для виготовлення деталі
«Гайка»»**

**«Technology and equipment for the production of the "Nut"
part»**

КРБ.ПМ.24.39.000.00.00.00 КР

Виконав здобувач вищої освіти
4-го курсу, групи ПМ(ОТ)-20
спеціальності 131

«Прикладна механіка»,

_____ Шульган Я. В.

Керівник роботи

канд. техн. наук, доцент

_____ Олег СІСА

ЗМІСТ

ВСТУП		9
1.	ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ ...	12
2.	ВИБІР ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ	15
3.	РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ, ДОПУСКІВ, ВИКОНАВЧИХ РОЗМІРІВ ІНСТРУМЕНТУ	19
4.	РОЗРАХУНОК СИЛОВОГО РЕЖИМУ	21
	4.1. Зусилля відрізування	21
	4.2. Зусилля осаджування	21
	4.3. Зусилля зворотного видавлювання	22
5.	РОЗРАХУНОК РОБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА НА МІЦНІСТЬ	24
	5.1. Розрахунок пуансона	26
	5.2. Розрахунок матриці	28
	5.3. Розрахунок та конструювання пуансонотримачів та опор	32
	5.4. Розрахунок виштовхувачів	34
ВИСНОВКИ.....		40
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....		41
ДОДАТКИ.....		42
	Специфікація «Штамп для штампування деталі «Гайка»».....	43
	А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик.....	43
	А.2 Другий аркуш специфікації на складальний кресленик.....	44

ВСТУП

Підвищення ефективності виробництва металовиробів є одним з пріоритетних напрямків розвитку чорної металургії. Невід'ємною умовою плідної діяльності підприємств в умовах існуючої системи ринкових відносин стає поєднання ефективності виробництва з його низькими витратами і відповідно зниженою собівартістю. Тільки в цих умовах можливе отримання високоякісної конкурентоспроможної продукції. Розвиток таких галузей промисловості, як машинобудування, автомобілебудування, залізничний транспорт, будівництво, визначає зростаючий попит на кріпильні вироби, які повинні відповідати вимогам, що пред'являються споживачами. Найбільш ефективним методом виготовлення кріпильних виробів, а саме гайок є холодне об'ємне штампування (ХОШ) з використанням пресів-автоматів і кривошипно-колінних пресів. Застосування ХОШ замість обробки різанням і гарячого штампування забезпечує підвищення продуктивності, економію металу (коефіцієнт використання металу в холодному штампуванні - 0,95-0,98) і підвищення міцності виробів у зв'язку зі зміцненням штампованого металу. Вироби отримані холодним штампуванням, як правило, володіють підвищеною точністю і чистотою поверхні, що виключає застосування доробних операцій.

Технологія виготовлення деталей холодним об'ємним штампуванням будується на основі необхідної і достатньої кількості технологічних формоутворюючих позицій. Спираючись на розрахункові дані за кількістю позицій, діаметр вихідного металу [1,4], розміри заготовки по позиціях, а також необхідні додаткові технологічні операції, також можливо визначити необхідне за технічними характеристиками холодновисадочне і різьбонакатне обладнання. Проектування технологічного процесу холодного об'ємного штампування деталі традиційно починається з розрахунку обсягу останньої формоутворюючої позиції, і далі, враховуючи формозміну кожного елемента деталі, розраховується попередня форма заготовки, аж до

циліндричної заготовки, відрізаної від мотка дроту. Залежно від розрахункового ступеня деформації металу, зміни механічної схеми деформації та сумарного ступеня деформації по переходах висадки, а так само заданих технічних вимог на деталь по структурі, твердості, що руйнує навантаження, і т.п., визначається, якими хімічними, механічними, фізичними, технологічними або спеціальними властивостями повинен бути деформований метал, чи потрібно проміжний відпал металу і який інструмент достатній і необхідний для масового або для серійного виробництва гайки.

Технологічний процес холодного об'ємного штампування на багатопозиційному холодновисадочному автоматі складається з формоутворюючих (осадження, висадка, редукування, видавлювання пряме, видавлювання зворотне, накатка) і розділових операцій (пробивка, обрізка, підрізка). Залежно від форми, розмірів, механічних властивостей кінцевої деталі операції можуть повторюватися по позиціях, застосовуватися в комбінації (наприклад, редукування + висадка), або бути відсутніми. Детально про основи технології холодного об'ємного штампування, схеми деформації, обладнання та інструмент описано в роботах [1,4,6].

Холодне об'ємне штампування застосовується для виготовлення деталей складної форми з металів і сплавів, що володіють достатньою пластичністю. Відсутність нагріву дозволяє отримати точні заготовки і деталі з високою якістю поверхні. Застосування об'ємного штампування дозволяє отримати деталі, що не вимагають або майже не вимагають подальшої механічної і термічної обробки. До числа операцій холодного об'ємного штампування відносяться: осадження, об'ємна формовка, холодне видавлювання, висадка, карбування, таврування. Така обробка часто здійснюється за кілька операцій, що забезпечує поступову і послідовну зміну форми: від початкової до заданої. Для збільшення пластичності і зниження опору деформуванню використовують попередній і міжопераційні відпал.

Деталі, виготовлені холодним об'ємним штампуванням, мають високу точність і відрізняються коефіцієнтом використання матеріалу понад 90%.

Кріпильні вироби (болти, гайки, гвинти, шурупи, заклепки, цвяхи тощо) можуть виготовлятися обробкою різанням, гарячим і холодним штампуванням [79, 80, 81]. Методи виготовлення кріплення обробкою малопродуктивні, пов'язані з великою витратою металу (коефіцієнт використання металу становить 0,3 - 0,5) і тому використовуються, головним чином, в одиничному і дрібносерійному виробництві. Лише при виготовленні великого кріплення і виробів з трудно-деформованих марок сталі, коли неможливо застосувати об'ємну штампування, використовується обробка різанням. Способи виготовлення кріпильних виробів гарячим штампуванням характеризуються нагріванням або всієї заготовки, або тільки штампованого ділянки до температур 1150 - 1250 С (гаряча штампування) або 750 - 850 С (напівгоряче штампування). Недоліками гарячого штампування є підвищена витрата металу у зв'язку з його чадом і знижена якість поверхні виробів через наявність окалини. Слід також зазначити, що гаряче штампування вимагає використання спеціального нагрівального обладнання (печі, індуктори тощо) і пов'язана з підвищеною витратою енергоресурсів (паливо, електроенергія). Гаряча штампування отримала досить широке застосування, особливо в тих випадках, коли неможливо використовувати методи ХОШ, що має місце при виготовленні великих кріпильних виробів (з діаметром стрижня 24 мм і більше), а також виробів з високоміцних марок сталі.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці технології та обладнання для виготовлення деталі «Гайка».

Розділ 1

1. ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ВИХІДНОЇ ЗАГОТОВКИ

З урахуванням розмірів деталі, що виготовляється, найбільш простим і прийнятним способом отримання заготовки було б вирубування її із листа чи штаби [5, с. 109], однак вирубування круглих заготовок економічно не вигідно у зв'язку з великими втратами металу на технологічні відходи. Вирубування ж квадратних заготовок призводить до необхідності послідуєчого переформування вихідної заготовки у заготовку круглого перерізу.

