

**Міністерство освіти, науки, молоді та спорту України
Національний університет «Запорізька політехніка»**

Методичні вказівки

до самостійної роботи з дисципліни
«Проектування та розрахунок штампового
оснащення для холодного штампування»
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка,
спеціалізації «Обладнання та технології пластичного
формування конструкцій машинобудування»
всіх форм навчання

Запоріжжя 2024

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, спеціалізації «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання /Укл. В.В. Широкобоков. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 42 с.

Наведено послідовність виконання завдання, методику вибору, проектування та розрахунків основних деталей штампів для холодного штампування, розробці конструкцій штампів для листового штампування, а також деякі дані, необхідні для цих робіт.

Укладач: В.В. Широкобоков, доц., к.т.н.

Рецензент: А.Ю. Матюхін, доц., к.т.н.

Відповідальний за випуск: В.В. Широкобоков, доц., к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри ОМТ
протокол № 8 від 26.06.2024

Рекомендовано до видання
НМК машинобудівного факультету
протокол № 1 від 27.08.2024

ЗМІСТ

1 ЗАДАЧІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	- 4 -
2 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ	- 4 -
3 КОНСТРУЮВАННЯ МАТРИЦЬ	- 8 -
4 КОНСТРУЮВАННЯ ПУАНСОНІВ РОЗДІЛЬНИХ ШТАМПІВ	- 14 -
5 КОНСТРУЮВАННЯ ЗНІМАЧА.....	- 23 -
6 ПРУЖИНИ, БУФЕРНІ ПРИСТРОЇ	- 27 -
7 ПЛИТИ, БЛОКИ ШТАМПІВ	- 32 -
8 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	- 35 -
ДОДАТОК А.....	- 38 -
ЛІТЕРАТУРА.....	- 40 -

1 ЗАДАЧІ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота студентів з дисципліни «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування має закріпити знання та навички, набуті на лекціях, лабораторних і практичних заняттях. При виконанні завдання студент розробляє конструктивну схему штампа, визначає основні його параметри: закриту висоту Нз.в., розміри в плані, розміри та розташування елементів для закріплення штампа на пресі, а також обґрунтовує конструкції вказаних деталей штампа, які зображає на ескізах. При цьому необхідно враховувати технологію виготовлення деталей штампа, послідовність його складання та випробування.

Завдання кожному студенту приведено в додатку №1. Номер варіанта відповідає номеру фамілії студента в списку академічної групи. Відмітка за виконання окремих етапів завдання буде висловлена по результатам їх захисту.

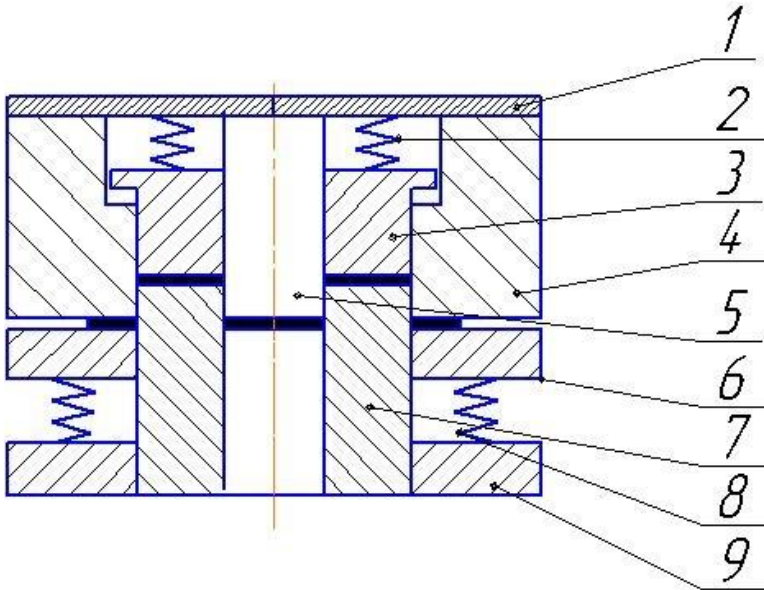
Завдання на самостійну роботу включає робоче креслення готової деталі, назву операції, для якої розробляється штамп, серійність виробництва, логічність виготовлення, а також перелік деталей штампа, на які необхідно виконання ескізів.

За цими даними студент самостійно вибирає технологію штампування, технологічну схему штампа і машину, на якій цей штамп буде використовуватись. Заключний етап завдання – це виконання ескізу збірного креслення штампа послідовної чи сумісної дії на вирубування та пробивання деталі, яку одержав студент, а також його специфікацію.

2 ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. У відповідності до завдання студент розробляє схему технологічного процесу виготовлення деталі, в якій вказує вихідну заготовку, способи подачі заготовок в штампи та видалення їх і відходів із штампів, назву та послідовність виконання операції штампування, тип штампа для кожної операції чи переходу штампування.

2.2. Після цього визначається форма і розміри деталі чи напівфабрикату, які штампують в указаній операції, заготовка для штампування, технологічні параметри операції (зусилля, робота,



1 – прокладка; 2 – пружина; 3 – знімач верхній; 4 – пуансонотримач; 5 – пуансон пробивний; 6- знімач нижній; 7 – матриця; 8 - пружина; 9 - матрицетримач;

Рисунок 2.2 - Схема штампа суміщеної дії для пробивання отвору та вирубання контура з рухомим знімачем і напрямними та грибоквими упорами.

2.4. Визначаємо ширину штаби в залежності від способу роботи штампа (з бічним притискачем чи без нього), а також від допуску на ширину штаби.

Підрахунок номінальної ширини штаби визначаємо за умови збереження мінімально необхідної бічної перемички «*v*» при різних способах подачі і різних допусках на ширину штаби. На рис. 2.3 показана схема, для визначення номінальної ширини штаби для штампування з бічним притискачем і без нього при від'ємному напрямку допуску на ширину штаби (стрічки).

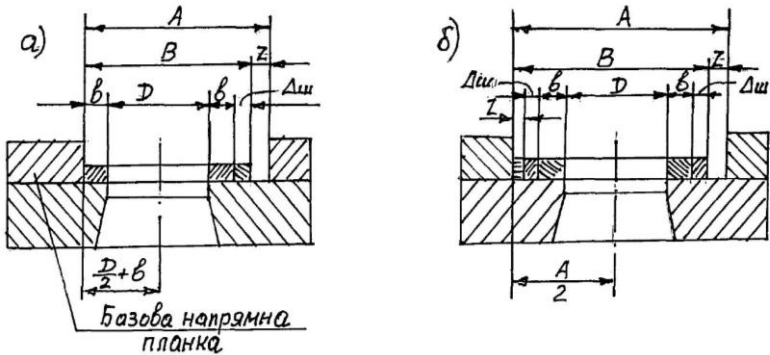


Рисунок 2.3 - Схеми для підрахунків номінальної ширини штаби з бічним притискачем (а) і без притискача (б)

Розрахункові формули для визначення номінальної ширини штаби і просвіту між напрямними планками приведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Формули для підрахунку номінальної ширини штаби

Спосіб подачі	Номінальна ширина штаби	Просвіт між напрямними планками
З бічним притискачем штаби рис. 2.3а	$B = D + 2b + \Delta u$	$A = B + Z = D + 2b + \Delta u + Z$
Без бічного притискача штаби рис. 2.3б	$B = D + 2(b + \Delta u) + Z$	$A = B + Z = D + 2(b + \Delta u + Z)$

де B – номінальна ширина штаби;

A – просвіт між напрямними планками;

D – розмір деталі що вирубується;

b – величина бічної перемички;

Z – гарантований зазор між напрямними штаби при її максимально можливій ширині;

Δu - односторонній (мінусовий) допуск на ширину штаби. При роботі з бічним притискачем номінальну ширину штаби отримаємо

менше чим при роботі без бічного притискача, на суму величин гарантованого зазору і допуску на ширину штаби.

2.5. У відповідності до завдання конструюються деталі штампа. При цьому використовують державні стандарти на окремі деталі штампів та рекомендації довідкової літератури.

В випадку відсутності відповідних стандартів, допускається проектувати деталі штампа самостійно (конструктивно) з обов'язковими розрахунками на міцність, на усталеність. Сконструйовані деталі зображають на ескізах, на яких вказують розміри, допуски на розміри, допуски на взаємне розміщення елементів деталі, твердість на матеріал деталі, шорсткість поверхонь.

2.6. Блок штампа вибирають із стандартних за розмірами найбільшої деталі в плані та закритою висотою пакета, які визначаються під час конструювання робочих частин штампа (матриці та пуансона), знімача відходів, направляючих і фіксуючих елементів штампа. Після цього остаточно визначають закриту висоту штампа.

