

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсової роботи з дисципліни
«Обладнання та оснастка виробництв порошкових і композиційних
матеріалів» (частина 2) для студентів
спеціальності 132 Матеріалознавство

спеціалізації «Композиційні та порошкові матеріали, покриття»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Обладнання та оснастка виробництв порошкових і композиційних матеріалів» (частина 2) для студентів спеціальності 132 Матеріалознавство спеціалізації «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» усіх форм навчання / Укл.: В.М.Плескач, В.О.Савченко – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 22 с.

Укладач:	В.М.Плескач, доц., к.т.н. В.О.Савченко, доц., к.т.н.
Рецензент:	Н.В.Широкобокова, доц., к.т.н.
Відповідальний за випуск:	В.М.Плескач, доц., к.т.н.

Затверджено на засіданні
кафедри композиційних
матеріалів, хімії та технологій,
протокол № 6 від 14.02.2024 р.

Рекомендовано до видання НМК
факультету БАД, протокол № 7
від 04.03.2024 р

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Завдання на курсову роботу	5
2 Зміст пояснювальної записки	5
3 Порядок виконання курсової роботи	6
3.1 Розрахунок геометричних розмірів прес-форми	7
3.2 Розрахунок елементів прес-форми на міцність	11
4 Загальні висновки	14
5 Оформлення пояснювальної записки курсової роботи	14
6 Захист курсової роботи	15
Перелік посилань	16
Додаток А Таблиця завдань	18
Додаток Б Бланк завдання на курсову роботу	19
Додаток В Приклад титульного листа пояснювальної записки до курсової роботи	20
Додаток Г Ескіз прес-форми	21
Додаток Д Властивості сталей	22

ВСТУП

Навчаючись на спеціальності 132 «Матеріалознавство» спеціалізації «Композиційні та порошкові матеріали, покриття», студент повинен навчитися використовувати набуті теоретичні знання на практиці. При цьому він має чітко орієнтуватися у наявних вихідних матеріалах, технологіях, що сьогодні використовуються у порошковій металургії при проектуванні і виготовленні необхідної у виробництві оснастки. Одним з шляхів для цього є виконання курсової роботи з дисципліни «Обладнання та оснастка виробництв порошкових і композиційних матеріалів (частина 2)».

Дана курсова робота ґрунтується на вивченні відповідних теоретичних дисциплін та виконанні лабораторних робіт. Вона є самостійною роботою студента, при виконанні якої він повинен вирішити питання наукового, технологічного і розрахункового характеру, навчитися приймати науково обґрунтовані рішення. Досвід виконання курсового проектування слугуватиме йому у подальшому основою для виконання дипломного проекту, а також може стати у нагоді у майбутній діяльності.

Перед початком проектування студент одержує від керівника роботи індивідуальне завдання на курсову роботу з переліком необхідних вихідних конструкторських і технологічних даних. Одночасно встановлюються терміни виконання окремих етапів і захисту курсової роботи.

Звітна документація з виконання курсової роботи має бути оформлена згідно з чинними державними стандартами на оформлення звітної документації

1 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Курсова робота становить складову частину дисципліни «Обладнання та оснастка виробництв порошкових і композиційних матеріалів (частина 2)». Основною метою курсового проектування є поглиблення і систематизація знань, отриманих студентом протягом попереднього навчання, і надання йому можливості набути досвід самостійної роботи при розв'язанні інженерних, технологічних та конструкторських задач.

При роботі над курсовою роботою студент має використовувати лекційний матеріал, наявну з теми роботи літературу, довідкові та інші матеріали, отримані за час навчання в університеті.

Мета курсової роботи – проектування прес-форми для виготовлення певного виробу з металевих порошків, яке складається з визначення геометричних розмірів основних елементів прес-форми та перевірка їх на міцність при заданих умовах пресування.

Індивідуальні завдання студентам, наведені у «Таблиці завдань» (додаток А), надаються викладачем за списком групи або за іншим принципом і оформлюються окремим бланком (додаток Б).

Результатом курсового проектування повинні бути: пояснювальна записка, креслення спроектованої прес-форми, і додатки (у випадку необхідності).

2 ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Курсова робота за змістом і оформленням має відповідати вимогам ЄСКД, ЄСТД та інших державних стандартів. Пояснювальна записка до курсової роботи (ПЗ) становить поєднання теоретичної та розрахункової частин, які об'єднуються загальними висновками, і оформлюється студентом на аркушах формату А4.

