

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Линия Зен-бля институт мех. срм.
(повне найменування інституту, назва факультету)

Обробка металів тиском
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)

магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Врахування технології владивлення
вертків індустріального призначення

Виконав: студент IV курсу, групи МІЗ/3/4
спеціальності (напряму підготовки)

_____ (код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Володимир С. С.
(прізвище та ініціали)

Керівник Метелін А. Ю.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Механіко-енергетичний інститут машинобудівної спеціальності
Кафедра Обробка металів тиском
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
Спеціальність Обладнання та технології пластичної обробки металів буд.
(код і назва)
Програма підготовки _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Щефко Юрій В.В.
"20." 12 / 2018 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Коласенко Станіслав Олександрович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Тема роботи Вдосконалення технології виготовлення виробів
індустріальною пресом чистого

Прізвище роботи Мател'яНО КТН
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від "___" _____ 20__ року №__

Строк подання студентом роботи 17.12.18

Вихідні дані до роботи Звіт з переддипломної практики

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
1. Завдання характеристик кінтертарті з більшою частини
2. Характеристики частини 4 Конструкторська частини 5. Витрати на виготовлення
технологічного процесу в складних процесі

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Проектний матеріал

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
1	Матюшин А Ю		
2	Матюшин А Ю		
3	Матюшин А Ю		
4	Матюшин А Ю		
5	Матюшин А Ю		
Характеристика	Мастеров О.В. к.т.н. доц.		
Метод. вказівки	Матюшин А Ю		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Затвердження характеристики лабораторії	15.10.18	
2	Додатки до звіту	25.10.18	
3	Технологічне завдання	27.10.18	
4	Курс проектування звіту	05.11.18	
5	Автоматизація технологічного процесу	10.11.18	
6	Охорони праці	12.12.18	
		17.12.18	

Студент (підпис) Матюшин А Ю (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (підпис) Матюшин А Ю (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 90 , 15 рис., 8 табл., 5 додатків, 18джерел.

Об'єкт дослідження - лабораторія порошкової металургії по виготовленню антифрикційних виробів.

Мета роботи - вдосконалення технологічного процесу виготовлення виробів антифрикційного призначення втулка, статор і підшипник методами порошкової металургії.

Метод розрахунків - стандартні методики розрахунків у порошковій металургії.

Отримані результати і їхня новизна. У процесі роботи була розроблена технологічна схема виготовлення статора, втулки й підшипника з порошкових матеріалів, замість класичних методів, що привело до безвідхідного виробництва. Проведено аналіз матеріалів і композицій, які можна застосовувати для виготовлення даних деталей.

ПОРОШКОВА МЕТАЛУРГІЯ, ЩІЛЬНІСТЬ, СИПКІСТЬ, РЕЖИМ, ПРЕС-АВТОМАТ, ПРЕСУЮЧИЙ БЛОК, ПРЕС-ФОРМА, СПІКАННЯ, ТЕМПЕРАТУРА, КАЛІБРУВАННЯ, ПРОПИТКА, КОМПОЗИЦІЯ, ШИХТА, ПОРОШКИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

РЕФЕРАТ

ПЗ: 90 , 15 рис., 8 табл., 5 приложений, 18 источников.

Объект исследования – лаборатория порошковой металлургии по изготовлению антифрикционных изделий.

Цель работы – усовершенствование технологического процесса изготовления изделий антифрикционного назначения втулка, статор и подшипник методами порошковой металлургии.

Метод расчетов – стандартные методики расчетов в порошковой металлургии.

Полученные результаты и их новизна. В процессе работы была разработана технологическая схема изготовления статора, втулки и подшипника из порошковых материалов, взамен классических методов, что привело к безотходному производству. Проведен анализ материалов и композиций, которые можно применять для изготовления данных деталей.

ПОРОШКОВАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ, ПЛОТНОСТЬ, СЫПУЧЕСТЬ, РЕЖИМ, ПРЕСС-АВТОМАТ, ПРЕССУЮЩИЙ БЛОК, ПРЕСС-ФОРМА, СПЕКАНИЕ, ТЕМПЕРАТУРА, КАЛИБРОВКА, ПРОПИТКА, КОМПОЗИЦИЯ, ШИХТА, ПОРОШКИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

ABSTRACT

EM: 90 , 15fig., 18 tables., 5 applications, 18 sources.

The object of the research is a powder metallurgy laboratory for the manufacture of antifriction products.

The purpose of the work is the improvement of the technological process of manufacturing antifriction products for the sleeve, stator and bearing using powder metallurgy methods.

Calculation method - standard methods of calculation in powder metallurgy.

The results and their novelty. In the process, the technological scheme of manufacturing the stator, sleeve and bearing of powder materials was developed, instead of classical methods, which led to waste-free production. The analysis of materials and compositions that can be used for the manufacture of these parts.

POWDER METALLURGY, DENSITY, FLOW, MODE, PRESS MACHINE, PRESS UNIT, MOLD, SINTERING, TEMPERATURE, CALIBRATION, IMPREGNATION, THE COMPOSITION OF THE CHARGE, POWDERS, PROCESSES.

ЗМІСТ

Реферат.....	3
Перелік умовних позначень.....	8
Вступ.....	9
Аналітичний огляд.....	10
1. Загальна характеристика лабораторії.....	16
1.1 Апаратно – технологічна схема.....	16
1.2 Планування лабораторії.....	17
2. Дослідна частина.....	20
2.1 Постановка задачі.....	20
2.2 Методика дослідження.....	20
2.3. Дослідження компонентів шихти.....	20
2.3.1 Дослідження залізного порошку.....	20
2.3.2 Дослідження мідного порошку.....	25
2.3.3 Дослідження порошку графіта.....	25
2.3.4 Дослідження порошку стеарата цинку.....	26
3. Технологічна частина.....	27
3.1 Приготування шихти.....	27
3.2 Технологічний процес виготовлення статора.....	28
3.2.1 Змішування компонентів шихти.....	28
3.2.2 Формування деталі статор.....	29
3.2.3 Спікання деталі статор.....	30
3.2.4 Просочування деталі статор мастилом.....	31
3.2.5 Калібрування деталі статор.....	31
3.3 Дослідження насипної щільності порошків.....	31
3.4 Дослідження текучості порошків.....	32
3.5 Дослідження ущільненості залізних порошків.....	34
4. Конструкторська частина.....	36
4.1 Обладнання для виготовлення статора.....	36

	7
4.2 Тиск пресування.....	41
4.3 Бічний тиск.....	42
4.4 Розробка прес-блоку.....	43
4.5 Класифікація прес-форм.....	46
4.6 Матеріали прес-форм.....	49
4.7 Розробка конструкції робочих частин прес-форм.....	50
4.8 Розрахунок деталей прес-форм.....	53
4.8.1 Геометричний розрахунок прес-форм.....	54
4.8.2 Розрахунок на жорсткість та міцність матриць.....	58
4.8.3 Розрахунок пуансонів.....	60
5. Автоматизація технологічного процесу.....	63
6. Охорона праці.....	64
6.1. Аналіз потенційних небезпек.....	64
6.2 Заходи з забезпечення безпеки.....	65
6.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці.....	75
6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	75
6.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	77
Висновки.....	79
Перелік посилань.....	80
Додатки.....	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- КИМ – коефіцієнт використання металу;
Р δ – технологічне зкисля пресування;
d π – діаметр робочої частини пуансону, мм;
D π – зовнішній діаметр матриці, мм;
 σ_T – межа текучості матеріалу, МПа;
 σ_B – межа міцності матеріалу, МПа;
d $_1$ – діаметр зразку після пресування, мм;
d $_0$ - діаметр матриці, мм;
h – висота готового виробу, мм;
l $_{\pi}$ – величина пружньої післядії;
 ϵ – усадка при спіканні по висоті;
P $_b$ – боковий тиск на стінку матриці, МПа.