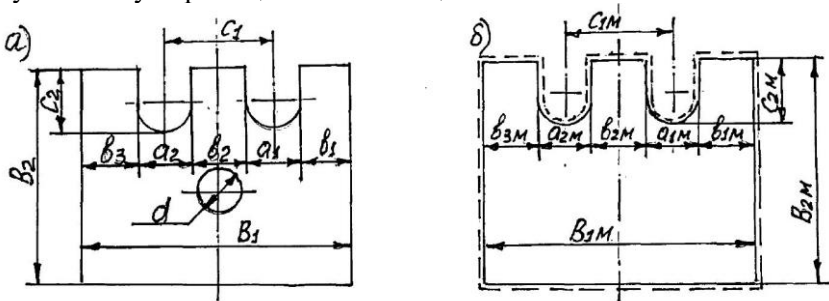
3 КОНСТРУЮВАННЯ МАТРИЦЬ

3.1. Конструювання робочих частин роздільного штампа починають з визначення розмірів різальних контурів матриці та пуансона. При цьому враховують, яка частина забезпечує задані кресленням деталі розміри, величину допусків на кожний розмір, спосіб виготовлення цих частин, зміну розмірів різальних контурів при штампуванні виробів.

Щоб виготовити листову деталь, показану на рис. 3.1, а необхідно виконати дві операції: вирубати зовнішній контур і пробити отвір. При вирубці розміри контуру забезпечує матриця, а при пробивці отвору-пуансон. В першому випадку основною робочою частиною є матриця, а в другому - пуансон. Під час штампування робочі частини зношуються, тому їх розміри змінюються в залежності від кількості відштампованих деталей.

На рис. 3.1, б показано початковий різальний контур вирубної матриці (суцільна лінія) та він же після виготовлення певного числа виробів (штрихова лінія). Відстань між цими контурами визначає лінійний знос матриці. При розрахунках приймають знос робочих частин по всьому контуру однаковий. Щоб визначити, як змінюються розміри елементів контуру виробу, потрібно зобразити різальний

контур нової та зношеної основної частини, враховуючи, що він за рахунок зносу переміщається в тіло цієї частини.



а – деталь
(—) нова

б-різальний контур;
(---) - зношена

Рисунок 3.1 – Схема змін розмірів матриці

На рис. 3.1,б видно, що деякі розміри зовнішнього контуру деталі (B^1, B^2, b^1, b^2, b^3) збільшуються, інші зменшуються (a^1, a^2) або не змінюються (C^1, C^2). Розміри елементів отвору при зносі пуансона також можуть збільшуватись, зменшуватись чи не змінюватись.

Матриця та пуансон для певної операції можуть виготовлятися сукупно або окремо. При сукупному виготовленні спочатку з необхідною точністю виготовляють різальний контур основної частини (матриці при вирубці або пуансона при пробивці), а різальний контур другої частини приганяють до контуру основної із зазором Z , допуском на зазор ΔZ . Ці дані при конструюванні беруть із довідкової літератури або відповідних документів. Розміри різального контуру з допусками основної частини вказують на робочому кресленні цієї частини. На робочому кресленні спряженої частини наводять номінальні розміри нового контуру з помітками, а в технічних умовах роблять запис, в якому вказують зазор та допуск на нього, котрі необхідно видержати при підгонці.

Розглянемо визначення розмірів різальних контурів вирубних штампів при сумісному виготовленні робочих частин.

Якщо розмір B елемента деталі збільшується, то відповідний розмір матриці

$$B_M = (B_{\max} - \Pi)^{+\delta_M} \quad (3.1)$$

де B_{\max} - найбільше значення розміру деталі, що допускається кресленням;

$\Pi = 0,8\Delta$ – припуск на знос;

$\Delta = (B_{\max} - B_{\min})$ – допуск на розмір в залежності від точності виготовлення деталі;

B_{\min} – найменше допустиме значення розміру деталі;

$\delta_M \approx 0,25\Delta$ – допуск на розмір матриці, ну краще допуск

$$\delta_M = H7.$$

Номінальний розмір відповідного елемента нового пуансона

$$B_n = B_{\max} - \Pi - Z \quad (3.2)$$

Якщо розмір а елемента в деталі зменшується, то

$$a_n = (a_{\min} + \Pi)_{-\delta_n} \quad (3.3)$$

де $\Pi = 0,8(a_{\max} - a_{\min})$;

$\delta_n = 0,25(a_{\max} - a_{\min})$ – допуск на розмір пуансона, ну краще допуск $\delta_n = h6$

Якщо розмір С елемента деталі не змінюється, то розмір матриці

$$C_M = 0,5(C_{\max} + C_{\min}) \pm \delta_M \quad (3.4)$$

де $\delta_M = 0,25(C_{\max} + C_{\min})$ або $\delta_M = H7$

Відповідний номінальний розмір пуансона

$$C_n = 0,5(C_{\max} + C_{\min}) \quad (3.5)$$

При визначенні розмірів різальних контурів пробивних штампів с початку визначають розміри пуансона (основна частина), а потім з урахуванням оптимальних зазорів Z і матриці. Допуски вказують тільки на розмір пуансона.

Якщо розмір елемента отвору «а» збільшується, то

$$a_n = (a_{\max} - \Pi)^{+\delta n} \quad (3.6)$$

де $\Pi = 0,8(a_{\max} - a_{\min})$

Відповідний номінальний розмір матриці

$$a_m = a_{\max} - \Pi - Z \quad (3.7)$$

Якщо розмір елемента отвору «в» зменшується, то

$$b_n = (b_{\min} + \Pi)_{-\delta n} \quad (3.8)$$

де $\Pi = 0,8(b_{\max} - b_{\min})$

Відповідний номінальний розмір матриці

$$b_m = b_{\min} + \Pi + Z \quad (3.9)$$

Якщо розмір елемента отвору не змінюється, то

$$C_m = 0,5(C_{\max} + C_{\min}) \pm \delta m \quad (3.10)$$

$$C_n = 0,5(C_{\max} + C_{\min}) \quad (3.11)$$

Якщо робочі частини штампа виготовляються окремо, то номінальні розміри матриць і пуансонів визначаються за приведеними вище формулами з урахуванням характеру зміни його величини. На всі розміри контурів матриці і пуансона назначають односторонні допуски з протилежними знаками. При цьому їх підбирають так, щоб

$$|\delta_m| + |\delta_n| \leq \Delta Z \quad (3.12)$$

3.2. Матеріал робочих частин штампів вибирають за локальним питомим навантаженням різальних кромок. При звичайній вирубці та пробивці це навантаження визначають за формулою

$$p_{\max} = 3,12\left(\kappa \frac{s}{d} + 1\right)\sigma_{\epsilon} \quad (3.13)$$

де κ – коефіцієнт, який враховує зазор Z , значення якого приведено в таблиці 2

s – товщина матеріалу;

d – менший розмір виробу в плані;

σ_{ϵ} – межа міцності матеріалу.

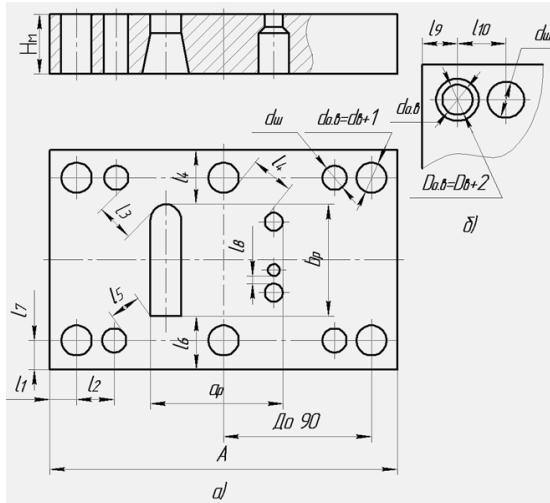
Таблиця 3.1 – Вплив зазору на локальне навантаження

$\frac{Z}{s}$	κ	$\frac{Z}{s}$	κ	$\frac{Z}{s}$	κ
0,15	2,0	0,050	3,33	0,012	4,5
0,10	2,38	0,025	4,10	0,005	5,0

Якщо $p_{\max} \leq 2200$ МПа, то можна вибрати сталі У8А, У10А, У11А, 7Х3, 9ХС. При 2200 МПа $< p_{\max} \leq 3500$ МПа вибирають сталі Х12Ф1, Х6ВФ. Коли 3500 МПа $< p_{\max} \leq 5100$ МПа доцільно вибрати сталі Х12ВМ, 7Х12ВФМ, а при 5100 МПа $< p_{\max} \leq 7000$ МПа – Р6М5, Р9, Р12.

Після термообробки твердість матриць має бути 57 – 61HRC, пуансонів – 55 – 59 HRCe.

3.3. Форму та габаритні розміри матриці вибирають з урахуванням форми і розмірів робочої зони. В робочій зоні штампа знаходиться один або кілька різальних контурів. У однопозиційних штампах, форму і розміри робочої зони визначає найбільший за розмірами різальний контур. Якщо в штампі виготовляють кілька деталей або він має кілька позицій, наприклад, штамп послідовної дії, то розміри і форма робочої зони залежать від розмірів та розташування сукупності різальних контурів матриці. Щоб визначити розміри робочої зони, необхідно провести дотичні до найбільш віддалених точок контурів, паралельно та перпендикулярно напрямку подачі штаби чи стрічку (рис. 3.2).