Згідно з ДСТУ3008:2015 [1] пояснювальна записка має містити такі структурні елементи: титульний аркуш, реферат, зміст, вступ, суть записки, висновки, перелік посилань, додатки.

Форма *титульного аркуша* наведена у додатку В.

Реферат призначений для ознайомлення з пояснювальною запискою. Він повинен містити відомості про її обсяг, кількість креслень, додатків, а також джерел за переліком посилань; текст

реферату і перелік ключових слів.

Текст реферату має відображати основні відомості, наведені у пояснювальній записці, обсягом не більше 10...12 речень.

Ключові слова у кількості 5...10 слів (словосполучень) повинні відповідати суті пояснювальної записки.

Зміст становить перелік, який складається з вступу, найменувань розділів суті записки, висновків, переліку посилань, найменування додатків і номерів сторінок, на яких розміщується початок відповідного матеріалу.

Вступ звіту повинен містити загальну характеристику конструкції спроектованого виробу, основні проблеми, які довелося вирішувати при проектуванні.

Суть пояснювальної записки повинна містити вихідні матеріали на проектування, викладення всіх етапів проектування, висновки і креслення виробу за розмірами, отриманими в результаті проектування.

Висновки повинні містити підсумок проектування: призначення і склад виробу, рекомендована технологія виготовлення виробу та інші його особливості (при необхідності).

Перелік посилань повинен містити літературні джерела, які використовувалися при складанні пояснювальної записки. Джерела належить розміщувати у порядку згадування їх у тексті суті пояснювальної записки і оформлювати згідно з ДСТУ 8302:2015 [2].

У *додатках*, якщо у них буде необхідність, можуть бути розміщені матеріали, необхідні для повноти розуміння конструкції, складу і порядку проектування заданої прес-форми.

Як *креслення* спроектованої прес-форми допускається використовувати ескіз прес-форми (додаток Г), проставляючи замість букв отримані при розрахунках розміри. Якщо у спроектованій прес-формі відсутня обойма, елемент з розміром D_3 не показувати.

3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Конструкція прес-форми залежать від конфігурації виробу, його розмірів, від відношення висоти виробу до його діаметра або до товщини стінки.

3.1 Розрахунок геометричних розмірів прес-форми

3.1.1 Вихідні дані.

При виконанні даного розділу курсової роботи передбачається провести геометричний розрахунок елементів прес-форми для виготовлення виробу з порошкового матеріалу певної марки при однобічному холодному пресуванні. Виріб має форму порожнистого циліндра із заданими розмірами: зовнішнім діаметром D_n , внутрішнім – $d_{вн}$ і висотою $h_{ном}$ та відповідними граничними відхиленнями згідно з ГОСТ 25347-82 [3] (наприклад, $D_n = 50_{-0,119}^{+0,080}$ мм, $d_{вн} = 20_{-0,039}^{+0,039}$ мм, $h_{ном} = 40 \pm 0,050$ мм). Конкретні розміри виробу і необхідні для розрахунку властивості порошку виробу мають відповідати отриманому студентом завданню.

Для забезпечення працездатності прес-форми необхідно обрати вид посадки пари «пуансон-матриця» з зазором, наприклад, Н7/г7.

3.1.2 Визначення розмірів матриці.

З урахуванням збільшення внутрішнього діаметра матриці в процесі експлуатації за рахунок зношування при проектуванні **нової матриці** розрахунок ведеться, виходячи з **найменшого** допустимого розміру виробу ($D_n - IT/2$) [4 - 6]. У зв'язку з цим розрахунок номінального **внутрішнього діаметра матриці D_1** , мм, здійснюється за формулою:

$$D_1 = D_n - IT/2 - I_{пд} \pm n_d + K, \quad (3.1)$$

де D_n – номінальний діаметр виробу, що пресується, мм; IT – поле допуску на номінальний діаметр виробу, мм; $I_{пд}$ – величина пружної післядії за діаметром, мм; n_d – величина зсідання (або збільшення) виробу за діаметром при спіканні, мм; K – припуск на наступні операції, які можуть вплинути на остаточні розміри спресованого виробу.