ВСТУП

Прагнення виготовляти вироби з найменшими витратами призвели до безперервного розвитку порошкової металургії. Сьогодні виробництво спечених виробів пов'язано, перш за все, із задоволенням зростаючих потреб машинобудування, а зокрема, автомобілебудування.

Виготовлення методом порошкової металургії шайб, кришок, дисків, втулок, фланців і багатьох інших елементів обладнання, різних виробів з антифрикційних матеріалів, дає значну економію чорних і кольорових металів, звільняє десятки металообробних верстатів, так як отримані вироби практично не вимагають подальшої механічної обробки, що призводить до полегшення технологічного процесу, тобто зниження числа операцій над однією деталлю. При виробництві деталей з порошків зменшуються допуски на розміри: на діаметр, ширину і висоту, що значно економить сировину. Порошкова металургія дозволяє виготовляти вироби з високим коефіцієнтом використання матеріалу до 95%.

В даний час у всіх транспортних і механічних машинах застосовуються підшипники кочення і ковзання. Для їх виготовлення використовуються різні антифрикційні матеріали. Одним з перспективних напрямків в створенні антифрикційних матеріалів є метод порошкової металургії. Виготовлені з шихти вироби, до складу якої входять, крім основного елемента - залізного порошку, мідь, графіт і т.д. Ці підшипники можуть працювати в умовах високих швидкостей, температур, з мастилом і без неї. Це забезпечується пористою структурою матеріалу, яка містить в собі масла, змащувальні робочу поверхню.

Вітчизняний і зарубіжний досвід виробництва і застосування виробів конструкційного й антифрикційного призначення в машинобудуванні і приладобудуванні свідчить про високу економічну ефективність використання порошкових матеріалів.

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

На відміну від традиційних методів виготовлення металевих виробів в порошковій металургії при їх виготовленні використовується не литий метал, а порошки чистих металів та їх сплавів, порошки неметалічних матеріалів. Ця особливість порошкової металургії дозволяє створювати нові матеріали з металевих елементів, які можуть значно відрізнятися по температурі плавлення і не сплавлятися між собою, а також поєднувати в одному матеріалі метали з компонентами неметалевої природи [1]. Це відкриває широкі можливості для створення нових матеріалів з різноманітним комплексом механічних і фізико-хімічних властивостей, властивих як компонентам металеві і неметалічної природи, так і з'єднанням, що виникають в результаті їх взаємодії.

Застосування методів порошкової металургії при виготовленні різних деталей дозволяє різко підвищити продуктивність праці і ефективність виробництва, довести до мінімуму втрати металу за рахунок скорочення багатоопераційної технології, знизити зайнятість робітників у виробничому циклі, скоротити витрату енергії на одиницю виробу. Всі ці переваги порошкової металургії перед іншими видами виробництва створили передумови для її інтенсивного розвитку.

Особливість порошкової технології - можливість створення з сумішей порошків компактних матеріалів, минаючи стадії плавлення і лиття, - відкриває широкі перспективи для розробки нових матеріалів з різноманітним комплексом властивостей, властивих як компонентам металеві і неметалічної природи, так і виникла в результаті взаємодії гетерогенних високодисперсних систем[1].

Методами порошкової металургії створена велика група нових композиційних матеріалів, до яких відносяться дисперсно-зміцнені, антифрикційні і фрикційні матеріали, кермети, матеріали, армовані волокнами та ін.

За останні роки в області виробництва використання порошкових виробів відбулися великі кількісні і якісні зміни. Розробки фундаментальних теоретичних основ і нових технологій створили передумови розширення

номенклатури і області порошкових виробів. Якщо 15-20 років тому основна маса порошкових виробів (до 70% - 5%) була представлена деталями вузлів тертя (антифрикційними та фрикційними), то в даний час більше 60% виготовлених деталей є конструкційними, що працюють в умовах складнонапруженої та ударної дії, підвищених температур, корозійно-активних середовищ і т.п., тобто коли від деталі потрібна підвищена міцність, щільність, ударна в'язкість, спеціальні властивості. Для забезпечення необхідних властивостей застосовують складнолеговані порошкові матеріали, термічну, хіміко-термічну та інші види обробок [2].

Головними завданнями в галузі порошкової металургії є підвищення якості порошку і вдосконалення технологічних процесів з використанням засобів механізації та автоматизації; різке підвищення якості продукції, розширення номенклатури виробів машино - приладобудування, виготовлених на основі низьколегованих розпилення порошоків і порошоків, отриманих з відходів машинобудування; розробка великогабаритних і складних за формою виробів шляхом пресування, спікання окремих частин деталей та збирання цих частин за допомогою прип'ікання, зварювання, гарячого кування, штампування, гарячого динамічного пресування.

Сьогодні існує велика кількість наукових праць вітчизняних та закордонних вчених пов'язана з вивченням технологій, конструкцій та способів виготовлення антифрикційних виробів засобами порошкової металургії. Так, у роботі [3] досліджено основні механічні та триботехнічні характеристики металоскляних залізвуглецевих сплавів із 5% скла, модифікованих присадками карбиду бору, міді та нітриду бору. Показано, що введення до складу вихідної порошкової суміші 2% карбиду бору значно підвищує зносостійкість матеріалу та коефіцієнт тертя (0,27–0,42) порівняно з матеріалами без B_4C . Застосування гарячого штампування сприяє різкому збільшенню зносостійкості матеріалів, порівняно зі спеченими, при незначному впливі на коефіцієнт тертя. Мікроструктура спечених металоскляних матеріалів має яскраво виражений гетерофазний характер і складається з металевої матричної фази на основі зерен

щонайменше трьох типів (бороцементиту $\text{Fe}_3(\text{B}_{0,7}\text{C}_{0,3})$, пластинчастого й зеренного перліту), а також скляної фази, яка розподіляється в сталевій матриці у вигляді тонкого прошарку на міжзеренних межах або у вигляді окремих включень неправильної форми розміром до 30–50 мкм.

В свою чергу, в роботі [4] проаналізовано граничні умови можливого використання втулок з нового композиційного підшипникового матеріалу на основі міді, який легований нікелем і молібденом та містить добавки твердого мастила CaF_2 (ДН5МЗКФ9). Досліджено структуру та триботехнічні властивості при випробуваннях в умовах важконавантаженого реверсивного тертя (температура 400–600 °С і навантаження до 6,0 МПа на повітрі). Дослідження сфокусовано на розподілі CaF_2 у композиті з матрицею Cu-Ni-Mo , ролі фториду кальцію у самозмащуванні матеріалу, розподілі хімічних елементів пари тертя і CaF_2 у контактній зоні при важких умовах експлуатації. Показано, що тверде мастило рівномірно розподілене вздовж контактних поверхонь, оскільки воно обволакує всю фрикційну область у процесі важконавантаженого реверсивного тертя. Встановлено, що трибоплівки, сформовані у присутності твердого мастила CaF_2 , забезпечують високу зносостійкість. Також новий матеріал для втулок має високу теплопровідність. Такі властивості розширюють межі використання нових композиційних підшипникових втулок на основі міді у шасі транспортних засобів.