$d_{об}$ – діаметр отвору для стержня; $D_{об}$ – діаметр заглиблення для головки гвинта; $d_{ш}$ – діаметр отвору для штифта

Рисунок 3.2 - Матриця штампа послідовної дії

Відстань між дотичними, перпендикулярними напрямку подачі, визначає довжину робочої зони a_p , а також дотичними, паралельними цьому напрямку, - ширину e_p .

Якщо відстань між позицією пробивки отворів та позицією вирубки при подачі на один крок не забезпечує необхідну міцність стінки між відповідними контурами, то її збільшують на один або кілька кроків подачі. Тоді штамп має відповідну кількість холостих позицій, на яких штампування не виконується.

Товщину матриці, визначають з формулами [3.1, 3.5, 3.6]

$$H_m = S + K_M \sqrt{a_p + e_p} + 7 \quad (3.14)$$

$$H_m = \sqrt[3]{100P_o} \quad (3.15)$$

$$H_m = k e_p \quad (3.16)$$

де K_M – коефіцієнт, який враховує міцність металу, що штампується. Значення його наведені на стр.76 [2.7], а також в методичних вказівках [1.1-1.8].

P_o – технологічне зусилля в кН;

k – коефіцієнт, який враховує габарити та товщину штампуємого метала. Значення його наведені в таблиці 264 [2.7], а також в методичних вказівках [1.1-1.8].

Товщину матриці H_m вибирають рівною більшому значенню із визначених за формулами (3.14 – 3.16). Вибране таким чином значення H_m округляють до найближнього більшого числа із ряду: 8, 10, 12, 16, 20, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 71, 80.

Ширину вирубної матриці, визначають за формулою

$$A_m = a_p + (2,5 + 4,0)H_m \quad (3.17)$$

Довжину вирубної матриці, визначаємо за формулою

$$B_m = b_p + (2,5 + 4,0)H_m \quad (3.18)$$

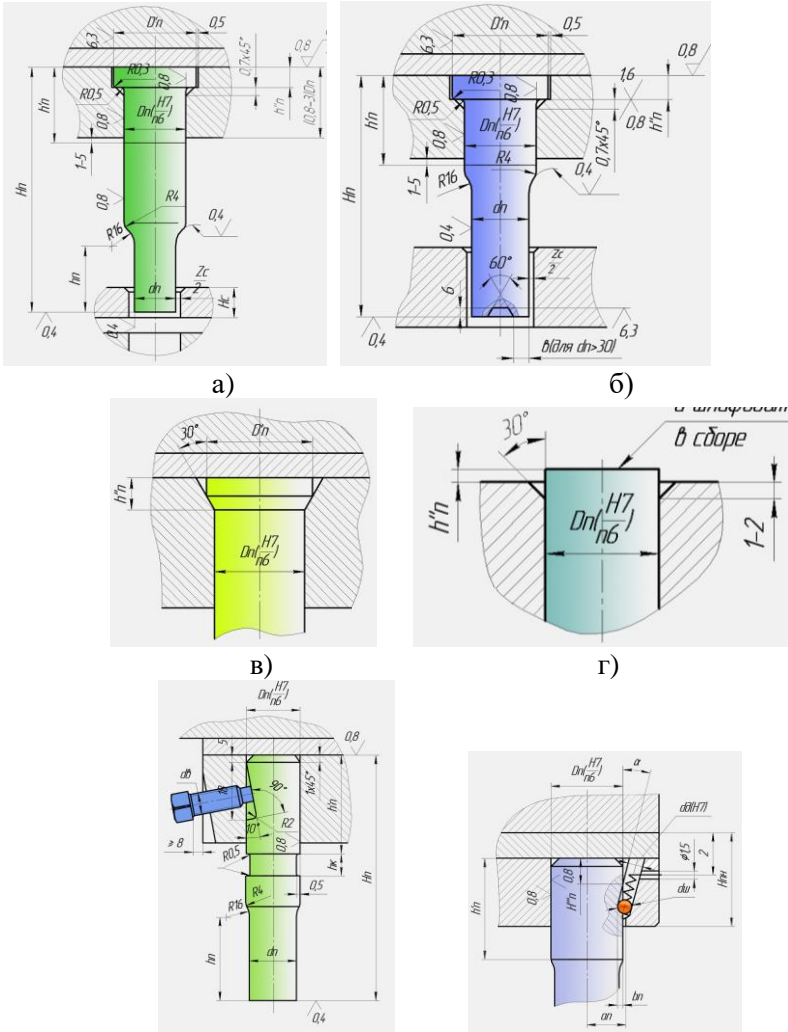
Матриця кріпиться на плиті штампа штифтами і гвинтами, їх розміри і кількість можна вибрати за даними, наведеними в таблицях 18, 19, 20 [2.7], а також в методичних вказівках 1.1-1.8]. Розрахунок на міцність матриць необхідно проводити згідно методичних вказівок [2.7].

4 КОНСТРУЮВАННЯ ПУАНСОНІВ РОЗДІЛЬНИХ ШТАМПІВ

4.1 Основною для розробки конструкції пуансона є форма і розміри різального контуру.

Розміри та конструкцію пуансонів з круглим та квадратним контуром вибирають як правило за стандартами. Дані про ці пуансони наведені в [2.7].

Пуансони мають діаметр d_n і висоту h_n робочої частини, діаметр D_n і висоту h''_n посадочної частини, загальну висоту H_n . Деякі конструкції пуансонів та способи їх кріплення показані на рис. 4.1.



а) – діаметром 1 – 24 мм за ДСТУ(ГОСТ) 16621-80; б) – діаметром 24 – 52мм за ДСТУ(ГОСТ) 16625-80; в) – з конічним фланцем за ДСТУ(ГОСТ) 16622-80; г) – без фланця за ДСТУ(ГОСТ) 16622-80; д) – діаметром 3 – 24 мм за ДСТУ(ГОСТ) 16629-80

Рисунок 4.1 - Конструкція і кріплення пуансонів з круглою посадочною частиною

Для пробивання круглих отворів відносно великих діаметрів у товстих заготовках рекомендуються пуансони із загостреним центром (рис. 4.2, б), або з увігнутою торцевою поверхнею (рис. 4.2, в). Такі форми забезпечують більш надійну усталеність, так як запобігається зсув пуансона у перший момент контакту із матеріалом, що штампується. Зсув може відбуватися у зв'язку із нерівномірним заточуванням ріжучої кромки, непаралельністю поверхонь торців інструментів та з іншими причинами. Кут піднутріння γ пуансона, що призначається у тих же межах, що і для матриць ($\gamma = 8 \dots 60'$) зменшує величину роботи різання і при нормальних умовах експлуатації штампа зменшує зусилля знімання матеріалу, що штампується з пуансона.

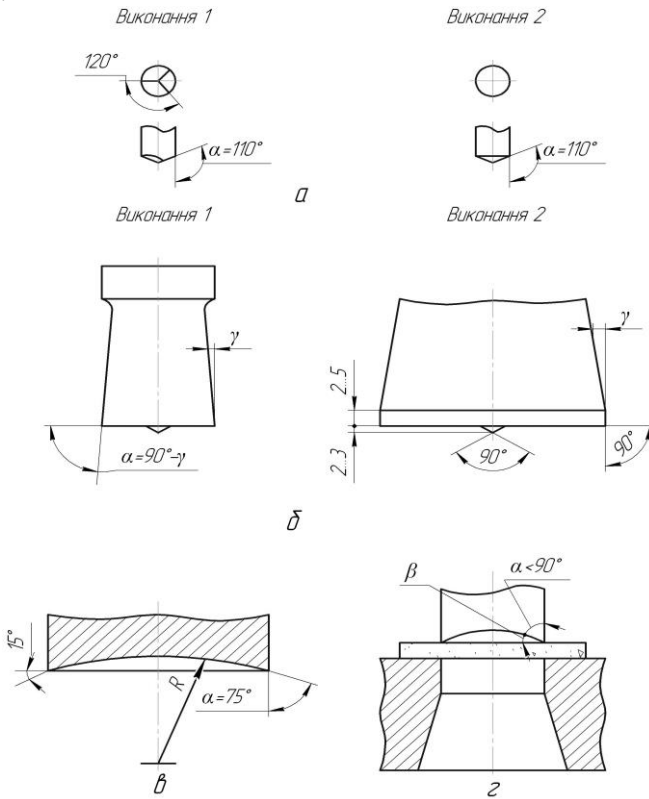
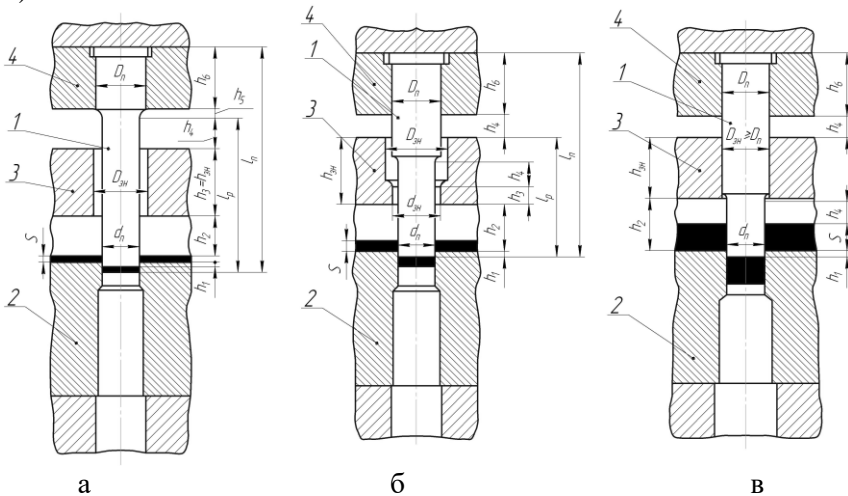