Величина пружної післядії (збільшення розмірів) по діаметру $I_{пд}$ може становити від 2 до 3%. Найчастіше при спіканні має місце зсідання (зменшення розмірів), тобто у формулі 3.1 перед n_d треба поставити знак «+». Для різних порошків і умов спікання зсідання може становити від 5 до 15%. Припуск на наступні операції K , як правило, береться у межах 0,25...0,50 мм.

Для отриманого внутрішнього діаметра матриці D_1 треба знайти граничні відхилення згідно з прийнятим полем допуску для отвору H відповідного квалітету (наприклад, H7 за ГОСТ 25347-82 [3]).

Висота матриці H_M розраховується за формулою:

$$H_M = H_{KM} + l_K, \quad (3.2)$$

де H_{KM} – висота робочого каналу матриці, мм; l_K – висота конусної ділянки на вихідному кінці матриці, мм.

У свою чергу *висота робочого каналу* матриці:

$$H_{KM} = h_{зав} + h_B + h_H, \quad (3.3)$$

де $h_{зав}$ – висота завантажувальної камери, мм; h_B , h_H – величини заходу в матрицю верхнього і нижнього пуансонів відповідно, мм (звичайно не більше 10 мм кожний).

Висота *завантажувальної камери* $h_{зав}$ складається з висоти пресовки до спікання $h_{пр}$ і величини шляху пресування h_1 (тобто $h_{зав} = h_{пр} + h_1$, рис. 3.1).

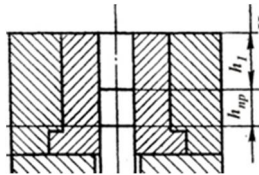


Рисунок 3.1 – Схема розрахунку висоти завантажувальної камери $h_{зав}$

Висота пресовки до спікання

$$h_{пр} = h_{ном} - l_{пв} \pm n_B + K, \quad (3.4)$$

де $h_{ном}$ – номінальна висота готового виробу, мм; $l_{пв}$ – величина пружної післядії у вертикальному напрямку, мм; n_B – величина зсідання/збільшення виробу за висотою (плюс при зсіданні, мінус при збільшенні); K – припуск на наступні операції.

Величини пружної післядії, зсідання у вертикальному напрямку і припуску на наступні операції можна прийняти аналогічними величинам, прийнятим при розрахунку діаметра матриці.

Величина *шляху пресування* h_1 знаходиться залежно від густини пресовки $\rho_{\text{пр}}$ при заданому тиску пресування та насипної щільності порошку ρ_n за формулою:

$$h_1 = h_{\text{пр}} \cdot (\rho_{\text{пр}} / \rho_n - 1). \quad (3.5)$$

Для запобігання появленню розшарування у пресовці при виштовхуванні на вихідному кінці матриці передбачається розширення її каналу (рис. 3.2).

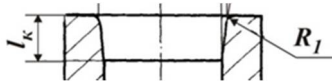


Рисунок 3.2 – Схема конічної частини матриці

Висота конусної ділянки на вихідному кінці матриці l_k може становити від 5 до 30 мм.

Остаточна висота матриці складається з усіх розрахованих вище елементів:

$$H_m = h_{\text{пр}} + h_1 + h_b + h_n + l_k. \quad (3.6)$$

3.1.3 Визначення розмірів пуансона

Номінальний **діаметр пуансона** d_n залежить від номінального діаметра матриці D_1 , і для нової матриці $d_n = D_1^{\text{min}}$. Між матрицею і пуансоном повинен бути зазор, з одного боку, щоб забезпечувати вихід повітря з пор виробу, що пресується, а з іншого – не допустити просипання порошку під тиском пресування.

На практиці мінімальний зазор між матрицею і пунсоном S_{min} обирається у межах 0,005...0,015 мм. Величина максимального зазору S_{max} залежить від гранулометричного складу порошку виробу. Він має бути менше розміру переважної частки частинок порошку виробу, що становить його склад.

Задавшись орієнтовними зазорами $S_{\min}$ і $S_{\max}$ і знаючи граничні відхилення EI та ES для попередньо визначеного діаметра матриці D_1 , розраховуються відповідні граничні відхилення ei і es діаметра пунсона d_p :

$$es = EI - S_{\min}; \quad (3.7)$$

$$ei = ES - S_{\max}. \quad (3.8)$$

Для визначених значень es і ei необхідно у ГОСТ 253475-82 [3] знайти стандартні значення es і ei, що їм відповідають, для діаметра пуансона d_p згідно з обраними основним відхиленням і квалітетом. Тоді отриманий діаметр пуансона має вид: d_{p-ei}^{-es} .