В роботі [5] досліджено триботехнічні характеристики композиційного антифрикційного матеріалу Fe-W-CaF_2 в парі зі сталлю 1X18H9T на повітрі за температури 500 °С при тиску 0,8–3,3 МПа і швидкості ковзання 0,5–2,0 м/с. Встановлено, що при сталому тиску (0,8 МПа) зі збільшенням швидкості ковзання з 0,5 до 2 м/с його коефіцієнт тертя зменшується з 0,3 до 0,26, а масовий (I_M) та лінійний (I_L) знос — з 5 до 2 мг/км та з 30 до <5 мкм/км, відповідно. При сталій швидкості ковзання (0,5 м/с) матеріалу зі збільшенням тиску на пару тертя з 0,8 до 3,3 МПа його коефіцієнт тертя f зменшується з 0,3 до 0,26, а масовий (I_M) і лінійний (I_L) знос збільшується - з 5 до 8,4 мг/км і з 30 до 57 мкм/км, відповідно. Показано, що у процесі тертя на робочій поверхні матеріалу

синтезуються вторинні змащувальні плівки, які мають, так само як і вихідний матеріал, мікрогетерогенну структуру і визначають його антифрикційні властивості. Твердий розчин вольфраму в α -залізі з ОЦК-решіткою, зміцнений включеннями вольфрамату заліза Fe_7W_6 , — це несуча структурна складова вторинних змащувальних плівок, а включення оксидів заліза Fe_3O_4 і Fe_2O_3 та фтористого кальцію — це їх антифрикційна структурна складова. Показано, що як наявність фаз і їх вміст, так і вміст структурних (антифрикційної і несучої) складових у вторинних змащувальних плівках залежать від умов тертя ($P \cdot V$) матеріалу. При збільшенні кількості несучої структурної складової у вторинній плівці знос матеріалу зменшується. Збільшення кількості антифрикційної структурної складової у складі плівки спричиняє зменшення коефіцієнта тертя матеріалу.

В роботі [6] було показано що, використання композиційних матеріалів триботехнічного призначення на основі епоксидних олігомерів пов'язано з особливими властивостями епоксидів, які мають високу технологічність, адгезійну здатність, корозійну стійкість та низьку усадку. Для формування епоксикомпозиційного матеріалу використано епоксидно-діанову смолу ЕД-20, твердник поліетиленполіамін, мінеральні порошкові та волокнисті наповнювачі. За результатами триботехнічних досліджень встановлено умови, за яких процес тертя та зношування стабілізується завдяки формуванню самоорганізованої структури. Досліджено залежності інтенсивності зношування від швидкості, навантаження та шляху тертя. Показано ефективність поступового навантаження композиційного матеріалу в процесі трибовзаємодії, що дозволило створити стійку до зношування структуру поверхневого шару.

Із застосуванням спеціально виготовленого пристрою для випробувань на тертя, в роботі [7] дано аналіз процесів тертя та зносу пористих підшипників ковзання, модифікованих шарами твердого мастила, при високих температурах. Результати випробувань показують досягнення квазігідродинамічного режиму змащування підшипника з порошкового матеріалу. Найнижчий коефіцієнт тертя склав $f = 0,04$ при $300\text{ }^\circ\text{C}$. При $300\text{ }^\circ\text{C}$ відмічено значний ефект зниження

швидкості зносу завдяки тому, що в квазі-гідродинамічному режимі змащування зберігається взаємодія мікронерівностей контактної поверхні ковзання.

В роботі [8] було досліджено триботехнічні характеристики композиційного антифрикційного матеріалу (КАМ) Fe–W–CaF₂ в парі зі сталлю 65Г на повітрі без змащування за підвищеної швидкості ковзання (15 м/с) і незначних (0,64–1,28 МПа) тисків. Встановлено, що зі збільшенням тиску вдвічі (з 0,64 до 1,28 МПа) коефіцієнт тертя КАМ зменшується з 0,25 до 0,2 (в 1,25 раз), а його знос зростає (в 1,95 раз) з 0,0158 до 0,030855 мг/км, але залишається незначним. Внаслідок діючих під час тертя факторів на поверхні матеріалу синтезуються вторинні структурні змащувальні плівки, які запобігають механічному контакту поверхонь пари тертя і забезпечують необхідні антифрикційні та експлуатаційні властивості. Показано, що вторинні структури у вигляді тонких шарів матеріалу із включеннями твердих мастил мають відмінний від вихідного матеріалу хімічний і фазовий склад, структуру і структурний стан та підвищені механічні характеристики.

Проте треба згадати і про виробу фрикційного призначення. Фрикційні матеріали, які використовуються для гальмівних накладок, є композитами з високим ступенем гетерогенності [9]. Взаємозв'язок між складом суміші, кінцевими властивостями матеріалу та його експлуатаційними характеристиками вивчено недостатньо. Гетерогенність цих матеріалів обумовлена різноманітністю інгредієнтів (їх морфологією, розмірами, властивостями тощо), а також процесом виготовлення, що включає ряд послідовних етапів: змішування, попереднє формування, гаряче формування і подальше отвердження. Серед цих процесів змішування справляє великий вплив на мікроструктуру матеріалу (з огляду розподілу інгредієнтів) і, отже, на його механічні властивості. Однак опанування процесу змішування складне, оскільки він і дотепер ґрунтується на емпіричному досвіді виробників. У роботі розроблено новий метод і методику оцінки якості змішування складових фрикційних матеріалів. Передусім, метод полягає у вивченні фізичних

властивостей складових, що дасть змогу полегшити аналіз перебігу процесу змішування. Такий аналіз включає два етапи: вивчення дво- та багатокomпонентних сумішей. Для оцінки змішування передбачається застосування не пов'язаного з великими витратами часу методу аналізу зображень за допомогою двох статистичних коефіцієнтів. Це ексцес і коефіцієнт варіації, які дають можливість описати якість процесу змішування та еволюцію стану поверхні змішаного об'єму, а також оцінити тривалість змішування.

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛАБОРАТОРІЇ

1.1 Апаратно-технологічна схема

Виходячи з умов протікання технологічної операції, розроблена апаратно-технологічна схема виробничого процесу, що представлена на рисунку 1.1.