Отримання вихідної заготовки з круглого прокату ускладнюється у зв'язку з малою величиною співвідношення

$$a = \frac{h}{d}, \quad (1.1)$$

де: h – довжина (висота) заготовки;

d – діаметр заготовки.

Для відрізання заготовок від круглого прокату необхідно, щоб

$$\frac{h}{d} \geq 1,40, \quad (1,2)$$

тому діаметр вихідної заготовки визначаємо за формулою:

$$d_3 = (0,92 \dots 0,95) \cdot d_0 = 0,93 \cdot 50 = 48 \text{ мм.}$$

Номінальна величина об'єму металу, потрібного для виробництва деталі, визначається за рисунком 1.1 з урахуванням технологічних відходів [5, с. 101]:

$$V = V_{k1} + V_{k2} + V_{y1} + V_{y2} - V_{ц.отв.} - V_{к.отв.}, \quad (1.3)$$

де: V_{k1} – об'єм 1 фаски конусної форми;

V_{k2} – об'єм 2 переходу від більшого діаметра циліндра до меншого;

V_{y1} – об'єм 3 більшої головки втулки;

V_{y2} – об'єм 4 меншої головки втулки;

$V_{ц.отв.}$ – об'єм 5 циліндричного отвору у втулці;

$V_{к.отв.}$ – об'єм 6 конусного переходу в отворі втулки.

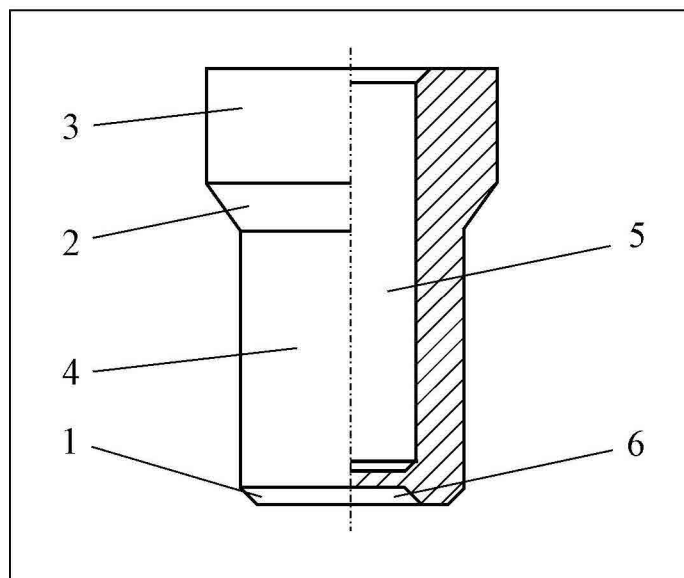


Рисунок 1.1 – До розрахунку номінальної величини об'єму металу вихідної заготовки

$$V_{k1} = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (R_1^2 + R_1 \cdot R_2 + R_2^2) = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 2,5 \cdot (25^2 + 25 \cdot 22,5 + 22,5^2) = 4431,98 \text{ мм}^3,$$

де: h – висота зрізаного конуса;

R_1 – діаметр більшої основи конуса;

R_2 – діаметр меншої основи конуса.

$$V_{k2} = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot (30^2 + 30 \cdot 25 + 25^2) = 14287 \text{ мм}^3;$$

$$V_{y1} = \pi \cdot R^2 \cdot h = 3,14 \cdot 25^2 \cdot 31,5 = 61818,75 \text{ мм}^3;$$

$$V_{y2} = 3,14 \cdot 30^2 \cdot 2 = 56520 \text{ мм}^3;$$

$$V_{y.омв.} = 3,14 \cdot 58^2 \cdot 13 = 30778,28 \text{ мм}^3;$$

$$V_{к.омв.} = \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 2 \cdot (15^2 + 15 \cdot 13 + 13^2) = 1232,97 \text{ мм}^3.$$

Тоді:

$$V = 4431,98 + 14287 + 61818,75 + 56520 - 30778,28 - 1232,97 = 105046,48 \text{ мм}^3.$$

Визначаємо об'єм вихідної заготовки з урахуванням відходів:

$$V_3 = V + V_{від} = 105046,48 + 2918,6 = 107965,11 \text{ мм}^3,$$

$$\text{де } V_{від} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h_{від} = \frac{3,14 \cdot 26^2}{4} \cdot 5,5 = 2918,6 \text{ мм}^3,$$

$h_{від}$ – вогнище деформації. Визначається за допомогою програми [8, с. 44].

Приймаємо у якості вихідного матеріалу круглу калібровану сталь діаметром 48 мм по ГОСТ 71052 [5, с. 80].

Визначаємо номінальну довжину вихідної заготовки:

$$h_3 = \frac{4 \cdot V_3}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 107965,11}{3,14 \cdot 48^2} = 57 \text{ мм}.$$

2. ВИБІР ТА ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПЕРЕХОДІВ

Згідно із конструктивно-технологічною класифікацією штампованих деталей [5, с.105], деталь «Гайка» відноситься до другого класу (деталі, при штампуванні яких переважає процес зворотного видавлювання).

Вважаючи, що вироблювана деталь має просту форму і співвідношення її розмірів відповідає вимогам деформації, робимо висновок, що деталь можливо отримати за два переходи.

Таким чином, попередньо приймаємо, що процес штампування буде складатися із таких переходів:

- осадження з калібруванням (намітка отворів);
- зворотне видавлювання;
- пробивання перетинки.

Загальний ступінь деформації по двом останнім переходам на рисунку 2.1 визначається за формулою [5, с. 156]:

$$E = E_1 + E_2, \quad (2.1)$$

де E_i – логарифмічний ступінь деформації по переходам штампування.