Висота пунсона, який служить для передачі зусилля пресування порошку і не є одночасно виштовхувачем, знаходиться за формулами:

$$H_p = H_m - h_{pp} - h_n + (5 \dots 10), \quad (3.9)$$

$$\text{або } H_p = h_l + h_v + l_k + (5 \dots 10). \quad (3.10)$$

3.1.4 Визначення розмірів стрижня

Діаметр стрижня $d_{ст}$ залежить від номінального розміру отвору. Його розмір, як і діаметр матриці, залежить від зміни розмірів виробу у процесі виготовлення (пружна післядія, усадка/зростання при спіканні). Розмір приймається максимально можливими, щоб забезпечить достатній припуск на зношування стрижня під час експлуатації.

$$d_{ст} = d_{вн} + IT/2 + l_{пв} \pm n_v - K. \quad (3.11)$$

Величини вертикальних пружної післядії $l_{пв}$ і зсідання n_v обираються такими ж, як і при розрахунку діаметра матриці.

Для отримання максимально (мінімально) допустимого розміру робочої частини стрижня ($d_{ст}^{max}/d_{ст}^{min}$) у формулу слід підставляти відповідно максимально (мінімально) допустимий діаметр отвору деталі.

3.2 Розрахунок елементів прес-форми на міцність

3.2.1 Вихідні дані

Згідно з отриманим студентом завданням виріб виготовляється з порошкового матеріалу певної марки з відомими властивостями: насипною щільністю порошку ρ_n , г/см³, густиною пресовки $\rho_{пр}$, г/см³, при тиску пресування p , МПа, що забезпечує задану пористість виробу, і коефіцієнтом Пуассона ν . Необхідні для розрахунків геометричні розміри елементів прес-форми отримані у розділі 3.1. Матеріал для матриці і пуансона, а також їх властивості, необхідні для розрахунків: границі міцності на розтяг σ_B , МПа, і на стискання $\sigma_B^{ст}$, МПа, обираються з таблиці «Властивості сталей» (додаток Д). Коефіцієнт Пуассона для всіх сталей практично однаковий: $\nu_c = 0,28$.

3.2.2 Розрахунок зовнішнього діаметра матриці

Міцність стінки матриці забезпечує її товщина. Якщо відомий внутрішній діаметр матриці, то для визначення товщини стінки слід розрахувати її зовнішній діаметр.

Попередньо зовнішній діаметр матриці D_2 розраховується за емпіричною формулою [7, 8]:

$$D_2 = D_1 \cdot \sqrt{([\sigma] + p \nu_c) / ([\sigma] - p \nu_c)}, \quad (3.12)$$

де D_1 – внутрішній діаметр матриці, м; $[\sigma]$ – допустиме напруження на розтяг матеріалу матриці, МПа; p – максимальний тиск пресування, МПа; ν_c – коефіцієнт Пуассона матеріалу прес-форми (практично для всіх сталей $\nu_c = 0,28$).

Для прес-форм літературою рекомендується коефіцієнт запасу міцності $n = 2 \dots 3$ [5, 7]. Після обрання коефіцієнта запасу міцності n знаходиться допустиме напруження на розтяг матеріалу матриці $[\sigma] = \sigma_B / n$.

Отриманий розмір рекомендується уточнити [7] залежно від бічного тиску при пресуванні. При бічному тиску $p_b \leq 200$ МПа рекомендується прийняти зовнішній діаметр $D_2 = 2D_1$ і $D_2 = 3 D_1$ при бічному тиску $p_b > 200$ МПа.

Бічний тиск при пресуванні порошкових виробів [4, 5, 7]:

$$p_b = \frac{p \cdot \nu}{1 - \nu}, \quad (3.13)$$

де p – тиск пресування, МПа; ν – коефіцієнт Пуассона матеріалу виробу.

Залежно від отриманої величини p_b визначається для подальших розрахунків діаметр D_2 з відповідним полем допуску (наприклад, Н7).

Під дією бічного тиску в момент пресування внутрішній діаметр матриці збільшується, що при недостатній жорсткості стінки може призвести до виробництва бракованої продукції. Тому після визначення міцності необхідно провести перевірку стінки матриці на жорсткість. За умови достатньої жорсткості відносна деформація стінки ε не повинна перевищувати 0,2%.