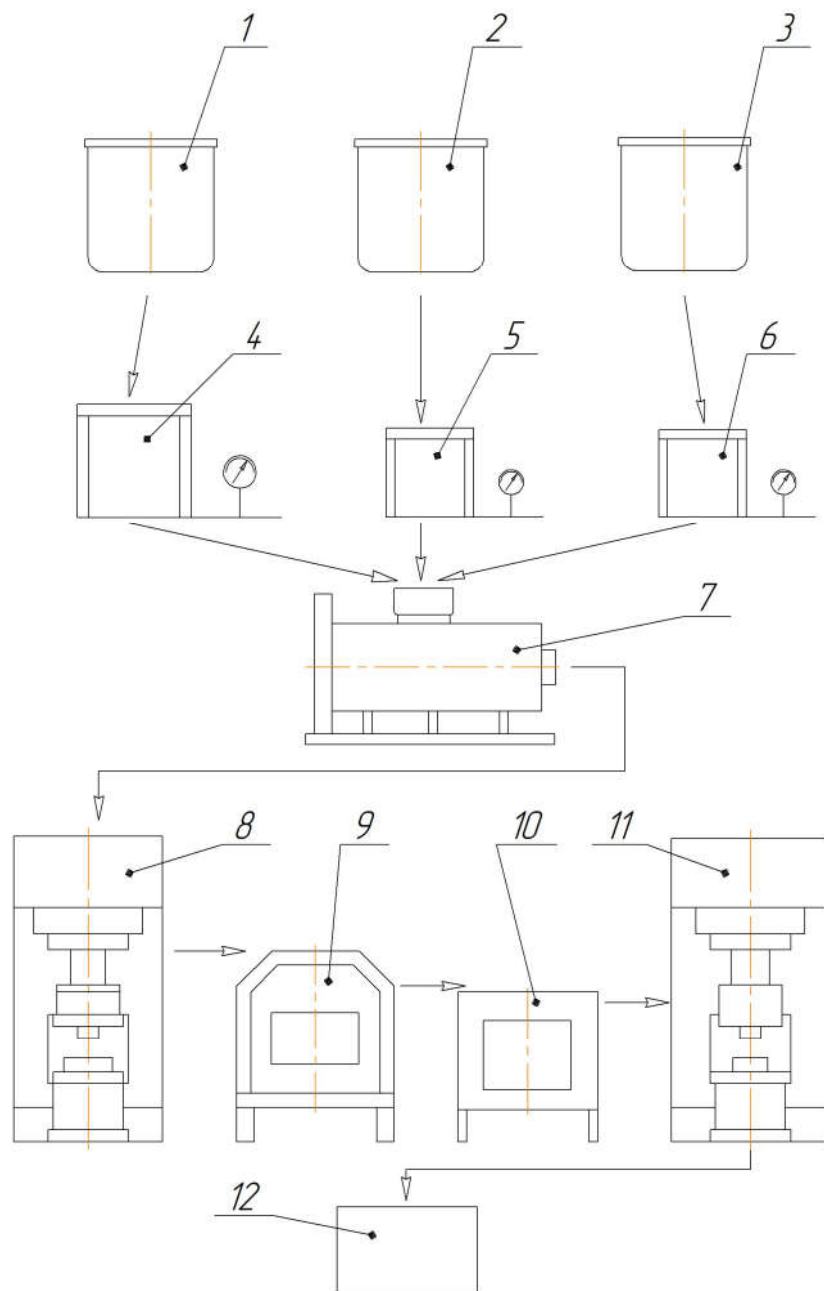


Рисунок 1.1 - Апаратно-технологічна схема

Вихідні матеріали: залізний порошок, мідний порошок і графіт. Порошок з бункерів 1, 2, 3 і дозуючих пристроїв 4, 5, 6 відповідно, надходять в змішувач 7. Металлопорошкова шихта подається на прес 8 для формування, потім напівфабрикати подаються в піч для спікання 9 і в вакуумну установку 10 для просочення маслом. Потім напівфабрикати надходять на прес 11 для подальшої калібрування. Після завершення калібрування готові деталі надходять на склад готової продукції.

Виходячи з апаратно-технологічної схеми ділянки лабораторії операції можна розділити на три види:

- 1) сумішеприготувальні;
- 2) формоутворюючі;
- 3) термічні.

1.2 Планування лабораторії

За характером технологічних операцій лабораторію порошкової металургії відноситься до змішаного типу [10]. Виходячи з цього доцільно лабораторію поділити на три відділення:

1. сумішеприготувальне;
2. пресове;
3. термічне.

Для забезпечення найменших витрат при транспортуванні вихідних матеріалів, напівфабрикатів і готових деталей в процесі виробничого циклу необхідно розмістити обладнання і допоміжні механізми таким чином, щоб забезпечувалася прямолінійність вантажопотоків.

Склад матеріалів повинен розташовуватися біля смесеприготовительного відділення, а склад готових виробів за пресовим відділенням. Пресове відділення пов'язано з термічним відділенням засобами транспортування.

При компонуванні лабораторії в першу чергу встановлюються основні розміри обладнання. За ОНТП-10-85 вибираємо питому виробничу площу на одиницю обладнання:

Таблиця 1.1 – Питомі виробничі площі на кожне обладнання

Модель	Кіл-ть обл	Табличні значення, м ²	Отримані значення, м ²
К8130 P _H =10 МН	1	55...65	65
КА8128 P _H =6,3 МН	1	8...40	30
ДБ2432А P _H =1,6МН	1	8...40	30
Електропіч для спікання	2	30	2·30=60
Установка вакуумного просочення	1	50	50
Змішувачі	3	20	3·20=60
Всього			295

За обраними даними виробнича площа дорівнює 295 м². Тоді допоміжна площа становитиме $S_{вс} = 118 \text{ м}^2$ [2]. Площа під склад порошку становить 20% від загальної площі на склади, що становить 24 м². Склад штампів, засобів автоматизації та механізації займає 13% від допоміжної площі і становить 15 м². Склад деталей займає 7% допоміжної площі і становить 8 м². Загальна площа під ділянку становить $S_y = 495 \text{ м}^2$, приймаємо 500 м². Сітку колон беремо стандартну 18 × 6 м, висота прольотів до низу несучих конструкцій не менше 7,2 м, форми прольотів розраховані на підвісні кран-балки вантажопідйомністю $Q = 5\text{т}$.

Під розміщення ділянки беремо уніфіковану типову секцію виробничої будівлі, з шириною прольоту 18 м, числом прольоту 14, відстань між колонами 6 м. На ділянці використовуються кран-балки вантажопідйомністю 5 т. По всій ширині прольоту. Вибрані кран-балки є оптимальними вантажопідйомними механізмами для даної ділянки. На їх вантажопідйомність розраховані будівельні

конструкції, перекриття без кранових уніфікованих типових секцій. Участок обладнаний чотирма кранами штабелерами, що прискорює доставку деталей на склад готової продукції і автоматизує технологічний процес виготовлення деталей.

Основними елементами будівлі є колони, ферми покриттів, балки покриттів і т.д., колони є несучими елементами, що приймають навантаження від покриттів, ферм, підкранових балок. Вони забезпечують просторову жорсткість будівлі і бувають в будівлях не мають мостових кранів, а також оснащених мостовим краном. Ферми промислових будівель застосовуються кроквяні і не кроквяні. У нашому випадку вибираємо кроквяні залізобетонні ферми, так як прольоти стропильних ферм уніфіковані і кратні 6.

Плити покриття служать для покриття будівлі. Вони є несучими елементами і мають два поздовжніх ребра. Довжину плити вибираємо в залежності від кроку ферм.

Світлові і аераційні ліхтарі встановлюють для освітлення віддалених від вікон робочих місць і для аерації приміщення відповідно.

2. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Постановка задачі

Для розробки технології виготовлення (статора, втулки, підшипника) необхідно провести дослідження приготування шихти, її складу, уплотнюємость, відпрацювати лабораторну технологію. На підставі експериментальних робіт створити промисловий варіант технологічного процесу виготовлення даних деталей.

2.2 Методика дослідження

Дослідження ущільності, складу шихти, способу приготування проводилися на модельних зразках діаметром 30 мм при тиску 300, 500, 700, 900 МПа. Пресування проводилося на гідропресі моделі ДБ-2432А зусиллям 1,6 МН. За результатами дослідження були обрані склад шихти, режими і технологічна схема процесу виготовлення статора і втулки.

2.3 Дослідження компонентів шихти

2.3.1 Дослідження залізних порошків

На основі аналізу літературних даних для досліджень по створенню антифрикційного матеріалу для статора були обрані залізні порошки марок ПЖР - 3.200.28 і ПЖФ - 0,6 Броварського заводу порошкової металургії (ГОСТ 9849-

86). Ці порошки містять невелику кількість домішок, вміст заліза в них не менше 98.5%. В ході проведених досліджень були визначені насипна щільність по ГОСТ 19440-74 і плинність по ГОСТ 20899-75. Отримані результати зведені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Властивості порошоків

Марка порошка	Насипна щільність, г/м ³	Текучість, сек.
ПЖР-3.200	2,60	24,1
ПЖФ-0.6	2,98	21,9

За результатами дослідів можна зробити висновок, що порошок ПЖР-3.200.28 має меншу насипну щільність, ніж ПЖФ-0.6 і велику плинність.

Також були визначені уплотнюємості залізних порошоків і пружне післядія. Уплотнюємості порошоків ПЖР-3.200.28 і ПЖФ-0,6 визначалася на зразках діаметром 30 мм. При цьому використовувалася навішування досліджуваного порошку масою 20 гр. і прес-форма (рисунок 2.1).