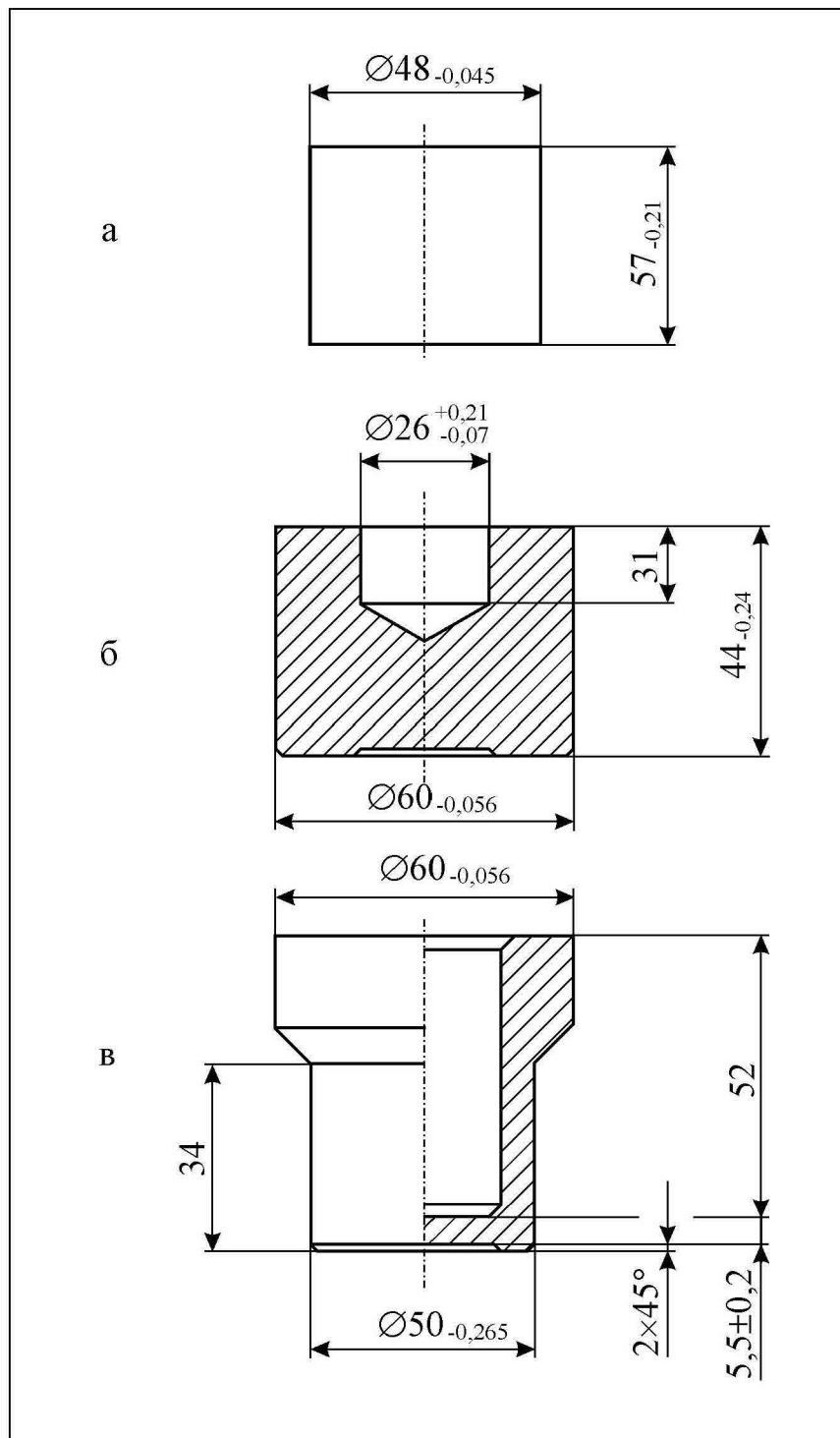
У свою чергу [5, с. 156]:

$$E = \ln \frac{1}{1-e}, \quad (2.2)$$

де e – відносний ступінь деформації.

Вибрані переходи згідно з класифікацією процесів формозмінення [5, с. 85] відносяться до п. 2 (закрите осаджування) і до п. 12 (зворотне видавлювання). Для цих схем деформацій при осаджуванні:

$$e = \frac{D^2 - d^2}{d^2} = \frac{60^2 - 48^2}{48^2} = 0,56;$$



а – вихідна заготовка;

б – осаджування;

в – зворотне видавлювання

Рисунок 2.1 – Розміри деталі за переходами штампування

$$E = \ln \frac{1}{1-0,56} = 0,82.$$

За найденим значенням ступеня деформації по переходам визначаємо з графіка [5, с. 49]: $\sigma_s = 700$ МПа.

Радіальна деформація при видавлюванні:

$$e_1 = 1 - \frac{D^2}{d^2} = 1 - \frac{48^2}{60^2} = 0,36;$$

$$E_1 = \ln \frac{1}{1-0,36} = 0,446;$$

$$e_2 = \frac{d^2}{D^2} = \frac{26^2}{60^2} = 0,188;$$

$$E_2 = \ln \frac{1}{1-0,188} = 0,208,$$

де d_1 – діаметр отвору в заготовці.

Таким чином, при осаджуванні істинний опір матеріалу пластичному деформуванню становитиме [5, 62]: $\sigma_s = 800$ МПа.

Визначаємо висотні деформації по двом переходам:

$$E_{h1} = \frac{L_0 - L_1}{L_1} = \frac{57 - 44}{57} = 0,228;$$

$$E_{h2} = \frac{L_2 - L_0}{L_0} = \frac{60 - 44}{44} = 0,36 ,$$

де: D – початковий діаметр перерізу;

d – кінцевий діаметр перерізу;

L_0 – початкова висота заготовки;

L_1 – висота заготовки після першого переходу;

L_2 – висота заготовки після другого переходу.

Таким чином:

$$E = E_1 + E_2 = 0,82 + 0,36 = 1,18.$$

Вибираємо максимально допустиму величину відносної деформації для сталі 5Г пс, яка складає 85 % [5, с.100]. Оскільки $E < [E]$, то при штампуванні деталі можна обійтися без додаткової термообробки (відпалу).

Розділ 3

3. РОЗРАХУНОК ПРИПУСКІВ, ДОПУСКІВ, ВИКОНАВЧИХ РОЗМІРІВ ІНСТРУМЕНТУ

Допуски T на розміри заготовки на кожному переході визначаються складанням допусків на виготовлення інструменту T_m та на його зношування T_z [5, с. 78], тобто

$$T = T_m + T_z. \quad (3.1)$$

Точність виготовлення інструменту задається і звичайно відповідає ІТ6 [5, с. 78].

Таким чином виконавчий розмір пуансона для зворотного видавлювання [6, с. 291]

$$d_1 = 26,21 h6 = 26,21_{-0,013} \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір пуансона для осаджування

$$d_2 = 60 h6 = 60_{-0,019} \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір отвору матриці для зворотного видавлювання

$$D = 60 H6 = 60^{+0,030} \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір виштовхувача

$$d_e = 30 h6 = 30_{-0,013} \text{ мм.}$$

Виконавчий розмір отвору матриці під виштовхувач

$$D_g = 30H7 = 30^{+0,021} \text{ мм.}$$

Розрахунок виконавчих розмірів для інструменту інших переходів не передбачено.

4. РОЗРАХУНОК СИЛОВОГО РЕЖИМУ**4.1. Зусилля відрізування.**

Зусилля, що необхідне для відрізування, визначається за формулою [3, с. 284]:

$$P = \kappa_p \cdot \tau \cdot f, \quad (4.1)$$

де: κ_p – коефіцієнт, що враховує стан ріжучих кромek інструмента.

Приймаємо $\kappa_p = 1,3$;

f – площа зрізу

$$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 48^2}{4} = 1808,6 \text{ мм}^2 = 1808,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2;$$

τ – напруження зрізу

$$\tau = 0,6 \cdot \sigma_g = 0,6 \cdot 500 = 300 \text{ МПа},$$

σ_g – межа міцності матеріалу заготовки. $\sigma_g = 500$ МПа для сталі 10.

Тоді:

$$P = 1,3 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 1808,6 \cdot 10^{-6} = 759,6 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

4.2. Зусилля осаджування.