Рисунок 4.2 - Додаткові форми ріжучих частин пробивних пуансонів

Пуансони, що призначенні для пробивання отворів відносно малого діаметра в металі завтовшки більше 4мм, рекомендується виконувати з кутом різання $\alpha=110^\circ$ (рис. 4.2, а), причому їх стійкість значно підвищується.

Для зменшення зусилля пробивання на пуансонах роблять скоси під кутом до вихідної заготовки у межах $\beta = 2...5^\circ$ (рис. 4.2, г). Іноді нахил ріжучої, кромки до горизонту призначають у вигляді відносної глибини із умови $h = (1-2) S$.

Найбільш відповідальним елементом будь-якого малогабаритного пуансона є його робоча (активна) частина довжиною l_p . Допустима довжина l_p при відомому навантаженні може бути розрахована за умовою забезпечення міцності пуансона, однак необхідно враховувати і конструктивний фактор. При цьому велике значення має спосіб знімання деталі з пуансона. Принципово розрізняють три способи знімання деталі з пуансона: за допомогою жорсткого нерухомого знімача (рис. 4.3), за допомогою рухомого знімача (рис. 4.4) та за допомогою штовхачів, тобто без знімача (рис. 4.5).



1- пуансон; 2- матриця; 3-знімач; 4- пуансонотримач

Рисунок 4.3 - Залежність мінімальної довжини робочої частини l_p та $l_{pв}$ від конструктивного виконання жорсткого (нерухомого) знімача

Формули для розрахунку мінімальної довжини робочої (вашої) частини пуансону l_p , в залежності від способу знімання наведені у таблиці 3, де:

h_1 – заглиблення пуансона в матрицю. Звичайно приймають $h_1 \leq 1 \text{ мм}$;

h_2 – відстань між матрицею і знімачем. Даний параметр вибирають конструктивно в залежності від товщини виробу, який пробивається, його довжини, що знаходиться під знімачем і конструктивного виконання переднього упора. Так, у діапазоні товщини вихідної заготовки $S = 1 - 12 \text{ мм}$, $h_2 = 5 \dots 30 \text{ мм}$.

h_3 – висота ділянки знімача, що знаходиться у зоні робочої частини пуансона. h_3 змінюється від нуля до товщини знімача h_{zn} . Розрахунок товщини знімача наведений нижче;

h_4 – припуск на заточування (перешліфування). Звичайно приймають $h_4 = 1 - 5 \text{ мм}$.

h_7 – висота тонкої (робочої) частини пуансона, що знаходиться в деталі.

Таблиця 4.1. – Формули для розрахунку мінімальної довжини робочої (тонкої) частини пуансонів «Ір,» в залежності від способу знімання з них деталей

Спосіб знімання деталі з пуансона	Рис.	Формула	Умовне позначення формули
Жорсткий (нерухомий) знімач	4.3, а	$l_p = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$	4.1
	4.3, б	$l_p = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$ де $h_3 \leq h_{zn}$	4.2
	4.3, в	$l_p = h_1 + S + h_4$	4.3
Рухомий знімач	4.4, а	$l_p = h_1 + S + h_{zn} + h_4$	4.4
	4.4, б	$l_p = h_1 + S + h_3 + h_4$	4.5
	4.4, в	$l_p = h_1 + S + h_4$	4.6
	4.4, г	$l_p = h_1 + S$	4.7
Штовхачі	4.5, а	$l_p = h_1 + S$	4.8
	4.5, б	$l_p = h_1 + h_7, \text{ де } h_7 < S$	4.9

Із порівняльного аналізу формул, що наведені у табл. 4.1, можна зробити такі висновки:

– при виконанні жорсткого знімача із постійним локальним отвором d_{zn} під робочу частину пуансону d_n (рис. 4.3, а) спостерігається найбільша мінімальна довжина робочої частини пуансона l_p ;

– при виконанні жорсткого знімача із поглибленням D_{zn} під посадочну частину пуансону D_n , (рис. 4.3, б), мінімальна довжина робочої частини пуансона l_p зменшується на величину $h_{zn} - h_3$;

– при виконанні жорсткого знімача із постійним отвором $D_{zn} \geq D_n$ (рис. 4.3), мінімальна довжина робочої частини пуансона l_p зменшується, порівняно з попереднім, на величину $h_3 + h_2 - S$;

– при виконанні жорсткого знімача із постійним локальним отвором d_{zn} під робочу частину пуансона d_n (рис. 4.4, а), а також при виконанні його із поглибленням D_{zn} під посадочну частину пуансону D_n (рис. 4.4, б), мінімальна довжина робочої частини пуансона l_p , порівняно із пуансонами, працюють із аналогічними жорсткими знімачами див. (рис. 4.3, а, б) зменшується на величину $h_2 - S$. Крім того, конструктивне виконання пуансона, як показано на рис. 4.4, б, дозволяє зменшити його мінімальну довжину l_p на величину $h_{zn} - h_3$, порівняно з конструктивним виконанням пуансона, що показано на рис. 4.4, а;

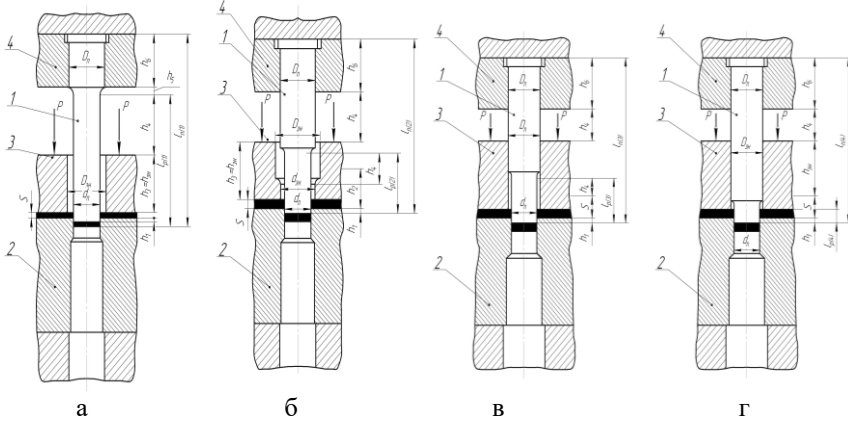
– при виконанні рухомого знімача з постійним отвором $D_{zn} \geq D_n$, (рис. 4.4, в), мінімальна довжина робочої частини пуансона l_p порівняно із пуансоном, що працює із аналогічним жорстким знімачем див. (рис. 4.3, в) не змінюється. Порівняно з пуансоном, що показаний на рис. 4.4, б, мінімальна довжина даного пуансона зменшується на величину h_3 ;

– усталеність робочої частини пуансона можна значно підвищити за рахунок скорочення її довжини на величину h_4 , коли не вимагається багатократне переточування, наприклад, в умовах дрібносерійного виробництва (рис 4.4, г);

– мінімальна довжина тонкої робочої частини пуансона досягається також при зніманні деталі із них штовхачами, що

розташовані на мінімально можливій відстані «с» від осі пуансона. Але даний метод знімання обмежений товщиною заготовки, бо відносно тонкі заготовки при зніманні деформуються (викривляються).

Слід відмітити, що усталеність робочої частини пуансона можна підвищити за рахунок виконання ріжучої частини спеціальної форми (див. рис. 4.2, а, б). Крім того, правильним вибором геометрії ріжучої частини матриці можна зменшити навантаження на пуансон.



1- пуансон; 2- матриця; 3-знімач; 4- пуансонотримач

Рисунок 4.4 - Залежність мінімальної довжини робочої частини l^p та l^n від конструктивного виконання рухомого знімача

Формули для розрахунку мінімальної довжини пробивних пуансонів l_n в залежності від способу знімання із них деталей приводяться в таблиці 4.2.