Після засипки порошку, прес-форма встановлюється в робочу зону гідропреса ДБ-2432А зусиллям 1,6 МН. Потім в прес-форму вставлявся верхній пуансон і вироблялося пресування при тиску 300, 600, 700, 900 МПа. Відпресовані зразки відмірюють, зважували, за отриманими даними вираховували обсяг і щільність. Результати досліджень представлені в графічній формі на малюнку 2.2 і в таблиці 2.2. Пружне післядія визначалося на тих же зразках. Розрахунок проводився за формулою:

$$\varepsilon = \frac{d_1 - d_0}{d_0} * 100\%, \quad (2.1)$$

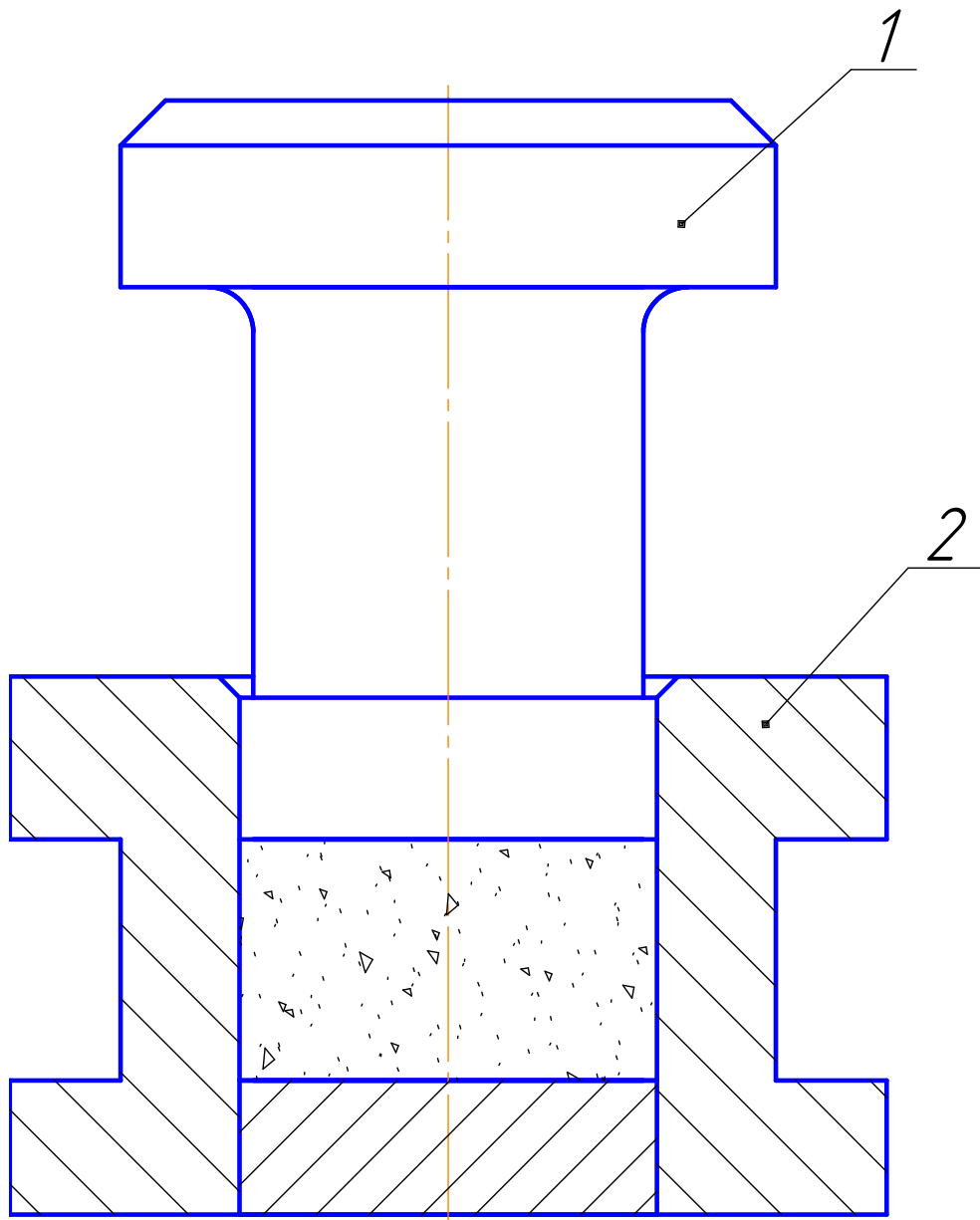
де d_1 – діаметр зразка після пресування і вилучення з матриці, мм

d_o - діаметр матриці, мм.

Отримані результати заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 - Ущільненість і пружня післядія залізних порошоків в залежності від тиску.

Тиск МПа	ПЖР-3.200.28		ПЖФ-0,6	
	г/см ³	%	г/см ³	%
300	6,11	-0,013	6,33	0
500	6,64	0	6,69	0,066
700	6,96	0,066	7,32	0,066
900	7,38	0,066	7,40	0,066



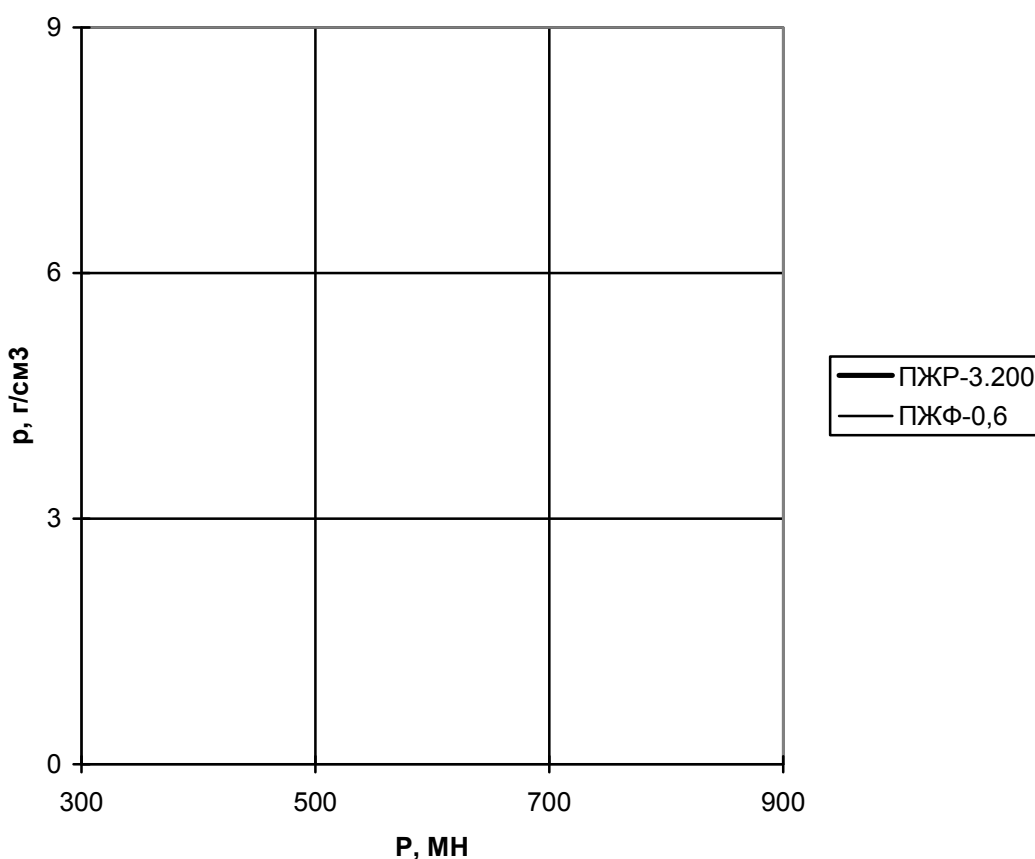
1-пуансон
2-матриця

Рисунок 2.1 – Пресс-форма для холодного пресування

Для виробництва антифрикційних виробів необхідно отримати пористість в районі 15-35%. На підставі проведених досліджень була відпрацьована розроблена технологія, яка включає наступні операції: приготування шихти заданого складу; перший пресування при тиску 300-800 МПа; спікання при

температурі 750-1100⁰С; калібрування при тиску 360-960 МПа; механічна доробка (за потребою). Для поліпшення перемішування в шихту додають в невеликих кількостях стеарат цинку, також він виконує роль технологічного мастила. Спікання можна виробляти в камерній печі в ізольованих контейнерах, що дозволяє знизити трудомісткість виготовлення конструкційних матеріалів.

Властивості отриманих виробів перевіряються на зразках, згідно прийнятої методики. Оснащення повинна бути виготовлена з високоякісної сталі, яка дозволяє витримувати високі тиску пресування і чинити опір абразивного



зносу.