Зусилля, що необхідне для осаджування, визначається за формулою:

$$P = p \cdot F, \quad (4.5)$$

де: p – величина тиску на інструмент

$$p = \sigma_s^* \cdot \left(1 + 0,4\mu \cdot \frac{F}{H} \right); \quad (4.6)$$

F – площа поперечного перерізу заготовки

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 44}{4} = 2826 \text{ мм}^2;$$

σ_s^* – приведенне напруження текучості

$$\sigma_s^* = 1,15 \cdot \sigma_s; \quad (4.7)$$

μ - коефіцієнт тертя при холодному деформуванні. $\mu = 0,1$ [3, с. 283];

H – висота заготовки. $H = 44$ мм.

Тоді:

$$p = 805 \cdot \left(1 + 0,4 \cdot 0,1 \cdot \frac{\sqrt{2826}}{44} \right) = 843,9 \text{ МПа};$$

$$P = 843,9 \cdot 2826 = 2384,86 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

4.3. Зусилля зворотного видавлювання.

Зусилля, що необхідне для здійснення процесу зворотного видавлювання, визначається за формулою:

$$P = P_{oc. \phi.} + P_{зв. в.} \quad (4.8)$$

де: $P_{oc.ф.}$ – зусилля, що необхідне для осаджування фланцю

$$P_{oc.ф.} = p \cdot F, \quad (4.9)$$

p – значення величини тиску на пуансон;

$$p = \left[1 + \mu \cdot \left(0,5 \cdot \frac{\sqrt{F}}{h} + \frac{f}{F} \right) \right] \cdot \sigma_s^*; \quad (4.10)$$

$\sigma_s^* = 760$ МПа;

h – значення висоти вогнища деформації. $h = 17$ мм;

F – площа поперечного перерізу пуансона

$$F = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (60^2 - 26^2)}{4} = 2295,3 \text{ мм}^2;$$

f – площа поперечного перерізу матриці.

Тоді:

$$p = \left[1 + 0,1 \cdot \left(0,5 \cdot \frac{\sqrt{2295,3}}{17} + \frac{1431,8}{2295,3} \right) \right] \cdot 760 = 1107 \text{ МПа};$$

$$P = 2295,3 \cdot 1107 = 2540,96 \text{ кН.}$$

Визначаємо зусилля, що необхідне для зворотного видавлювання:

$$P = p \cdot F. \quad (4.11)$$

Необхідні для розрахунків значення:

$$D = 50 \text{ мм};$$

$$f = 26^2 = 676 \text{ мм}^2;$$

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 50^2}{4} = 2962,5 \text{ мм}^2.$$

Тиск на інструмент визначаємо за формулою [3, с. 285]:

$$p = \left[\frac{\varepsilon_i}{\psi_i} + 1 + \left[\frac{4 \cdot (h' + b_1) \cdot (D + d)}{d^2} + \frac{d}{3 \cdot h'} \right] \cdot \mu \right] \cdot \sigma_s^*, \quad (4.12)$$

де: $\varepsilon_i = 1,18$;

$$\psi_i = 0,34$$

$$\psi_i = \frac{f}{F} = \frac{676}{1962,3} = 0,34;$$

$$b_1 = (0,04 \dots 0,06) \cdot D = 0,06 \cdot 50 = 3 \text{ мм},$$

де: F, f – площі поперечного перерізу матриці і пуансона, відповідно;

h_1 – значення висоти вогнища деформації;

D, d – робочі діаметри матриці і пуансона відповідно

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot f}{\pi}} \sqrt{\frac{4 \cdot 676}{3,14}} = 29 \text{ мм}.$$

Так як на кінцевій стадії процесу видавлювання $h' = 10,25$ мм, що розраховано за допомогою таблиці [8, с. 44], то максимальна величина тиску на пуансон становить

$$p = \left[\frac{1,18}{0,34} + 1 + \left[\frac{4 \cdot (10,25 + 3) \cdot (50 + 29)}{29^2} + \frac{29}{3 \cdot 10,25} \right] \cdot 0,1 \right] \cdot 760 = 3846,01 \text{ МПа.}$$

Тоді:

$$P_{\text{св. в.}} = 3846,01 \cdot 1962,5 = 2599,904 \text{ кН};$$

$$P = 2540,96 \cdot 2599,904 = 5142 \text{ кН} = 5,14 \text{ МН.}$$

5. РОЗРАХУНОК РОБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПІВ НА МІЦНІСТЬ

5.1. Розрахунок пуансона.

Розрахунок пуансона здійснюється за допомогою кафедральних комп'ютерних програм.

Вихідні дані для розрахунку по першій програмі:

- радіус пуансона $R_n = 13$ мм;
- напруження плину матеріалу деталі $\sigma_s = 760$ МПа;
- значення похибки центрування інструмента $\delta = 0,1$;
- радіус матриці $R_m = 30$ мм;
- довжина пояска, що калібрує $l_k = 3,8$ мм;
- питомий тиск штампування $p = 3841$ МПа;
- зусилля штампування $P_\delta = 5140864$ Н;
- коефіцієнт тертя $\mu = 0,1$.

Результати розрахунку:

- плече моменту на пуансоні, що вигинає $E = -5,91^{-0,6}$ мм;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 1,007$ Н;
- зусилля тертя на торці пуансона $T_m = 8080$, Н.

Вихідні дані для розрахунку по другій програмі:

- робоча довжина пуансона $l_p = 26$ мм;
- довжина пояска, що калібрує $l_k = 3,8/2 = 1,9$ мм;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 1,00689$ Н;
- зусилля тертя на торці пуансона $T_m = 8080$ Н;
- зусилля штампування $P_\delta = 5140864$ Н;

- плече моменту на пуансоні, що вигинає $E = -5,91^{-0,6}$ мм;
- радіус пуансона $R_n = 13$ мм;
- радіус матриці $R_m = 30$ мм;
- обтискування пуансона матеріалом виробу $\Delta r = 0,08$ мм;
- напруження плинину матеріалу виробу $\sigma_s = 1520$ МПа;
- коефіцієнт концентрації напружень $\alpha = 1,2$;
- коефіцієнт впливу способу механічної обробки $\beta = 0,98$;
- межа міцності матеріалу пуансона при циклічному навантаженні $\sigma_{-1} = 3000$ МПа (для сталі Р6М5).

Результати розрахунку:

- запас міцності пуансона у відносних одиницях $\Delta n = 4,638^{-0,1}$;
- фактичний запас міцності пуансона $n = 1,66$;
- зусилля витягання пуансона з виробу $P_e = 12610$ Н;
- напруження вигину $\sigma_e = 2978$ МПа;
- напруження стискання $\sigma_c = 8,99^{-0,4}$ МПа;
- напруження розтягу $\sigma_p = 33$ МПа;
- амплітудне напруження за цикл $\sigma_a = 1472,5$ МПа.

На основі параметричної оптимізації для різних умов видавлювання вибрані основні типи пуансонів оптимальної конструкції та умови їх використання. За розрахованим значенням зусилля витягання вибираємо пуансон III типу для зворотного видавлювання деталей в особливо важких умовах при питомих зусиллях видавлювання $P > 2,2$ ГПа за рисунком 5.1.