де: h_5 – висота галтелі (радіусної перехідної зони між робочою та посадочною частинами) пуансона. Звичайно, $h_5 = 2 - 15$ мм, в залежності від різниці діаметрів d_n та D_n ;

h_6 – довжина посадочної частини діаметром D_n (товщина пуансонотримача). Рекомендується, щоб $h_6 = (2 - 3) D_n$. Крім того, для забезпечення надійного кріплення, товщина пуансонотримача h_6 повинна складати 20 – 40% від загальної довжини пуансона;

h_8 – мінімальний технологічний зазор між заготовкою та пуансонотримачем. Звичайно, $h_8 = 0,5 - 1,0$ мм.

Таблиця 4.2 - Формули для розрахунку мінімальної довжини пробивних пуансонів l_n в залежності від способу знімання з них деталей

Спосіб знімання деталі з пуансона	Рис	Формула	Умовне позначення формули
Жорсткий (нерухомий) знімач	4.3, а	$l_n = h_1 + h_2 + h_{zn} + h_4 + h_5 + h_6$	4.10
	4.3, б	$l_n = h_1 + h_2 + h_{zn} + h_4 + h_6$	4.11
	4.3, в		
Рухомий знімач	4.4, а	$l_p = h_1 + S + h_{zn} + h_4 + h_5 + h_6$	4.12
	4.4, б	$l_p = h_1 + S + h_{zn} + h_4 + h_6$	
	4.4, в		4.13
	4.4, г		
Штовхачі	4.5, а	$l_p = h_1 + S + h_5 + h_6$	4.15
	4.5, б	$l_p = h_1 + S + h_8 + h_6, \text{ де } h_8 < h_5$	4.16

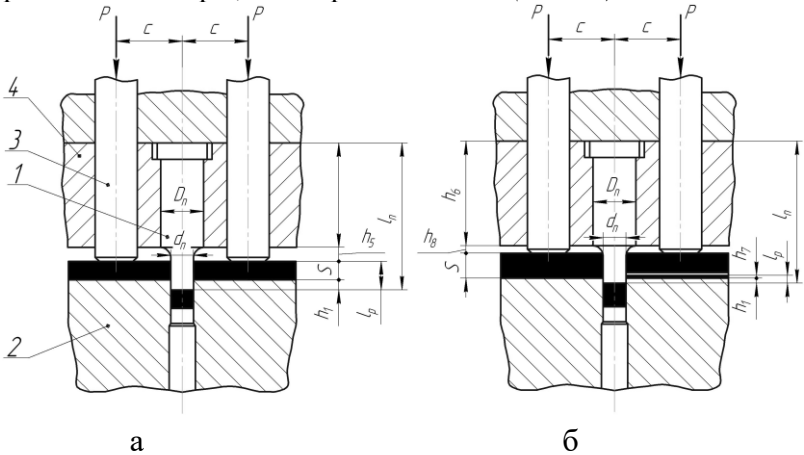
Як бачимо з таблиці 4.2:

– найбільша мінімальна довжина пуансонів спостерігається при використанні жорсткого знімача (рис. 4.3, а – в). Дані пуансони мають найменшу усталеність, а тому застосовуються для пробивання відносно великих отворів у відносно тонкому матеріалі заготовки, тобто коли діаметр отвору, що пробивається більше $(1,5 - 2)S$

– проміжне положення, щодо мінімальної довжини, займають пуансони, які працюють разом із рухом знімачем (рис. 4.3, а – в). Їх довжина на 10-15% менша попередніх пуансонів. Вони застосовуються для пробивання отворів, діаметр яких більше $(1 - 1,5)S$;

– найменша мінімальна довжина пуансонів спостерігається при використанні штовхачів для знімача із пуансонів деталей (рис. 4.5, а,

б). Їх довжина на 15 – 20 % менше попередніх. Це найкоротші, а тому і найсталеніші пуанسونи із розглянутих вище. Вони застосовуються для пробивання отворів, діаметр яких більше $(0,8-1,0)S$.



1- пуансон; 2- матриця; 3-штовхач; 4- пуансонотримач

Рисунок 4.5 - Конструктивне виконання коротких пуансонів при зніманні із них деталі штовхачами

4.2. Часто перетин посадочної частини пуансона виготовляють трохи більшим, ніж габаритні розміри його різального контуру, якщо це зменшує трудомісткість. Одночасно при цьому збільшується міцність пуансона. Форму перетину такого пуансона спрощують порівняно з перетином робочої частини (круг, прямокутник). Закріплюються такі пуанسونи пуансонотримачами.

4.3. Коли визначили форму і розміри пуансона, перевіряють його конструкцію на міцність.

Перевірку на зминання опорної поверхні пуансона виконують за формулою

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{F} \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.17)$$

де P – сила, яка діє на пуансон, Н;

F – площа опорної поверхні, мм^2 ;

$[\sigma_{зм}]$ – допустимий тиск на поверхню пуансона, $[\sigma_{зм}] = 300 \text{ МПа}$.

Якщо $\sigma_{зм} \leq 100 \text{ МПа}$, то між плитою та пуансоном передбачається загартована прокладка.

Крім перевірки пуансона на зминання опорної поверхні, він потребує перевірки на стиск робочої частини і на усталеність. Методики перевірки приведені в методичних вказівках [2.1-2.5, 2.7, 2.13], студенту необхідно скористатися вище згаданими вказівками і розрахувати свій пуансон згідно завдання.

5 КОНСТРУЮВАННЯ ЗНІМАЧА.

Знімач зштовхує відхід чи деталь з пуансона під час зворотнього руху повзуна. Знімачі бувають рухомі див. (рис. 2.2, поз. 9) і нерухомі (жорсткі) див. (рис. 2.1, поз. 8)

Нерухомі знімачі кріпляться до матриці або до плити, на яку вони опираються, гвинтами чи болтами.

Габаритні розміри в плані, координати гвинтів та штифтів такі, як і в матриці.

Жорсткий знімач працює на вигин при навантаженні в момент знімання деталі з пробивного пуансона. Товщину жорсткого знімача рис. 5.1 визначають з умови:

$$M_{\max} \leq W_x [\sigma] \quad (5.1)$$

$$M_{\max} = R_A \cdot l = \frac{P_{зн} \cdot l}{2} = \frac{0,1 \cdot P_{\partial} \cdot l}{2} = 0,05 \cdot P_{\partial} \cdot l \quad (5.2)$$

$$h_{зн} \geq \sqrt{\frac{0,3 \cdot P_{\partial} \cdot l}{b[\sigma]}} \quad (5.3)$$

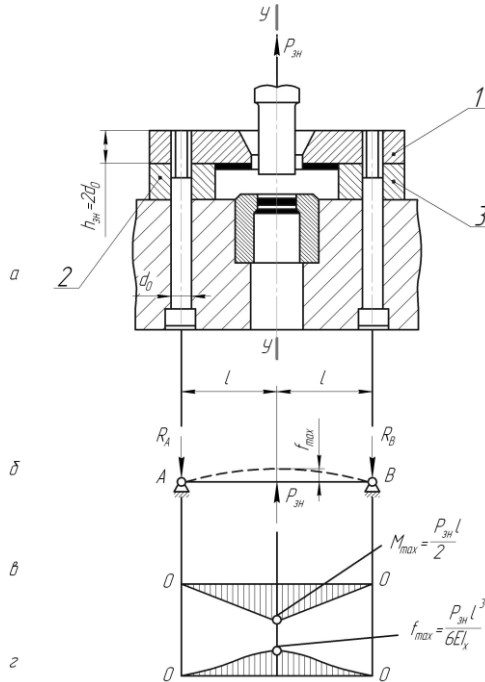
$$M_{\max} = P_{зн} \cdot l;$$

P_{∂} – зусилля пробивання;

$P_{зн}$ – зусилля знімання деталі з пуансона, $P_{зн} = 0,1 \cdot P_{\partial}$;

l – довжина (відстань) між віссю кріпильного елемента та віссю прикладення зусилля $P_{зн}$ до знімача (рис. 5.1);

W_x – момент опору у безпечному прямокутному перерізі У-У знімача відносно осі Х-Х; $W_x = \frac{b \cdot h_{зн}^2}{6}$;



а – конструктивне виконання знімача; б – схема навантаження; в – епюра моментів; г – епюра прогину; 1 – знімач; 2,3 – напрямні ланки (упори)

Рисунок 5.1 - До розрахунку жорсткого знімача з двобічним симетричним кріпленням

b – ширина небезпечного перерізу знімача за мінусом ширини отворів під пуансони; $b = b_p - b_o$;

де: M_{max} – момент, що вигинає у небезпечному перерізі У-У знімача,

b_p – реальна ширина жорсткого знімача у небезпечному перерізі У-У;

b_o – сумарна ширина отворів під пуансони у небезпечному перерізі У-У; $b_o = b_1 + b_2 + ..b_n$

$b_1, b_2 ..b_n$ – ширина відповідного отвору під пуансон у небезпечному перерізі У-У;

$h_{зн}$ – товщина знімача;

$[\sigma]$ – допустима напруження на вигин матеріалу знімача із урахуванням запасу міцності. Для сталі 45 після термообробки «поліпшення» $[\sigma] = 175 \text{ МПа}$, а після нормалізації $[\sigma] = 130 \text{ МПа}$

Слід відмітити, що при кріпленні знімача гвинтами знизу, як показано на рис. 5.1, а, товщина знімача повинна задовольняти умові

$$h_{zn} \geq 2d_o \quad (5.4)$$

де d_o - діаметр стержня кріпильного виробу.