Рисунок 2.2 - Графіки ущільненості залізних порошків

2.3.2 Дослідження мідного порошку

Для виготовлення деталі статор обраний мідний порошок ПМС-1 (ГОСТ 4960-79). Хімічний склад мідного порошку марки ПМС-1 представлений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3-Хімічних складу порошку ПМС-1

Марка порошку	Масовая доля %			Прожарений залишок після обробки порошку азотною кислотою, % не більше
	Сu не менше	Fe не більше	O не більше	
ПМС-1	99,5	0,02	0,30	0,06

Мідний порошок не повинен мати сторонніх домішок, грудок і за кольором відповідати зразку, погодженим виробником зі споживачем. Насипна щільність порошку ПМС-1 дорівнює 1,25-1,9 г / см³. Відомості про гранулометричному складі представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Гранулометричний склад порошку ПМС-1

Порошок	Вміст частиць, %, розміром, мм							
	0,45	0,224	0,18	0,14	0,10	0,071	0,063	0,045
ПМС-1	-	-	-	0...0,5	99,5	90	-	65...80

2.3.3 Дослідження порошку графіту

Для використання в складі композиції Fe – Cu – C обраний олівцевий графіт марки ГК-3 ГОСТ 4404-78. Графіт є найбільш поширеним компонентом антифрикційного призначення входять в матеріал на основі залізного порошку.

Введення графіту в межах 1.5% дозволяє використовувати матеріал для роботи у вузлах тертя з мастилом подається додатково, а також в режимі самосмазівання. При утриманні графіту більше 1,5% властивості матеріалу поліпшуються, особливо в умовах додаткового підведення мастила. Питома теплопровідність графіту - 22,6 ... 60. Модуль пружності - 108 ... 127,5 МПа.

Можливо, використання графіту марки ЕУТ-1 ГОСТ10274-79.

2.3.4 Дослідження порошкуа стеарата цинку

Цинк стеариновокислий (стеарат цинку) порошок білого кольору випускається по ТУ 6-09-3567-75. Поряд з іншими речовинами, що знижують зусилля пресування, стеарат цинку використовується як технологічна мастило.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Приготування шихти

До приготування шихти порошки різних металів, які піддаються додатковим операціям: при підвищеному вмісті кисню - відновлювального відпалу (для Fe – 700-800 °С в водні), помелу, розсіву на фракції, сушінні, прокалюванню. Графіт піддають прокалюванню при температурі до 100 °С з метою видалення летких домішок. При змішуванні порошків Fe и Cu застосовують сухе змішування без розмельних тел. Після додавання графіту бажано застосовувати мокре змішування. В якості зволожувача використовується машинне масло, гліцерин, бензин, спирт. Зазвичай змішувач заповнюється на 1/3 об'єму, швидкості обертання 30-60 об. / Хв., Тривалість змішування становить 1 ... 6 год ..

В даний час існує багато складів шихти для отримання антифрикційних деталей, вибір яких здійснюється за значеннями одержуваної щільності і вживаним компонентам. Результати щільності сумішей композицій представлені в таблиці 3.1 [12].

Таблиця 3.1 – Щільність деяких сумішей композицій Fe-C, Fe-Cu-C, г/см³

Вміст С, %	Вміст Cu, %								
	0	1	2	3	4	5	7	10	20
0	7,8	7,809	7,817	7,826	7,836	7,743	7,864	7,889	7,981
0,5	7,71	7,710	7,719	7,727	7,736	7,745	7,163	7,789	7,878
0,83	7,640	7,647	7,655	7,664	7,672	7,681	7,697	7,723	7,812
1	7,606	7,614	7,623	7,632	7,638	7,648	7,666	7,691	7,778
1,2	7,569	7,569	7,578	7,595	7,604	7,612	7,629	7,654	7,741
1,5	7,513	7,521	7,535	7,537	7,546	7,554	7,571	7,596	7,681
2	7,422	7,430	7,438	7,446	7,454	7,462	7,478	7,503	7,585
3	7,246	7,254	7,262	7,269	7,277	7,285	7,300	7,324	7,403
5	6,919	6,926	6,933	6,940	6,947	6,954	7,968	6,989	7,061

Виходячи, з літературних даних для виготовлення статора була обрана композиція, яка складається з таких компонентів: основою є залізний порошок ПЖР - 3.200.28, крім того, в складі шихти присутній 2,5% мідного порошку ПМС-1. Для додання матеріалу антифрикційних властивостей в шихту додається 1,5% графіту олівцевого ГК-3, а для зниження зусилля пресування - 0,5% стеарату цинку.

Для 50 кг шихти розрахуємо кількість кожного компонента згідно пропорції. В результаті розрахунків отримані наступні значення: для шихти висом 50 кг необхідно 47,75 кг залізного порошку, 1,25 кг мідного порошку, 0,75 кг графіту, 0,25 кг стеарата цинку.

3.2 Технологічний процес виготовлення статора

Технологія виготовлення порошкових антифрикційних деталей в основному мало відрізняється від загальної технології виготовлення порошкових деталей.

В результаті проведених досліджень була обрана наступна схема технологічного процесу виробництва статора (рисунок 3.1): приготування шихти, пресування, спікання, просочення маслом, калібрування і, якщо необхідно, механічна обробка.

3.2.1 Змішування компонентів шихти

До складу шихти входять порошки заліза, міді, графіту, стеарата цинку. Перед змішуванням порошки, засипаються в бункер і на вагові дозатори, розвішуються, після чого засипаються в необхідних кількостях в змішувач плужкового типу. Змішування порошоків заліза і міді проводиться протягом 0,5

години, після чого в змішувач завантажують порошки графіту і стеарата цинку. Потім змішування триває ще одну годину. Після змішування шихта вивантажується в тару і відправляється на ділянку формування.