Відносна деформація стінки знаходиться за формулою:

$$\varepsilon = \frac{p_b}{E} \cdot \left[\frac{D_2^2 + D_1^2}{D_2^2 - D_1^2} + \nu_c \right] \cdot 100\%, \quad (3.14)$$

де p_b – бічний тиск, Па; E – модуль поздовжньої пружності, Па (практично для всіх сталей $E = 215$ ГПа).

Якщо умова жорсткості виконана, визначений попередньо діаметр D_2 вважається остаточним. Якщо не виконана, то треба збільшити D_2 на 10...15% і повторити розрахунок.

Якщо і у цьому випадку необхідна жорсткість не досягнута, то на зовнішній діаметр матриці D_2 встановлюється з натягом обойма із зовнішнім діаметром $D_3 \leq 4 D_1$.

3.2.3 Перевірка пуансона на міцність

У момент пресування на пуансон діаметром діють стискальні сили. Умова міцності при стисканні:

$$\sigma_{ст} = P / S = k p \cdot S / S = k p \leq [\sigma_{ст}], \quad (3.15)$$

де P – розрахункове зусилля пресування, Н; S – площа опорної поверхні пуансона, м^2 ; k – коефіцієнт запасу зусилля (звичайно $k = 1,25 \dots 1,40$); $[\sigma_{\text{ст}}]$, – допустиме напруження при стисканні, МПа.

Розрахункове зусилля пресування (d , мм, – отвір у торці пуансона):

$$P = k \cdot p \cdot \frac{\pi \cdot (D_1^2 - d^2)}{4}. \quad (3.16)$$

Допустиме напруження при стисканні знаходиться через коефіцієнт запасу міцності n аналогічно попередньому у п. 3.2.2: $[\sigma_{\text{ст}}] = \sigma_{\text{в}}^{\text{ст}}/n$.

Пуансони при пресуванні працюють також на поздовжній згин. Пуансони зі співвідношенням розмірів $H_{\text{п}} < 3d_{\text{п}}$ на поздовжній згин не перевіряються. Якщо висота пуансона $H_{\text{п}}$ перевищує діаметр $d_{\text{п}}$ у три і більше разів, необхідно провести перевірку його на поздовжній згин. Умова безпеки пуансона на поздовжній згин: $P_{\text{кр}} > P$, де $P_{\text{кр}}$ – критичне навантаження при пресуванні.

Критичне навантаження при пресуванні [8]

$$P_{\text{кр}} = \frac{2\pi^2 EI_{\text{п}}}{H_{\text{п}}^2}, \quad (3.17)$$

де $I_{\text{п}}$ – осьовий момент інерції поперечного перерізу пуансона, м^4 ; $H_{\text{п}}$ – висота пуансона, м.

Для круглого пуансона діаметром $d_{\text{п}}$ з концентричним отвором d осьовий момент інерції знаходиться за формулою:

$$I_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot (d_{\text{п}}^4 - d^4)}{64}. \quad (3.18)$$

Якщо критичне навантаження при пресуванні $P_{\text{кр}}$ перевищує розрахункове зусилля пресування P , умова безпеки пуансона на поздовжній згин виконана.

4 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Пояснювальна записка закінчується загальними висновками, у яких необхідно навести оцінку розробленої конструкції прес-форми, особливості проектування (зокрема, проведення розрахунків, вибору матеріалів тощо), а також можливі шляхи його удосконалення.

5 ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Текст пояснювальної записки друкується (пишеться) на аркушах паперу А4 шрифтом Times New Roman Суг, розмір – 12, вирівняння по ширині, абзац – 10 мм, міжрядковий інтервал – одинарний.

Параметри сторінок: поля – верхнє,нижнє – 20 мм, ліве, праве – 15 мм.

Номери сторінок проставляти арабськими цифрами без крапки після цифри з використанням колонтитулів (верхній – 10 мм, нижній – 0 мм) вверху сторінки з вирівнюванням «від центра».

Назви структурних елементів «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» і заголовки розділів друкуються великими літерами шрифтом Times New Roman Суг, жирний, розмір – 12, по ширині, з абзацу.

Структурні елементи «РЕФЕРАТ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» не нумеруються.

Відстань між заголовком розділу та попереднім текстом становить один інтервал, між заголовком підрозділу і наступним текстом – без інтервалу. Не допускається розташовувати найменування розділу у нижній частині тексту, якщо після нього може бути розміщений лише один рядок тексту.