Із двох розрахункових значень товщини знімача, що отримані за формулами (5.3) та (5.4) треба прийняти більше. Максимальну величину прогину жорсткого знімача із двобічним симетричним кріпленням визначають за формулою

$$f = \frac{P_o \cdot l^3}{60E \cdot J_x} \quad (5.5)$$

де: J_x – момент інерції небезпечного перерізу У-У знімача.

При прямокутному перерізі

$$J_x = \frac{b \cdot h_{zn}^3}{12} \quad (5.6)$$

Приклад. Визначити товщину жорсткого знімача із симетричним двобічним кріпленням (див. рис. 5.1), якщо його реальна ширина у небезпечному перерізі У-У $b_p = 0,2 \text{ м}$, відстань між віссю кріпильного елемента та віссю прикладення зусилля знімання $l = 0,15 \text{ м}$, кількість і діаметр отворів, що пробиваються – 2 отвори діаметром $0,03 \text{ м}$, товщина заготовки $S = 0,004 \text{ м}$, матеріал заготовки – сталь 20, $\sigma_{zp} = 320 \text{ МПа}$ розташування отворів на заготовці відносно осі знімача – отвори знаходяться на осі симетрії, матеріал знімача - сталь 45 $[\sigma] = 13-107 \text{ Па}$.

Рішення

1. Визначаємо технологічне зусилля пробивання двох отворів

$$P_o = 2\pi d S \sigma_{zp} = 2 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot 320 = 241152 \text{ Н}$$

2. Товщину знімача визначаємо за формулою:

$$h_{zn} \geq \sqrt{\frac{0,3 \cdot P_o \cdot \ell}{b[\sigma]}}$$

де b – ширина небезпечного перерізу знімача за мінусом ширини отворів під пуансони

$$b = b_p - b_0$$

b_0 – сумарна ширина отворів під пуансони у небезпечному перерізі У-У знімача

$$b_0 = 2d_n$$

d_n - діаметр отвору під пуансон у знімачі

$$d_n = d + 1 = 30 + 1 = 31 \text{ мм}$$

$$b_0 = 2 \cdot 31 = 62 \text{ мм}$$

$$b = 0,2 - 0,062 = 0,138 \text{ м}$$

Тоді

$$h_{zn} = \sqrt{\frac{0,3 \cdot 241152 \cdot 0,15}{0,138 \cdot 13 \cdot 10^7}} \geq 0,0264 \text{ м}$$

Приймаємо $h_{zn} = 25$ мм.

3. Перевірка умови (38):

$$h_{zn} \geq 2d_0$$

де d_0 - діаметр стержня кріпильного виробу знімача. Якщо для кріплення застосувати гвинти діаметром $d_0 \leq 12$ мм (тобто М8, М10, або М12) то умова (38) задовольняється. Кількість гвинтів прийнятого діаметру для кріплення жорсткого знімача розраховується за формулою, що наводиться в роботі [2.7]. Рухомі знімачі опираються на пружні елементи, які стискаються під час руху повзуна вниз. Вони можуть направлятись пуансонами або спеціальними направляючими елементами, які монтуються на плиті, на якій кріпиться пуансон. Розрахунок пружних елементів буде представлено нижче.

6 ПРУЖИНИ, БУФЕРНІ ПРИСТРОЇ

Пружина – допоміжна деталь штампа, що призначена для тимчасового накопичення енергії за рахунок пружної деформації під впливом навантаження.

Стандартом за конструктивним виконанням розрізняють такі основні види пружин:

– пружини стиснення по ДСТУ(ГОСТ) 18793 - ... (рис. 6.1, а)

Вони володіють відносно великою деформацією при відносно невеликих габаритних розмірах і вживаються у штампах для приведення до дії рухомих знімачів, утоплюємих та разових упорів, виштовхувачів, штовханів, бічних та роликів притискачів, відлипачів та в інших випадках;

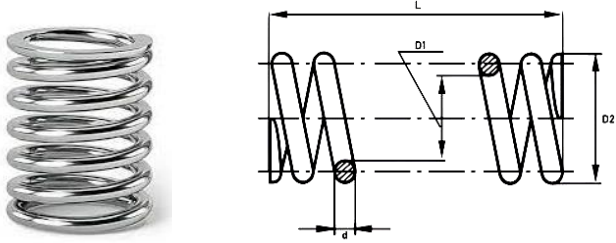
– пружини крутіння по ДСТУ(ГОСТ) 18751-... (рис. 6.1, б). Вони значно менше поширені і застосовуються головним чином як привод утоплюємих упорів;

– пружини розтягування по ДСТУ(ГОСТ) 18794-80 - ... (рис. 6.1, в). Вони, також як і перші, мають компакту конструкцію, але знак навантаження ~ зворотній, і застосовуються в штампах як привод для зворотного руху повзунка однобічного клинового механізму, поворотних матриць для гнуття, тощо;

– пружини тарілчасті по ДСТУ(ГОСТ) 3057-... (рис. 6.1, г). Вони при невеликих габаритних розмірах володіють значним робочим зусиллям, що є їх головною перевагою по відношенню до попередніх. Але пружна деформація їх невелика. Тому, для забезпечення більшого ніж деформація однієї пружини ходу, їх набирають пакетом по декілька штук.

– пружини пластинчасті по ДСТУ(ГОСТ) 18753-.... Вони, як і попередні, мають обмежену область застосування та використовуються головним чином як привод упора із скосом;

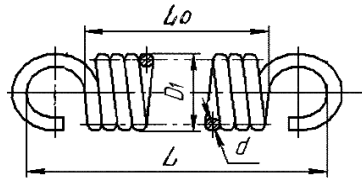
Всі стандартні пружини термічно обробляють (загартовують) та захищають від корозії за рахунок покриття (хімічного оксидування, цинкування, хромування, фарбування тощо).



а) пружини стиснення



б) пружини крутіння



в) пружини розтягування



г) пружини тарілчасті

Рисунок 6.1 - Стандартні пружини

Найбільш поширеними у штампах є стандартні пружини стиснення. Підбирання їх при конструюванні штампів здійснюється у такій послідовності (рис. 6.2):

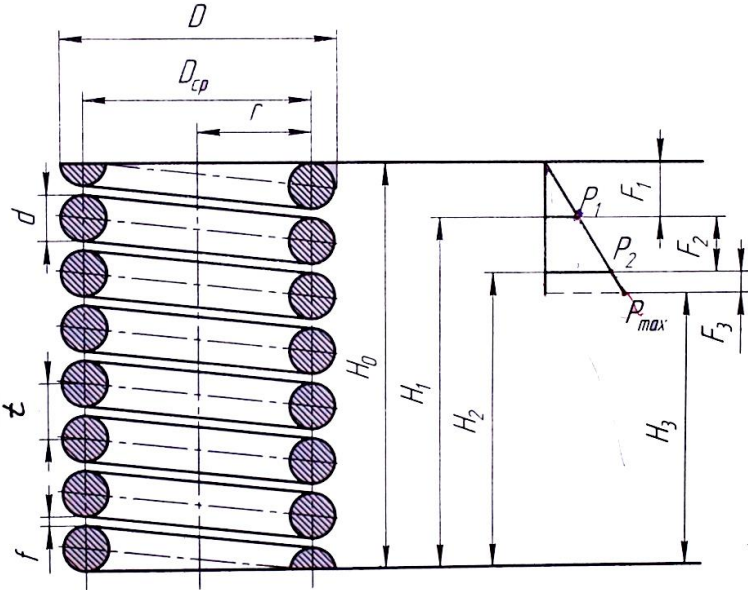
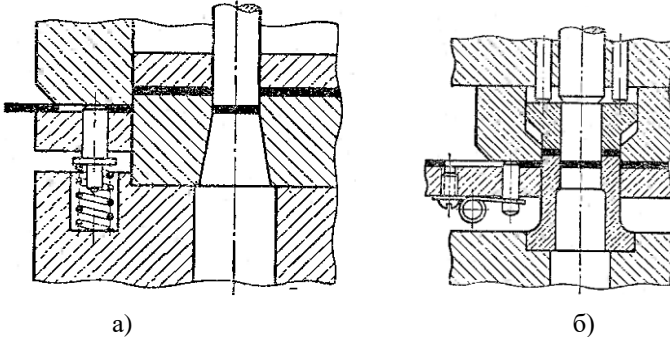


Рисунок 6.2 - До вибору стандартної пружини стиснення

- розраховуються чи задаються мінімальне P_2 та максимальне P_3 робочі зусилля, якими повинна володіти пружина;
- розраховується чи задається робочий хід пружини;
- за параметрами P_2 та P_3 , по ДСТУ(ГОСТ) і 8793-... підбирається пружина, яка забезпечує необхідний робочий хід $\delta = F_3 - F_2$

Приклад. Підібрати стандартну пружину стиснення для приводу утопаючого упора (рис. 6.3, а), якщо $P_2 = 100$ Н, $P_3 = 125$ Н, а $\delta = 7$ мм.