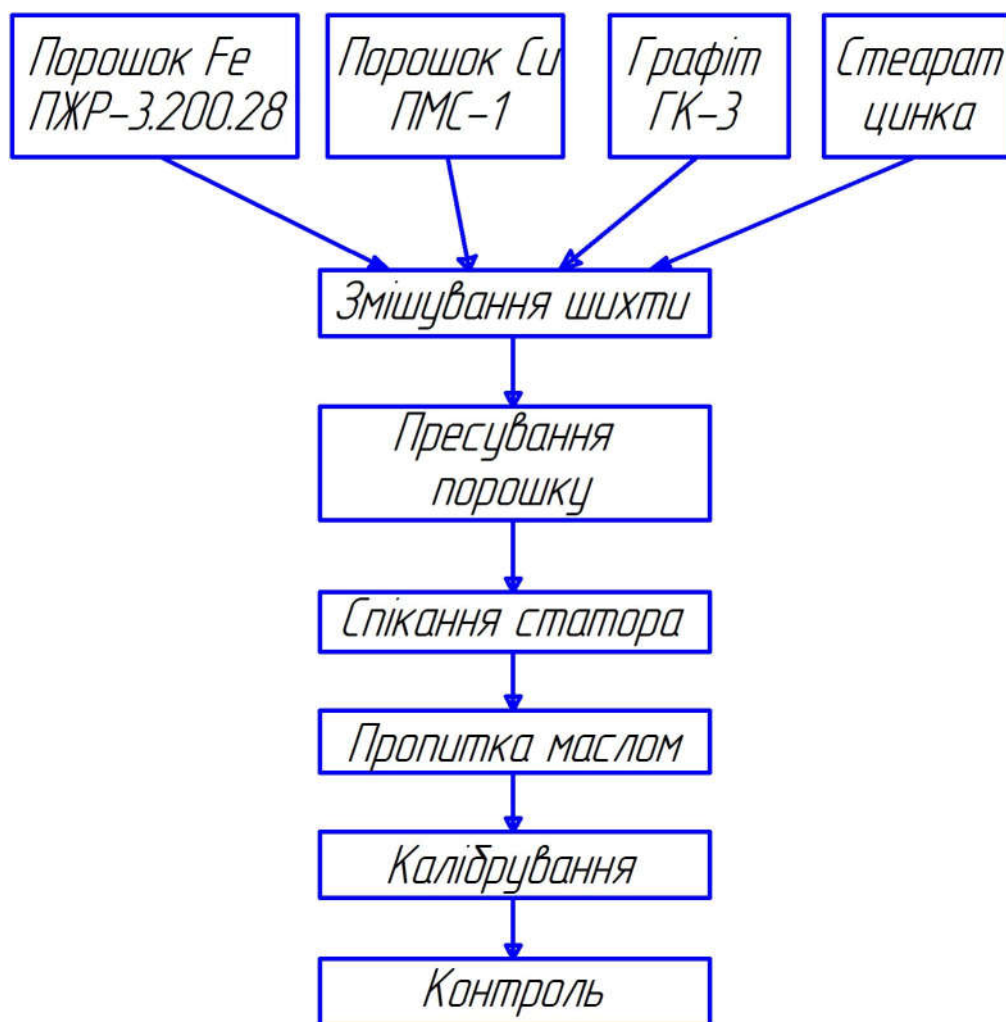


Рисунок 3.1 - Технологічна схема процесу виготовлення статора

3.2.2 Формування деталі статор

Формування даної деталі проводиться на пресовій дільниці, методом холодного пресування в закритій прес-формі при тиску 500 ... 700 МПа. Холодне пресування складається з операцій з дозування і засипці шихти в прес-форму, пресування і виштовхування пресовок з прес-форми. Для цього шихта доставляється з виготовлення сумішей відділення і завантажується в бункер

преса, який через касету - живильник подається в робочу зону преса.

Формування деталі відбувається в прес-формі в такому порядку:

- за допомогою касети - живильника шихта завантажується в прес-форму;
- касета - живильник робить хід вперед і, проходячи над отвором матриці, заповнює її шихтою, при ході назад дозатор вирівнює рівень шихти в матриці;
- повзун преса завершує робочий хід і формує вироби в матриці за допомогою пуансонів, після повернення в початкове положення повзуна, виріб виштовхується з допомогою нижнього пуансона на дзеркало матриці;
- касета - живильник, здійснюючи хід, вперед зіштовхує відформований виріб з осі пресування, одночасно заповнюючи порожнину матриці шихтою; цикл повторюється.

Силовий режим підбирається за результатами досліджень ущільненості шихти, виходячи з необхідного значення щільності виробу.

3.2.3 Спикання деталі статор

Спикання пресованих виробів проводиться для додання їм міцностних властивостей, а іноді і спеціальних. При спиканні відбувається процес дифузії атомів між окремими частинками порошку, що забезпечує отримання міцного каркаса. Спикання дозволяє створювати міцні композиції з різних металів. Для того щоб не було явища окислення металів при високих температурах операцію спикання необхідно проводити в різних газоподібних захисних середовищах (водень, азот, дисоційованому аміак).

Для спикання статора захисною середовищем був обраний дисоційованому аміак, так як він підходить за властивостями пропонованої до захисної середовищі. При спиканні статора застосовуються контейнери, які завантажуються в піч, де витримуються при температурі 1100 ... 1150⁰С протягом 1,5-2 години. Після спикання виробів остигають з піччю до температури 250⁰С, а потім на повітрі. Спечені вироби транспортують на ділянку калібрування в спеціальній тарі.

3.2.4 Просочування мастилом

Порошкові пористі антифрикційні деталі просочують маслом. Завдяки цьому вони набувають властивостей самозмащуваності і корозійної стійкості.

Просочення проводиться у вакуумній камері. При зниженні тиску в камері з маслом, де знаходиться вироби, відбувається видалення повітря з пор. При відновленні атмосферного тиску замість повітря в пори нагнітається масло. Контейнер з виробами витягається і подаються на ділянку калібрування.

3.2.5 Калібрування деталі статор

Калібрування спічених виробів проводиться з метою остаточного коректування геометрії виробів, отримання необхідної якості виробу. Перед калібруванням деталі повинні мати розміри на 0,5-1,6% більше остаточних, з урахуванням їх усадки і припусків на механічну обробку [1].

Зазвичай калібрування здійснюється на спеціальних пресах, що мають велику жорсткістю при невеликому ході повзуна. Процес калібрування статора складається з наступних операцій: переміщення заготовки в порожнину матриці безпосередньо калібрування і витягування виробу з матриці. При калібруванні вироби отримують остаточні розміри креслення і шорсткість. Після калібрування вироби транспортують на ділянку контролю та упаковки.

3.3 Дослідження насипної щільності порошків

Дослідження насипної щільності шихти на основі залізного порошку і добавками мідного порошку і стеарата цинку проводилися за наступною методикою. Спочатку зважується сухий і чистий мірний стакан відомого обсягу. Зважування проводимо на аналітичних вагах з точністю до 0,01. Потім через

лійку в нього насипається досліджувана шихта до повного заповнення склянки. Надлишки знімаються металевою лінійкою. Стакан з шихтою зважується [5].

Насипну щільність порошку визначають за формулою:

$$Q_H = \frac{P_1 - P_2}{V},$$

где P_1 – маса склянки з вільно насипаним порошком;

P_2 – маса склянки без порошка;

V – об'єм склянки, см^3 .

Були дослідженні наступні композиції: порошок ПЖР-3.200.28, що має насипну щільність $2,60 \text{ г/см}^3$, ПЖР- 3.200.28+2,5% ПМС-1 – $3,03 \text{ г/см}^3$, ПЖР 3.200.28+0,5% стеарата цинка – $2,94 \text{ г/см}^3$ (рисунок 3.2)

3.4 Дослідження текучості порошків

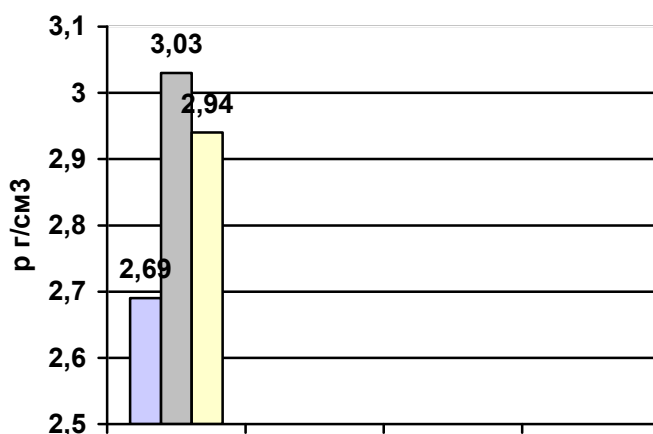
Наважку порошку в 50 м засипаємо в конусну воронку з кутом 60° . Діаметр вихідного отвору дорівнює 2,5 мм. Воронка знизу закривається спеціальною заслінкою. Отвір відкривається одночасно з включенням секундоміра. Після повного закінчення порошку з воронки засікається час. Відкориговане час визначається за формулою:

$$\tau = K \cdot t,$$

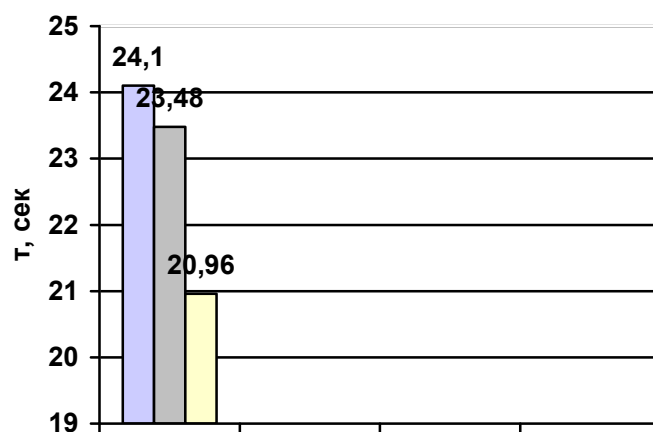
де K – поправочний коефіцієнт (0,633);

t – час течії порошку, сек.