Бібліографічний опис літературних джерел у «Переліку посилань» виконують відповідно до вимог ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Висновки, перелік посилань друкуються на окремих аркушах і розміщаються безпосередньо за текстом суті пояснювальної записки.

Додатки розміщують після «Переліку посилань» з нового аркуша як продовження записки. Кожний додаток починають з нової

сторінки. Слово «Додаток» та велику літеру, що позначає додаток, записують посередині рядка.

6 ЗАХИСТ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Після закінчення підготовки курсової роботи у встановлений термін проводиться її захист. Захист проводиться прилюдно оф-лайн або он-лайн перед комісією з двох – трьох викладачів кафедри, у тому числі й керівника курсової роботи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

основні

1. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення [Чинний від 2017.07.01] К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

2. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. [Чинний від 01.07.2016] К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 20 с.

3. ДСТУ ISO 286-1-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок [Чинний від 2003-10-1]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 41 с.

4. ДСТУ ISO 286-2-2002 Допуски і посадки за системою ISO. Частина 2. Таблиці квалітетів стандартних допусків і граничних відхилів отворів і валів [Чинний від 2004-10-1]. Київ: РВВ ДП «УкрНДНЦ», 2004. 43 с.

5. Нестеренко Т. М., Сколков В. О., Воденнікова О. С. Теорія і технологія порошкової металургії: навч. посібник. – Запоріжжя: ЗДІА, 2016. – 120 с.

6. Сизоненко О. М., Івлєв А. І., Баглюк Г. А. Перспективні процеси виготовлення порошкових матеріалів: підручник : Миколаїв. НУК. 2014. – 374 с.

7. Степанчук А. М. Теорія і технологія пресування порошкових матеріалів [текст]: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури. 2017. 336 с.

8. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: підручник / за ред. Г.С.Писаренка. – К.: Вища шк., 2004. 655 с.

9. Корнілов О. Опір матеріалів. К.: Логос, 2002. 562 с.

додаткові

10. Богуслаєв В.О., Качан О.Я., Калініна Н.Є., Мозговий В.Ф., Калінін В.Т. Авіаційно-космічні матеріали та технології.- Запоріжжя: вид. ВАТ «Мотор Січ», 2009. 383 с.

11. Коломієць С.М. Сучасні технології виробництва деталей машин. – Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка, вип. 158, с. 74-79.

12. Солнцев Ю.П., Беліков С.Б., Волчок І.П., Шейко С.П. Спеціальні конструкційні матеріали: підручник для ВНЗ. – Запоріжжя: «ВАЛПІС-12ПОЛІГРАФ», 2010. 536 с.

13. Дрозденко О. С., Левенко О.Н. Порошкова металургія : лекція : [для студентів і спеціалістів ракет.-косміч. техніки]. – Дніпро : Домінанта Прінт, 2021. – 32 с.

Додаток А
Таблиця завдань

Варіант	Матеріал виробу			Виріб (пресовка)				
	Порошок, марка	Насипна густина ρ_n , г/см ³	Коефіцієнт Пуассона, ν	Густина $\rho_{пр}$, г/см ³	При тиску пресування p , МПа	Зовнішній діаметр D_1 , мм	Внутрішній діаметр d , мм	Висота $h_{пр}$, мм
1	залізний ПЖ2М1	2,3... ...2,5	0,25 0,28	6,37	700	25	10	25
2				6,44	800	50	20	40
3				6,62	900	100	40	60
4	залізний ПЖВ1	2,3... ...2,5	0,25 0,28	6,40	400	70	30	20
5				7,10	700	110	30	95
6				7,10	700	120	60	100
7	порошкова сталь СП-	2,3... ...2,5	0,25 0,28	6,40	400	48	28	30
8				6,84	500	150	50	110
9				7,45	600	200	80	100
10	залізний (95%) + графіт (5%)	2,0... ...2,2	0,25 0,28	5,92	500	60	40	30
11				6,08	600	90	22	90
12				6,14	700	120	36	80
13	мідний МП-1	1,45 ... 2,00	0,31 0,34	7,38	600	70	30	20
14				7,38	600	110	30	95
15				7,53	700	120	60	100
16	латунний ПЛ-80	3,2... ...3,5	0,33 0,36	7,17	600	48	28	30
17				7,34	700	150	50	110
18				7,34	700	200	80	100
19	олов'яної бронзи	3,2... ...3,5	0,32 0,35	7,77	500	55	25	25
20				8,43	700	60	20	40
21				8,43	700	100	40	60
22	нікелевий ПНК-УТ1	3,0... ...3,5	0,27 0,30	7,85	600	70	30	20
23				8,50	800	110	30	95
24				8,5	800	120	60	80