а- ступінчастих по ДСТУ(ГОСТ) 18747-...; (ступінчастих по ДСТУ(ГОСТ) 18748-...з пластиною); б- по ДСТУ(ГОСТ) 18750-... з пружиною крутіня;

Рисунок 6.3 - Приклад установки утопаючих упорів

Рішення

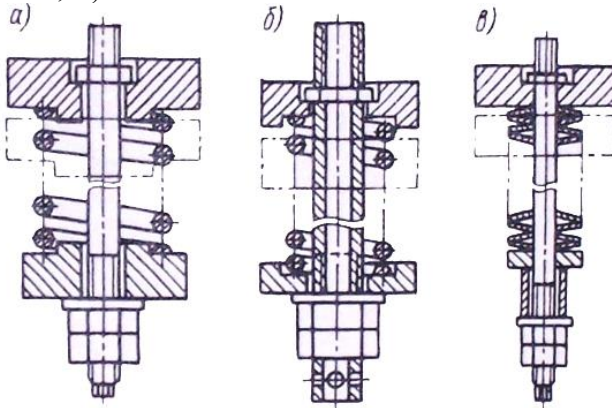
По ДСТУ(ГОСТ) 18793-... знаходимо найближчу більшу за заданими параметрами пружину, яка позначається 1086-0799 та забезпечує $\delta = F_3 - F_1 = 38,34 - 30,66 = 7,68$ мм при $P_2 = 100$ Н і $P_3 = 125$ Н. Інші параметри пружини: $D = 15$ мм; $d = 1,8$ мм; $H_0 = 79,9$ мм; $t = 4,54$ мм.

Буфер - допоміжний вузол штампа, що призначений, як і пружина, для тимчасового накопичення енергії за рахунок пружної деформації під впливом навантаження, але у відміну від пружини, має автономне кріплення до штампа та механізм регулювання накопиченої енергії.

Стандартом розрізняються буфери із металевими (рис. 6.4) та неметалевими (рис. 6.5) пружинами.

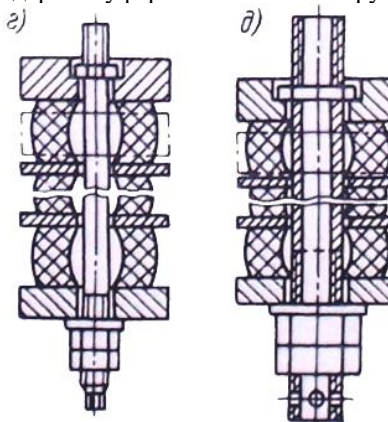
Буфери із металевими пружинами за конструктивним виконанням бувають трьох видів:

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22188-... з гвинтовою циліндричною пружиною (рис. 15, а).



а- по ДСТУ(ГОСТ) 22188... з гвинтовою циліндричною пружиною;
б- по ДСТУ(ГОСТ) 22189-...; з гвинтовою циліндричною пружиною та з провальним отвором; в- по ДСТУ(ГОСТ) 22190-... з тарілчастими пружинами;

Рисунок 6.4 - Стандартні буфери з металевими пружинами



г- по ДСТУ(ГОСТ) 22191... з гумовими пружинами; (по ДСТУ(ГОСТ) 22192-...; з поліуретановими пружинами та з провальним отвором); д- по ДСТУ(ГОСТ) 22193-... з поліуретановими пружинами та з провальними пружинами;

Рисунок 6.5 - Стандартні буфери з неметалевими пружинами

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22189-... з гвинтовою циліндричною пружиною та з провальним отвором (рис. 6.4, б). Конструкція буфера відрізняється від попереднього лише наявністю трубчастого штока 7, що дозволяє вилучати крізь нього відходи від пробивання;

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22190-... з тарілчастими пружинами (рис. 6.4, в). Тарілчасті пружини 8 у буфері встановлюються пакетом, що дозволяє збільшити робочий хід рухомої верхньої шайби Дані буфери, порівняно з попередніми, забезпечують більше зусилля при менших габаритних розмірах.

Буфери з неметалевими пружинами за конструктивним виконанням також бувають трьох видів:

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22191-... з гумовими пружинами (рис. 6.5, г). До складу їх входять: верхня шайба 1, нижня шайба 2, гумова пружина 3, прокладка 4, шток 5, гайка 6 та гайка 7 регулювання накопиченої енергії;

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22192-... з поліуретановими пружинами (рис. 6.5, г). Конструкція буфера аналогічна попередній, лише замість гумових встановлені поліуретанові пружини 8;

– буфери по ДСТУ(ГОСТ) 22193-... з поліуретановими пружинами та з провальним отвором (рис. 6.5, д). Шток 9 даних буферів трубчастий.

Стандартні буфери застосовуються головним чином як привод притискних або пристроїв, що виштовхують. Вони звичайно кріпляться знизу до нижньої плити штампа та розташовуються в отворах підштампових плит.

7 ПЛИТИ, БЛОКИ ШТАМПІВ

Штамп являє собою складальну одиницю, в яку можуть входити дві групи принципово різних вузлів і деталей. До першої групи (пакета) мають відношення оригінальні вузли та деталі. Їх форма безпосередньо або посередньо зв'язана з геометричними параметрами виробу (заготовки), що штампується, чи визначається ними. До пакета можуть входити: пуансон, матриця, пуансонотримач, матрицетримач, трафарет, упор, підкладна плита та інші.

При проектуванні штампів на ці вузли та деталі розробляють конструкторську документацію і виконують необхідні розрахунки на міцність.

До другої групи належать нормалізовані вузли та деталі. Їх форма постійна для будь-яких штампів, не залежить від геометричних параметрів виробу і встановлюється державним (ДСТУ), галузевим стандартами, або стандартами підприємства (СТП). Прикладом їх можуть бути блоки, напрямні вузли, хвостовики та інші деталі та вузли.

Вони не проектуються, а лише використовуються в конструкціях що дозволяє підвищити рівень уніфікації штампів, а отже зменшити їх вартість.

Блоки штампів призначені для кріплення пакета та взаємного позиціонування робочих елементів на верхній та нижній частинах штампа.

Стандартні блоки складаються із верхньої та нижньої плит і напрямних вузлів, що їх поєднують. Іноді вони постачаються із транспортними штирями. З точки зору кількості та місця розташування напрямних вузлів, розрізняють такі види стандартних блоків штампів:

- блок з діагональним розташуванням напрямних вузлів(рис. 7.1, а);
- блок з заднім розташуванням напрямних вузлів (рис. 7.1, в)
- блок з осьовим розташуванням напрямних вузлів (рис. 7.1, б);
- блок з чотирма напрямними вузлами (рис. 7.1, г).

Дані блоки постачаються із напрямними вузлами ковзання або кочення.

З метою однозначного позиціонування верхньої частини штампа відносно нижньої, тобто виключення випадкового взаємного повороту частин штампа на 180° при складанні, напрямні вузли блоків з їх діагональним та осьовим розташуванням мають різні діаметри, наприклад, $d = 28$ мм, $d_1 = 32$ мм (див. рис. 7.1, а, в) а один із напрямних вузлів блока з чотирма напрямними вузлами - зміщений (див. рис. 7.1, г).

При проектуванні штампа вибір стандартного блока здійснюється за габаритними розмірами пакета штампа $L \times V \times H$ та з урахуванням необхідності «вписатися» в допустиму закриту висоту преса. При цьому, треба давати перевагу блокам з симетричним розташуванням напрямних вузлів (див. рис. 7.1 а, в, г), що дозволяє зменшити радіальне навантаження напрямних вузлів і тим самим підвищувати їх термін роботи. Особливо це важливо при проектуванні штампів для розділових операцій.

В випадку самостійного проектування плит, необхідно виконувати розрахунки на міцність.

8 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

При конструюванні штампів потрібно пам'ятати, що він потребує транспортування. Розрізняють ручне транспортування, транспортування за допомогою підйомнотранспортних засобів. При ручному транспортуванні маса штампа не повинна перевищувати 20кг. Для транспортування за допомогою підйомнотранспортних засобів в штампі необхідно передбачати елементи для надійного зчлювання (вантажні гвинти, римболти, транспортні приливи, гачки, отвори тощо).