Результати розрахунку параметрів пуансона:

- $d_k = 26$ мм з допуском h6;
- $d_p = d_k - 2z = 26 - 2 \cdot 0,4 = 25,2$ мм з допуском h8;
- $z = 0,1 \dots 0,5$ мм;
- $d_n = (1,02 \dots 1,05) \cdot d_p = 1,04 \cdot 25,2 = 26,21$ мм з допуском m6;

- $D_o = (1,1 \dots 1,2) \cdot d_p = 1,2 \cdot 25,2 = 30,24$ мм;
- $R = R_o = (0,3 \dots 0,4) \cdot d_p = 0,4 \cdot 25,2 = 10$ мм з допуском h8;
- $L_n = (1,0 \dots 1,25) \cdot d_p = 1,10 \cdot 26,21 = 28,8$ мм;
- $L_o = (1,0 \dots 1,25) \cdot D_o = 1,10 \cdot 30,24 = 33,26$ мм з допуском h8;
- вибираємо сталь Р6М5 ГОСТ 5950.

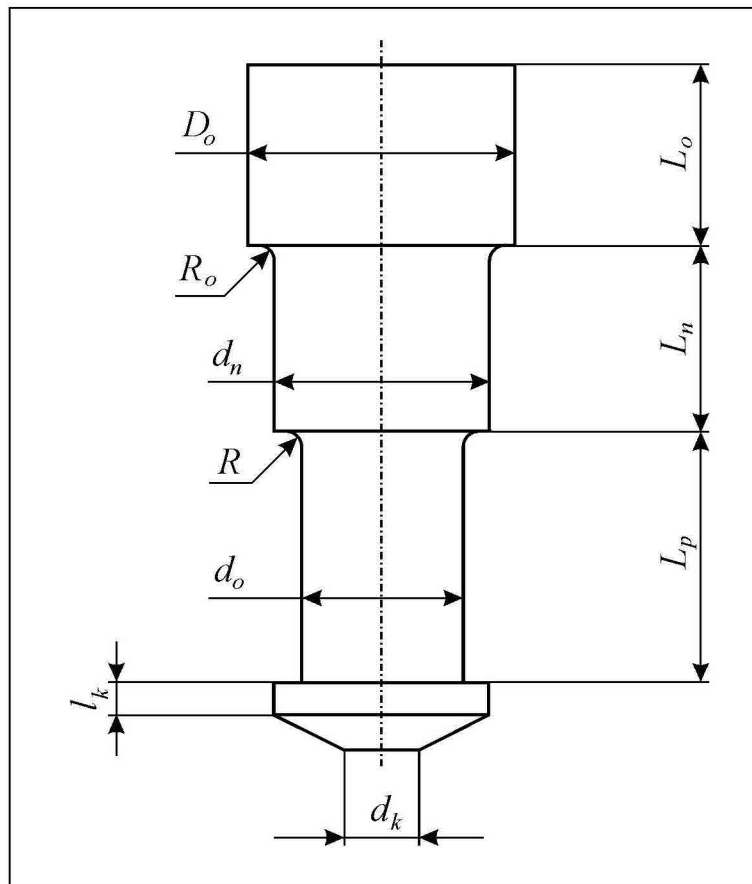


Рисунок 5.1 – Схема типового пуансона для осаджування

З відношення $\frac{l_p}{2R_n} \leq 1$ визначаємо:

- $l_p < 2R_n = 2 \cdot 10 = 20$ мм;
- $l_k = 3,8$ мм (з урахуванням матеріалу пуансона).

5.2. Розрахунок матриці.

З розрахованого значення зусилля зворотного видавлювання робимо висновок про те, що виготовляти матрицю необхідно з одним бандажем. Бандаж використовуємо для того, щоб під час видавлювання матриця витримала потрібне зусилля на рисунку 5.2.

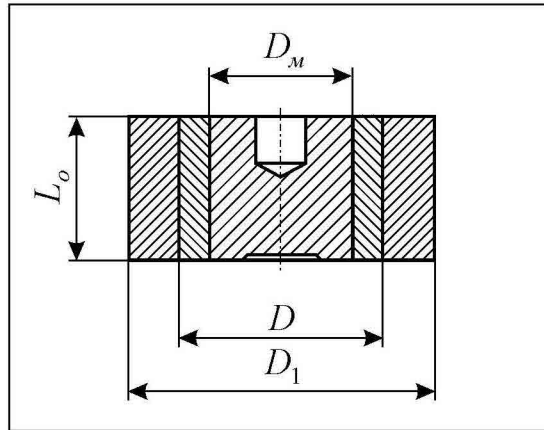


Рисунок 5.2 – Схема однобандажної матриці для зворотного видавлювання

Визначаємо зовнішній діаметр D твердосплавної вставки:

$$D = 1,6 \cdot D_m = 1,6 \cdot 60 = 96 \text{ мм};$$

Визначаємо зовнішній діаметр D_1 бандажа:

$$D_1 = 2,56 \cdot D_m = 2,56 \cdot 60 = 154 \text{ мм}.$$

Визначаємо величину натягу твердосплавної вставки в корпусі матриці для видавлювання втулки. Діаметр головки – 60 мм. Зусилля осаджування – $P = 259,9$ т. Межа текучості сталі $\sigma_s = 76$ кг/мм². Складена матриця має наступні розміри:

$$r = 77 \text{ мм}; \quad r_1 = 48 \text{ мм}; \quad r_2 = 123 \text{ мм}.$$

Розраховуємо максимальний внутрішній тиск на стінці матриці:

$$\sigma_n = g - \sigma_s = \frac{P}{0,785 \cdot D^2} - \sigma_s = \frac{259990}{0,785 \cdot 60^2} - 76 = 16 \text{ кг/мм}^2;$$

$$K_1 = \frac{r_1}{r} = \frac{48}{77} = 0,62;$$

$$K_2 = \frac{r}{r_2} = \frac{77}{123} = 0,63,$$

де: K_1 – відношення внутрішнього радіуса вставки до радіуса посадкової поверхні;

K_2 – відношення радіуса посадкової поверхні до зовнішнього радіуса циліндра.

Визначаємо контактний тиск на посадковій поверхні при наявності внутрішнього тиску:

$$P_1 = \sigma_n \cdot \frac{1 - K_2^2}{2 - K_1^2 - K_2^2} = 16 \cdot \frac{1 - 0,63^2}{2 - 0,62^2 - 0,63^2} = 7,9 \text{ кг/мм}^2.$$

Визначаємо радіальне напруження за формулою:

$$\sigma_r = \sigma_n \cdot \frac{K_1^2 \cdot (1 - K_2^2)}{1 - K_1^2 \cdot K_2^2} = 16 \cdot \frac{0,62^2 \cdot (1 - 0,63^2)}{1 - 0,62^2 \cdot 0,63^2} = 4,36 \text{ кг/мм}^2.$$

Контактний тиск після запресовування вставки при відсутності внутрішнього тиску:

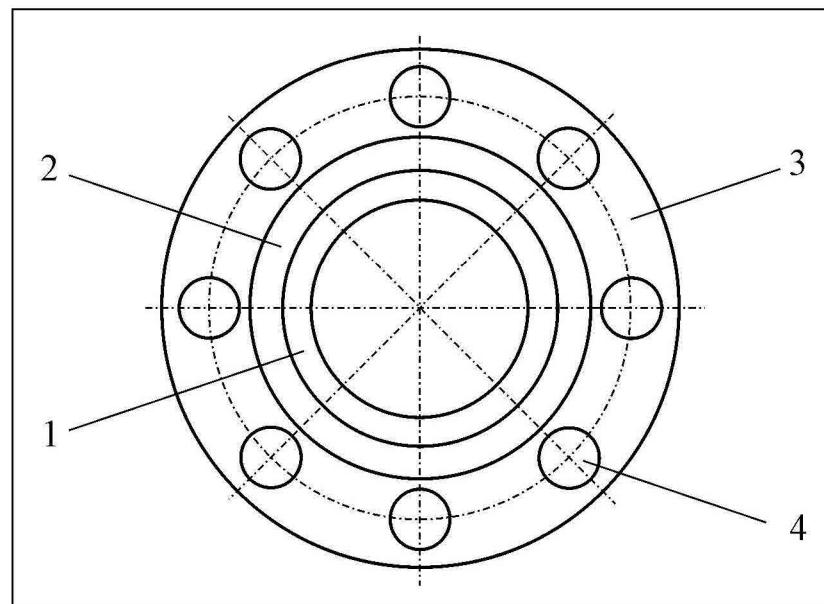
$$P_0 = P_1 - |\sigma_r| = 7,9 - 4,36 = 3,54 \text{ кг/мм}^2.$$

Величина натягу для різних матеріалів вставки та корпусу визначається за формулою:

$$\delta = P_0 \cdot d_e \cdot \left[\frac{1}{E_1} \cdot \left(\frac{1+K_1^2}{1-K_1^2} - \mu \right) + \frac{1}{E_2} \cdot \left(\frac{1+K_2^2}{1-K_2^2} + \mu \right) \right] =$$

$$= 3,54 \cdot 96 \cdot \left[\frac{1}{5,5 \cdot 10^4} \cdot \left(\frac{1+0,3844}{1-0,3844} - 0,2 \right) + \frac{1}{2 \cdot 10^4} \cdot \left(\frac{1+0,3969}{1-0,3969} - 0,28 \right) \right] = 0,046 \text{ мм.}$$

Матриця з бандажем після переходу осаджування запресовується в проміжну плиту. Матриця з бандажем, яка використовується для операції зворотного видавлювання, закріплюється за допомогою кільця та 8 гвинтів M20×60 на рисунку 5.3.



- 1 – матриця;
- 2 – бандаж;
- 3 – кільце;
- 4 – гвинт

Рисунок 5.3 – Схема кріплення матриці для зворотного видавлювання

Кільце виготовляється із сталі 45. Необхідне зусилля для затягування гвинтів розраховуємо за формулою:

$$\sum P_{зат.г.} = 20\% \cdot P_{вид}, \quad (5.1)$$

де $P_{вид}$ – зусилля зворотного видавлювання. $P_{вид} = 5142$ кН.

Тоді дійсний вираз:

$$8 \cdot P_{зат.г.} = 0,2 \cdot 5142,$$

звідкіля

$$P_{зат.г.} = \frac{0,2 \cdot 5142}{8} = 128,5 \text{ кН.}$$

Визначаємо зусилля P_z , що сприймає один гвинт:

$$P_z = \frac{P_{зат.г.}}{n} = \frac{128,5}{8} = 16,06 \text{ кН,}$$

а допустиме навантаження на один гвинт М20 складає 23,5 кН.

5.3. Розрахунок та конструювання пуансонотримачів та опор.

Опори для пуансонів круглої форми розраховують наступним чином. З умови міцності на зім'яття плити штамп знаходять діаметр опори за рисунком 5.4 за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P \cdot K_n}{\pi \cdot \sigma_{0,2} \cdot a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5140 \cdot 1,32}{3,14 \cdot 1,0 \cdot 1,8}} = 69,29 \text{ мм,}$$

де: P – зусилля, яке діє на пуансон. $P = 5140$ кН;

K_n – коефіцієнт нерівномірності розподілення напружень. $K_n = 1,32$;

$\sigma_{0,2}$ – умовна межа плинності матеріалу плити штампа. $\sigma_{0,2} = 1,0$ ГПа;

a – коефіцієнт, що ураховує схему напружено-деформованого стану. $a = 1,8$.

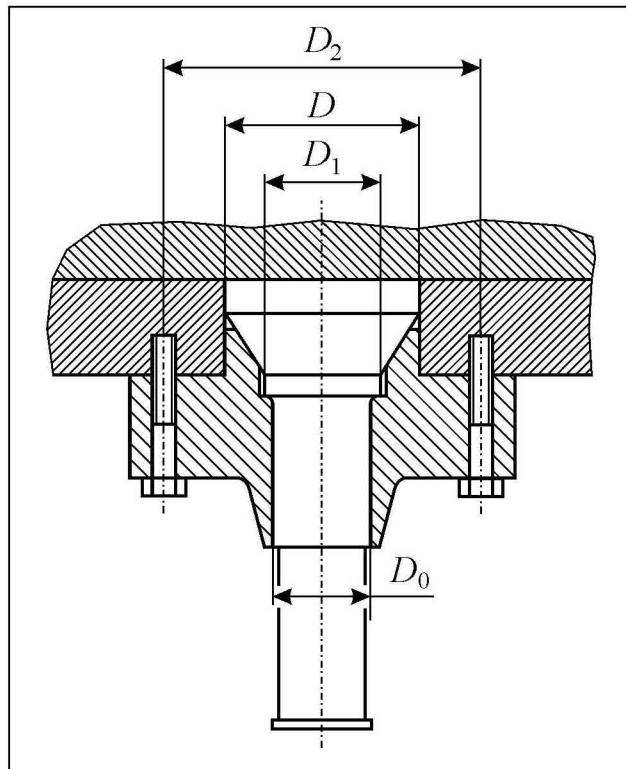


Рисунок 5.4 – Вузол кріплення пуансона

Діаметр D_1 приймаємо із умови $D_1/D_0 \rightarrow 1$:

$$D_1 = D_0 + 2 \cdot \delta, \quad (5.2)$$

де δ - допуск співвісності розміщення опори та пуансона. $\delta \leq 0,2 \dots 0,5$.

$$D_1 = 30,24 = 0,5 \cdot 2 = 31,24 \text{ мм.}$$

Кут β можна приймати в межах $50 \dots 70^\circ$, а висота

$$H = 0,25 \cdot D + 0,5 \cdot (D - D_1) \cdot \operatorname{tg} \beta = 0,25 \cdot 80 + 0,5 \cdot (80 - 31,24) \cdot 1,192 = 50 \text{ мм}$$

Приймаємо $\beta = 50^\circ$.

Для виготовлення опор вибираємо сталь X12M (HRC 56...58).

До конструкції пуансонотримача пред'являються три основних вимоги:

- він повинен забезпечувати точне розміщення пуансона в штампі;
- зберігати задане положення в штампі під тиском;
- бути швидкозмінним.