Додаток Б
Бланк завдання на курсову роботу

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**

Кафедра композиційних матеріалів, хімії та технологій
Дисципліна: «Обладнання та оснастка виробництв порошкових і
композиційних матеріалів» (частина 2)»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Курс _____ група _____ семестр _____

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу студентів

1. Тема роботи: _____

2. Термін здачі студентом закінченої курсової роботи: _____

3. Вихідні дані роботи: _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: _____

5. Перелік графічного матеріалу: _____

6. Дата видачі завдання: _____

Додаток В

Приклад титульного листа пояснювальної записки
до курсової роботи

Форма № 17

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Композиційні матеріали, хімія та технології

(назва кафедри)

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ (РОБОТА)

з «Обладнання та оснастка виробництв порошкових і композиційних
матеріалів» (частина 2)»

(назва дисципліни)

на тему: _____
(назва теми)

Студента(ки) _____ курсу _____ групи
спеціальності _____
освітня програма (спеціалізація) _____

_____ (ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник _____

_____ (посада, вчене звання, науковий ступінь, ПРІЗВИЩЕ, ініціали)

Кількість балів _____

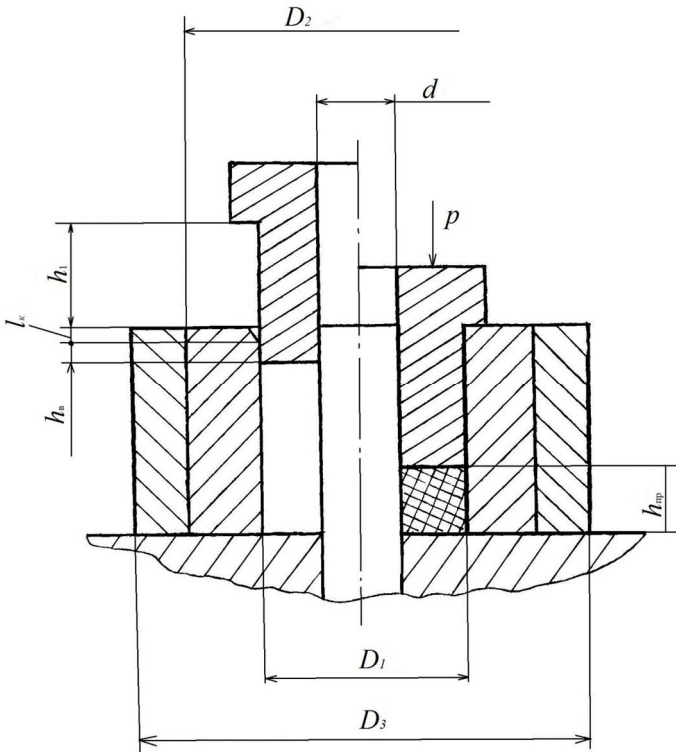
Члени комісії _____

_____ (підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис) (ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Додаток Г
Ескіз прес-форми



Додаток Д
Властивості сталей

Марка сталі	Стан використання	Границя міцності на розтяг σ_B , МПа	Границя міцності при стисканні $\sigma_B^{ст}$, МПа	Використання
9ХС	У стані постачання	790	3200	Матриці, пуансони, стрижні підвищеної зносостійкості
ХВГ	У гарячекатаному стані	760	2900	Матриці, пуансони, стрижні для холодного пресування
5ХНМ	Гартування + відпускання 550°C	1350	3500	Матриці, пуансони, стрижні помірної теплостійкості
7Х3	Гартування + відпускання 500°C	1320	3000	Теплостійкі матриці, пуансони при високих навантаженнях
Х12	Гартування + відпускання 500°C	1850	4100	Матриці, пуансони, стрижні великого навантаження
Х12Ф1	Гартування + відпускання 500°C	2200	4200	Матриці, пуансони, стрижні великого навантаження, стійкі проти зношування
3Х2В8Ф	Гартування + відпускання 600°C	1720	3900	Матриці, пуансони, стрижні великого навантаження, стійкі проти зношування