Забезпечення штампом, що проектується, безпечних умов праці досягається за рахунок:

- обгороджування робочої зони. Захисні пристрої, в тому числі захисна огорожа, повинні: виключати можливість попадання рук пресувальника у небезпечну зону; бути доступними для огляду штампа та його роботи; виключати можливість травмування самим захисним пристроєм; допускати налагодження, зміну штампа, змазування. В той же час, захисні пристрої по можливості не повинні: утрудняти укладання та вилучення заготовок і деталей, що штамуються; створювати фізичне та інше навантаження для оператора. В штампах із ручною подачею матеріалу, що штамуються (рис. 7.2) розміри вікон U в огорожі для проходу матеріалу, що штамуються, а також ширина отворів або пазів для огляду та змазування, в залежності від відстані X до небезпечного елемента, повинні відповідати таблиці 7.1

Таблиця 7.1 - Взаємозв'язок геометричного параметра огорожі У; відстані Х (рис. 7.2)

Інтервали розмірів отворів У, мм	Відстань від отвору до небезпечного елемента Х, мм	
	для щілинних довгастих отворів	для круглих або квадратних отворів.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
6-8	15	15
8-10	40	20
10-12	40	40
12-16	63	63
16-20	90	90
20-25	130	100
25-30	160	100
30-36	250	110

– застосування засобів механізації та автоматизації для подавання заготовки в штамп на вилучення відштампованої деталі і від ходу із штампа. Наприклад, автоподач, які вбудовані в штампи механізмів, пневматичних пристроїв для вилучення деталей і відходів тощо;

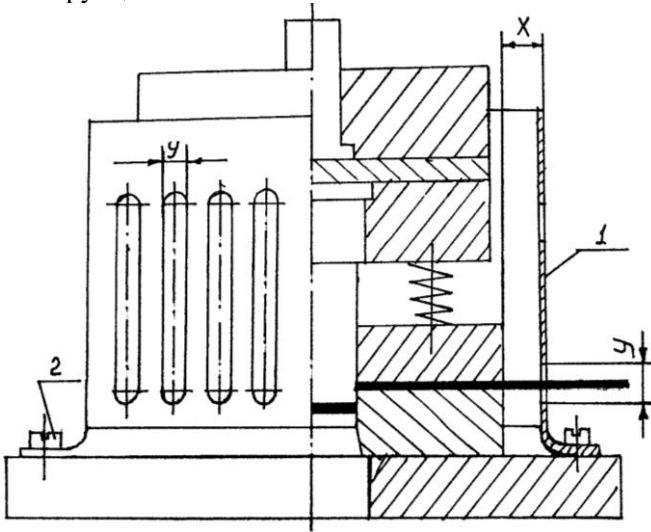
– роботи із використання ручного захоплюючого інструмента: пінцета, гачка тощо. Ці засоби застосовуються насамперед для штучних заготовок;

– завантаження штампа поза робочою зоною за допомогою: автоподач неперервного прокату, штабподавачів, шибєрних живильників, револьверних та грейферних подач, промислових роботів для штучних заготовок та інших механізмів;

– роботи з дворучним або багаторучним вмиканням преса: використовуються в тих випадках, коли іншими локальними засобами неможливо чи не зручно забезпечити безпечну працю штампувальника;

– дотримання установлених норм проектування, які включають в себе: обов'язкове виконання розрахунків на міцність робочих та допоміжних елементів штампа, а також інших розрахунків, якщо це потрібно; використання нормалізованих і перевірених життям на

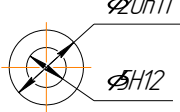
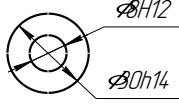
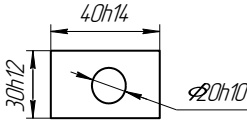
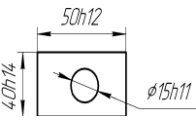
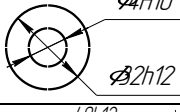

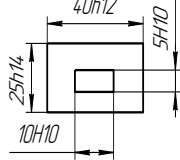
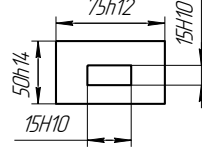


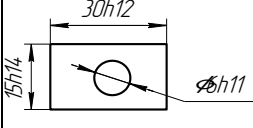
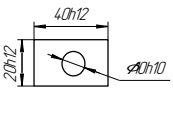
надійність вузлів, деталей і кріпильних виробів; використання типових конструкцій штампів.



1 – захисна огорожа; 2-гвинт

Рисунок 7.2 - Штамп для пробивання

ДОДАТОК А

№	Матеріал	S, мм	Ескіз	№	Матеріал	S, мм	Ескіз
1	Ст. 10	0,5		13	Ст.25	1,5	
2	Ст. 15	0,7 5		14	Ст.30	2,0	
3	Ст. 20	1,0		15	АМЦ	2,5	
4	Ст. 25	1,5		16	ЛІ62	3,0	
5	Ст. 30	2,0		17	М1	3,5	
6	Ст. 08	2,5		18	Ст. 08	4,0	

№	Матеріал	S, мм	Ескіз	№	Матеріал	S, мм	Ескіз
7	Л62	3,0		19	Ст. 10	4,5	
8	М1	3,5		20	Ст. 15	5,0	
9	АМЦ	4,0		21	Ст. 20	1,0	
10	Ст.10	5,0		22	Ст. 25	1,5	
11	Ст.15	0,75		23	Ст. 30	2,0	
12	Ст.20	1,25		24	Ст. 10	2,5	

Послідовність виконання домашнього завдання повинна відповідати пункту 2

ЛІТЕРАТУРА

Навчально-методичні розробки:

1.1. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування.

1.2. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, спеціалізації «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання Частина I /Укл. В.В. Широкобоков. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка», 2024. – 26 с.

1.3. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, спеціалізації «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання Частина II /Укл. В.В. Широкобоков. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка», 2024. – 24 с.

1.4. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, спеціалізації «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання Частина III /Укл. В.В. Широкобоков. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка», 2024. – 35 с.

1.5. Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Проектування та розрахунок штампового оснащення для холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання /Укл. В.В. Широкобоков. – Запоріжжя: ЗНТУ. – 2024. – 38 с. 87

1.6. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологія холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма «Обладнання та технології пластичного

формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання. Частина 1 /Укл.: В.В. Широкобоков, С.І. Стрижак. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 39с.

1.7.Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Технологія холодного штампування» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання. Частина 2 /Укл.: В.В. Широкобоков, С.І. Стрижак. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 39с.

1.8.Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни “Технологія холодного штампування” для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка, освітня програма «Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування» всіх форм навчання /Укл.: В.В. Широкобоков, С.І. Стрижак. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2024. – 69с

Літературні джерела:

2.1.Боков В. М. Конструювання та виготовлення штампів. Штмп як об’єкт проектування: Навчальний посібник. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «Імекс –ЛТД», 2005. – 216 с.

2.2.Боков В. М. Конструювання та виготовлення штампів. Проектування розділових штампів: Навчальний посібник. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «Імекс –ЛТД», 2006. – 274 с.

2.3.Боков В. М. Конструювання та виготовлення штампів. Проектування штампів: формозмінних, складної дії, для складання та автоматичного штампування: Навчальний посібник. – Кіровоград: Поліграфічно-видавничий ТОВ «Імекс –ЛТД», 2010. – 322 с.

2.4.Боков В.М., Мірзак В.Я. Технологія холодного штампування. Курсове проектування. Листове штампування. Навчальний посібник. – Кіровоград. Поліграфічно-видавничий центр ТОВ "Імекс-ЛТД". 2010. – 250 с.

2.5.Боков В. М. Конструювання та виготовлення штампів. Практикум: Навчальний посібник. – Кіровоград: Поліграфічновидавничий ТОВ «Імекс –ЛТД», 2005. – 132 с.

2.6.Боков В. М. Проектування штампів: підручник / В. М. Боков. – Кропивницький: ПП «Есклюзив-Систем», 2017. – 364 с.

2.7.Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / Под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М.: Машиностроение, 1988. – 496 с.: ил

2.8.Динер И. Г., Брун В. Я. Высокоэффективная оснастка для листовой штамповки. – К.: Техніка, 1984. – 136 с., ил.

2.9.Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т. / Ред. совет: Е. И. Семёнов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1987. – Т. 3. Холодная

1.9.1. объёмная штамповка / Под ред. Г. А. Навроцкого. 1987. – 384 с., ил.

2.10. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979. – 520 с., ил.

2.11. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. М.: Машиностроение, 1980. – 431 с.

2.12. Аверкиев Ю.А., Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки: Учебник для вузов. - М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

2.13. Скворцов Г.Д. Основа конструирования штампов для холодной штамповки. Подготовительные работы. – М.: Машиностроение, 1974. – 360 с.

2.14. Стеблюк В.И. и др. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование. – Киев: Вища школа, 1983, - 280 с.

Інформаційні ресурси

3.1.<http://nbuv.gov.ua> – Національна бібліотека імені В.І. Вернадського.

3.2.<https://books.google.com.ua> – Сервіс повнотекстового пошуку по книгам, що оцифровані компанією Google.

3.3.<https://files.fti.dp.ua/book/kholodne-lystove-shtampuvannia>