Приймаємо пуансонотримач фланцевого типу. При видавлюванні заготовок, коли на пуансон діють великі зусилля, пуансонотримач необхідно кріпити та фіксувати від повороту болтами рисунок 5.4. Для надійності роботи, необхідно опирати пуансонотримач на плиту по найбільшому діаметру. Розміри пуансонотримача визначаємо конструктивно: $D_2 = 140 \text{ мм}$.

5.4. Розрахунок виштовхувачів.

Розрахунок виштовхувачів здійснюємо за допомогою комп'ютерних програм.

Вихідні дані для розрахунку за першою програмою. За допомогою першої програми визначаємо зусилля тертя на торці виштовхувача T_m на пояску T_k , що калібрує, та значення плеча моменту, що вигинає, на виштовхувачі E після осаджування:

- радіус виштовхувача $R_n = 30 \text{ мм}$;
- напруження плинку матеріалу деталі $\sigma_s = 682 \text{ МПа}$;
- значення похибки центрування інструменту $\delta = 0,15 \text{ мм}$;
- радіус отвору в матриці $R_m = 48 \text{ мм}$;
- довжина пояски, що калібрує $l_k = 30 \text{ мм}$;
- питомий тиск штампування $p = 224 \text{ МПа}$;
- зусилля штампування $P_\delta = 1031829 \text{ Н}$;
- коефіцієнт тертя $\mu = 0,15$.

Результати розрахунку:

- плече моменту, що вигинає $E = -3,75^{-0,6}$ мм;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 1,956^{-0,2}$ Н;
- зусилля тертя на торці $T_m = 86967$ Н.

Після зворотного витягування:

- радіус виштовхувача $R_n = 25$ мм;
- напруження плинну матеріалу деталі $\sigma_s = 682$ МПа;
- значення похибки центрування інструменту $\delta = 0,15$ мм;
- радіус отвору в матриці $R_m = 48$ мм;
- довжина пояска, що калібрує $l_k = 20$ мм;
- питомий тиск штампування $p = 224$ МПа;
- зусилля штампування $P_\delta = 717427$ Н;
- коефіцієнт тертя $\mu = 0,15$.

Результати розрахунку:

- плече моменту, що вигинає $E = -5,4^{-0,6}$ мм;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 4,6867^{-0,2}$ Н;
- зусилля тертя на торці $T_m = 60394$ Н.

Вихідні дані для розрахунку по другій програмі для осаджування:

- робоча довжина виштовхувача l_p ;
- довжина пояска, що калібрує l_k ;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 1,956^{-0,2}$ Н;
- зусилля тертя на торці $T_m = 86967$ Н;
- зусилля виштовхування $P_\delta = 1031829$ Н;
- плече моменту, що вигинає на виштовхувачі $E = -3,75^{-0,6}$ мм;
- радіус виштовхувача $R_n = 30$ мм;
- радіус матриці $R_m = 48$ мм;
- обтискування виштовхувача матеріалом виробу $\Delta r = 0,08$ мм;

- напруження плинину матеріалу виробу $\sigma_s = 1363$ МПа;
- коефіцієнт концентрації напружень $a = 1,2$;
- коефіцієнт впливу способу механічної обробки $\beta = 0,98$;
- межа міцності матеріалу виштовхувача при циклічному навантаженні $\sigma_{-1} = 3000$ МПа (для сталі Р6М5).

Результати розрахунку:

- запас міцності виштовхувача у відносних одиницях $\Delta n = 3,148$;
- фактичний запас міцності виштовхувача $n = 4,35$;
- зусилля витягання виштовхувача з виробу $P_e = 14249$ Н;
- напруження вигину $\sigma_e = 573,9$ МПа;
- напруження стискання $\sigma_c = 364,9$ МПа;
- напруження розтягу $\sigma_p = 5,3$ МПа;
- амплітудне напруження за цикл $\sigma_a = 455,79$ МПа.

Вихідні дані для розрахунку по другій програмі для зворотного видавлювання:

- робоча довжина виштовхувача $l_p = 111$ мм;
- довжина пояска, що калібрує $l_k = 12,5$ мм;
- зусилля тертя на пояску, що калібрує $T_k = 4,6867^{-0,2}$ Н;
- зусилля тертя на торці $T_m = 60394$ Н;
- зусилля виштовхування $P_\delta = 717427$ Н;
- плече моменту, що вигинає на виштовхувачі $E = -5,4^{-0,6}$ мм;
- радіус виштовхувача $R_n = 25$ мм;
- радіус отвору в матриці $R_m = 48$ мм;
- обтискування виштовхувача матеріалом виробу $\Delta r = 0,08$ мм;
- напруження плинину матеріалу виробу $\sigma_s = 1363$ МПа;
- коефіцієнт концентрації напружень $a = 1,2$;
- коефіцієнт впливу способу механічної обробки $\beta = 0,98$;

- межа міцності матеріалу виштовхувача при циклічному навантаженні
 $\sigma_{-1} = 3000$ МПа (для сталі Р6М5).

Результати розрахунку:

- запас міцності виштовхувача у відносних одиницях $\Delta n = 3,133$;
- фактичний запас міцності виштовхувача $n = 4,33$;
- зусилля витягання виштовхувача з виробу $P_e = 16713$ Н;
- напруження вигину $\sigma_e = 580,7$ МПа;
- напруження стискання $\sigma_c = 365,4$ МПа;
- напруження розтягу $\sigma_p = 9,05$ МПа;
- амплітудне напруження за цикл $\sigma_a = 468,5$ МПа.

Необхідні розміри виштовхувача визначаємо з роботи [3, с. 284],
рисунок 5.5.

Для операції зворотного видавлювання:

$$D_1 = (1,05 \dots 1,1) \cdot d_e = 1,1 \cdot 50 = 55 \text{ мм};$$

$$H = (0,3 \dots 0,5) \cdot D = 0,5 \cdot 55 = 27,5 \text{ мм}.$$

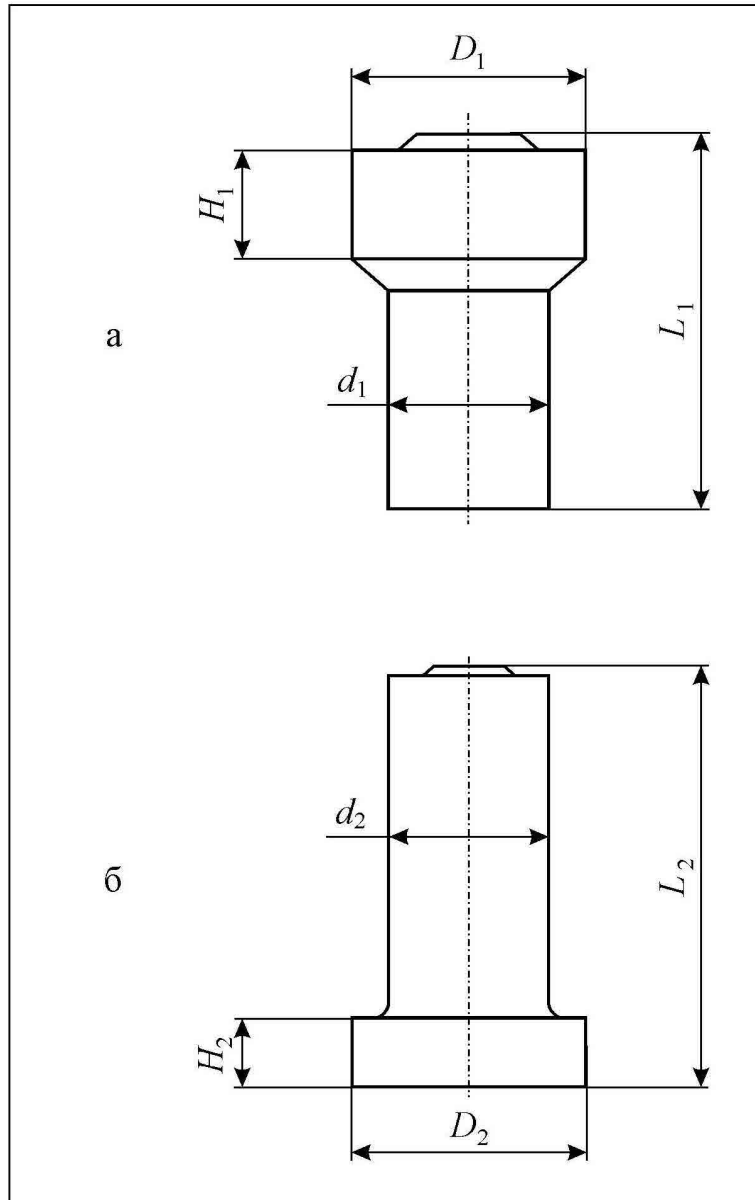
Визначаємо зусилля виштовхування деталі після зворотного
видавлювання:

$$P = p \cdot \sigma_m \cdot \mu \cdot \pi \cdot d \cdot L_1 = 0,8 \cdot 280 \cdot 0,15 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 136 = 717427 \text{ Н} = 717,43 \text{ кН};$$

$$\sigma_m = 280 \text{ МПа};$$

$$L_1 = 136 \text{ мм [3, с. 285];}$$

$$L_k = (0,25 \dots 0,5) \cdot D = 0,5 \cdot 55 = 27,5 \text{ мм}.$$



а – для зворотного видавлювання;

б – для осаджування

Рисунок 5.5 – До розрахунку геометричних параметрів виштовхувачів

Для операції осаджування:

$$D_2 = (1,05 \dots 1,1) \cdot d_6 = 1,1 \cdot 60 = 66 \text{ мм};$$

$$H = (0,3 \dots 0,5) \cdot D = 0,5 \cdot 66 = 33 \text{ мм.}$$

Визначаємо зусилля виштовхування деталі після осаджування:

$$P = p \cdot \sigma_m \cdot \mu \cdot \pi \cdot d \cdot L = 0,8 \cdot 280 \cdot 0,15 \cdot 3,14 \cdot 60 \cdot 163 = 1031829 \text{ Н} = 1031,8 \text{ кН};$$

$$\sigma_m = 280 \text{ МПа};$$

$$L_2 = 163 \text{ мм [3, с. 285];}$$

$$L_k = (0,25 \dots 0,5) \cdot D = 0,5 \cdot 66 = 33 \text{ мм.}$$

ВИСНОВКИ

1. Була опрацьована навчальна та наукова література, що дало змогу встановити особливості і недоліки виготовлення деталі «Гайка».
2. Зроблено вибір способу отримання вихідної заготовки.
3. Було вибрано та спроектовано технологічні переходи, проаналізовано технологічність деталі, де на підставі результату конструкторсько-технологічного аналізу розроблено креслення переходів холодного штампування деталі «Гайка».
4. Виконано розрахунок силового режиму і визначено – зусилля відрізування, зусилля осаджування, зусилля зворотного видавлювання.
5. Було зроблено розрахунок робочих деталей штампа на міцність – розрахунок пуансона, розрахунок матриці, розрахунок та конструювання пуансонотримачів та опор, розрахунок виштовхувачів.
6. Розроблена нова конструкція штампа для видавлювання гайки, що забезпечує значне підвищення стійкості заготовки і дозволяє істотно підвищити реалізованість розроблених технологічних режимів.
7. Удосконалено технологію виробництва гайки на кривошипно-колінному пресі за рахунок раціонального перерозподілу ступеня деформації на попередній стадії процесу виготовлення деталей, що дозволило знизити навантаження на інструмент та попередити утворення поверхневих тріщин на виробі.
8. Знайдено раціональні технологічні режими, що забезпечують реалізованість та покращують умови протікання процесу виготовлення гайки за мінімальне число деформаційних проходів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Евстратов В. А. и др. Оптимизация технологических процессов и конструкций штампов для холодного и полу горячего выдавливания. – М.: ВНИИТЭМР, 1989.
2. Ковка и штамповка. Справочник, т. 1: Материалы и нагрев. Оборудование, ковка. Под редакцией Е. И. Семёнова. – М.: Машиностроение, 1985.
3. Ковка и штамповка. Холодная объёмная штамповка. Справочник, т. 3: Под редакцией Г. А. Навроцкого. – М.: Машиностроение, 1987.
4. Холодная объёмная штамповка. Справочник. Под редакцией Г. А. Навроцкого. – М.: Машиностроение, 1973.
5. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя, т. 1. – М.: Машиностроение, 1980.
6. Попов В. А. Оснастка автоматизированного холодновысадочного производства.
7. Методичні вказівки по курсу «Холодне об'ємне штампування» для студентів спеціальності 8.090206 «Обладнання для обробки металів тиском» / укл. Б. Б. Кришкін. – Кіровоград: - 84 с.

Додатки

ДОДАТОК А

Специфікація «Штамп для штампування деталі «Гайка»»

А.1 Перший аркуш специфікації на складальний кресленик

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
				<i>Документація</i>		
A1			КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.00	Складальний кресленик		
				<i>Деталі</i>		
A3	1		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.01	Плансон	1	
	2		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.02	Плансон	1	
	3		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.03	Плансон	1	
A3	4		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.04	Матриця	1	
	5		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.05	Матриця	1	
	6		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.06	Матриця	1	
A2	7		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.07	Плансоноотримач	1	
	8		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.08	Плансоноотримач	1	
	9		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.09	Опора	1	
	10		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.10	Опора	1	
	11		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.11	Трафарет	1	
	12		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.12	Виштовхувач	1	
	13		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.13	Виштовхувач	1	
	14		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.14	Штовхач	1	
	15		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.15	Штовхач	1	
	16		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.16	Плита	1	
	17		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.17	Гайка	2	
	18		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.18	Гайка	2	
	19		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.19	Плита нижня	1	
A3	20		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.20	Знімач	1	
A2	21		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.21	Тяга	2	
	22		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.22	Втулка	2	
A3	23		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.23	Втулка	2	
	24		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.24	Тримач	1	
	25		КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.25	Бандаж	1	
			КРБ.ПМ.24.39.100.00.00.00			
Зм	Арк	№ док-м	Підпис	Дата		
Разроб.	Щульган				Штамп для штампування деталі "Гайка"	
Перев.	Біса					
Н.контр.					Літ. Аркуш Аркушів 1 2 ЦНТУ гр. ПМІОТ)-20	
Затв.	Гречка					
					Формат А4	