Були досліджені чистий порошок ПЖР - 3.200.28 що має час течії 24,1 сек., ПЖР - 3.200.28+2,5% ПМС-1 – 23,48 сек.; ПЖР - 3.200+0,5% стеарата цинка – 20,96 сек. (рисунок 3.3)

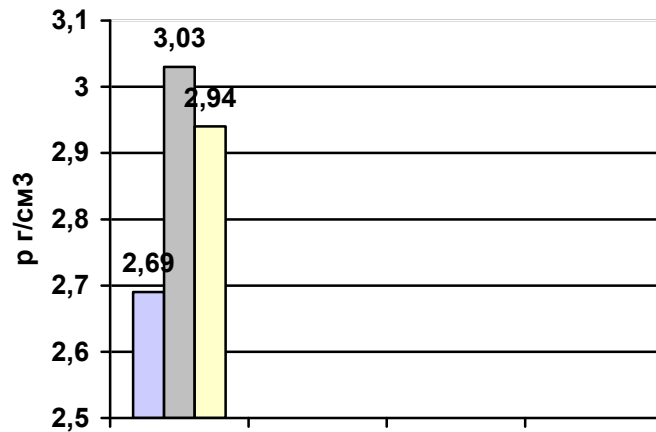


- 1 – ПЖР – 3.200.28
- 2 – ПЖР – 3.200.28+2,5% ПМС-1
- 3 – ПЖР – 3.200.28+0,5% стеарата цинка

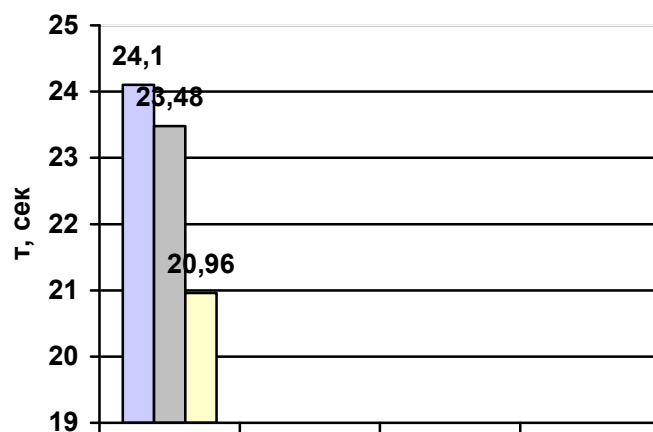


- 1 – ПЖР – 3.200.28
- 2 – ПЖР – 3.200.28+2,5% ПМС-1
- 3 – ПЖР – 3.200.28+0,5% стеарата цинка

Рисунок 3.2 – Графіки зміни насипної щільності шихты



- 1 – ПЖР – 3.200.28
- 2 – ПЖР – 3.200.28+2,5% ПМС-1
- 3 – ПЖР – 3.200.28+0,5% стеарата цинка



- 1 – ПЖР – 3.200.28
- 2 – ПЖР – 3.200.28+2,5% ПМС-1
- 3 – ПЖР – 3.200.28+0,5% стеарата цинка

Рисунок 3.3 – Графік текучесті шихты

3.5 Дослідження ущільненості залізних порошків

Були проведені дослідження ущільненості залізного порошку з 2,5% мідного порошку при тисках 500, 700 900 МПа. Зразки пресувалися в прес-формі

з діаметром отвору 30 мм. Результати досліджень представлені в графічній формі (рисунок 3.4).

Виходячи з результатів досліджень, можна зробити висновок, що щільність композиції ПЖР-3.200.28 + 2,5% ПМС-1 при збільшенні тиску з 500 до 900 МПа істотно не змінюється

$\rho_1 \text{ г/см}^3$

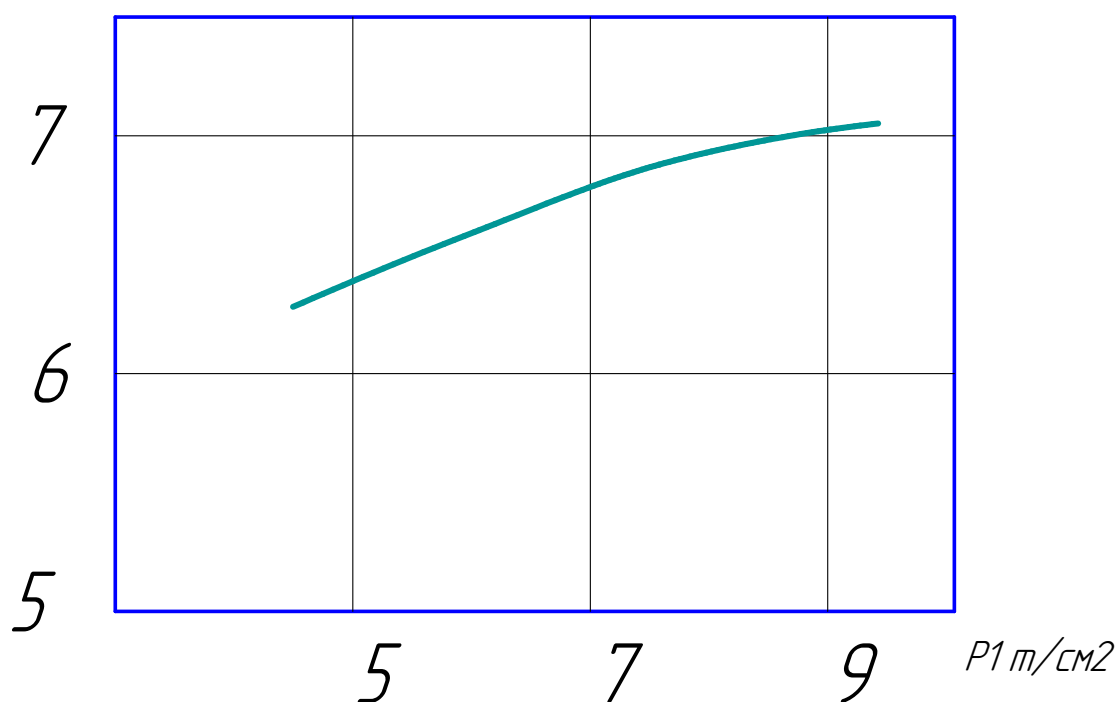


Рисунок 3.4 – Графік ущільненості шихти
ПЖР-3.200+1.5%ПМС-1

4. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Обладнання для виробництва статора

В ході дослідження було підібрано обладнання для виготовлення деталі типу статор:

- бункер для металевих порошків, графіту, міді, стеарата цинку;
- змішувач (плужкового типу);
- прес-автомат К 8130 зусиллям 10,0 Мн;
- гідравлічний прес ДБ 2432А;
- піч для спікання;
- газоприготувальні установка;
- установка вакуумного просочення.

Наведемо опис типової конструкції преса марки К8130, представленого на малюнку 4.1. Від одношвидкісного двигуна 1 обертання через клиноременну передачу 3 передається пневмофрікційною муфті 5. При включенні її дисків обертається вал 26, на якому ковзає блок шестерень 6. За допомогою цього блоку шестерень вал 7 отримує три ступені швидкостей. Від вала 7 через шестерні 25, 8 обертання передається на вал 10. На валу 10 знаходиться зубчаста муфта 9, за допомогою якої отримують ще два ступені швидкостей. Від вала 10 через шестерні 22 обертання віддається на проміжний вал 11, а від валу II через дві пари шестерень 11 (яка виконана з ексцентриком) - на головний вал I. Шатунно-повзуни механізм перетворює обертальний рух ексцентриків в зворотно-поступальний рух колонок автомата і пов'язаної з ним пресують головки. Зупинка всіх рухомих частин машини здійснюється стрічковим пневмофрікційним гальмом 28, яке впливає на шків 23.

Виштовхувач отримує зворотно-поступальний рух від кулака 12, що знаходиться на правому кінці головного валу I, через двуплечний важіль,

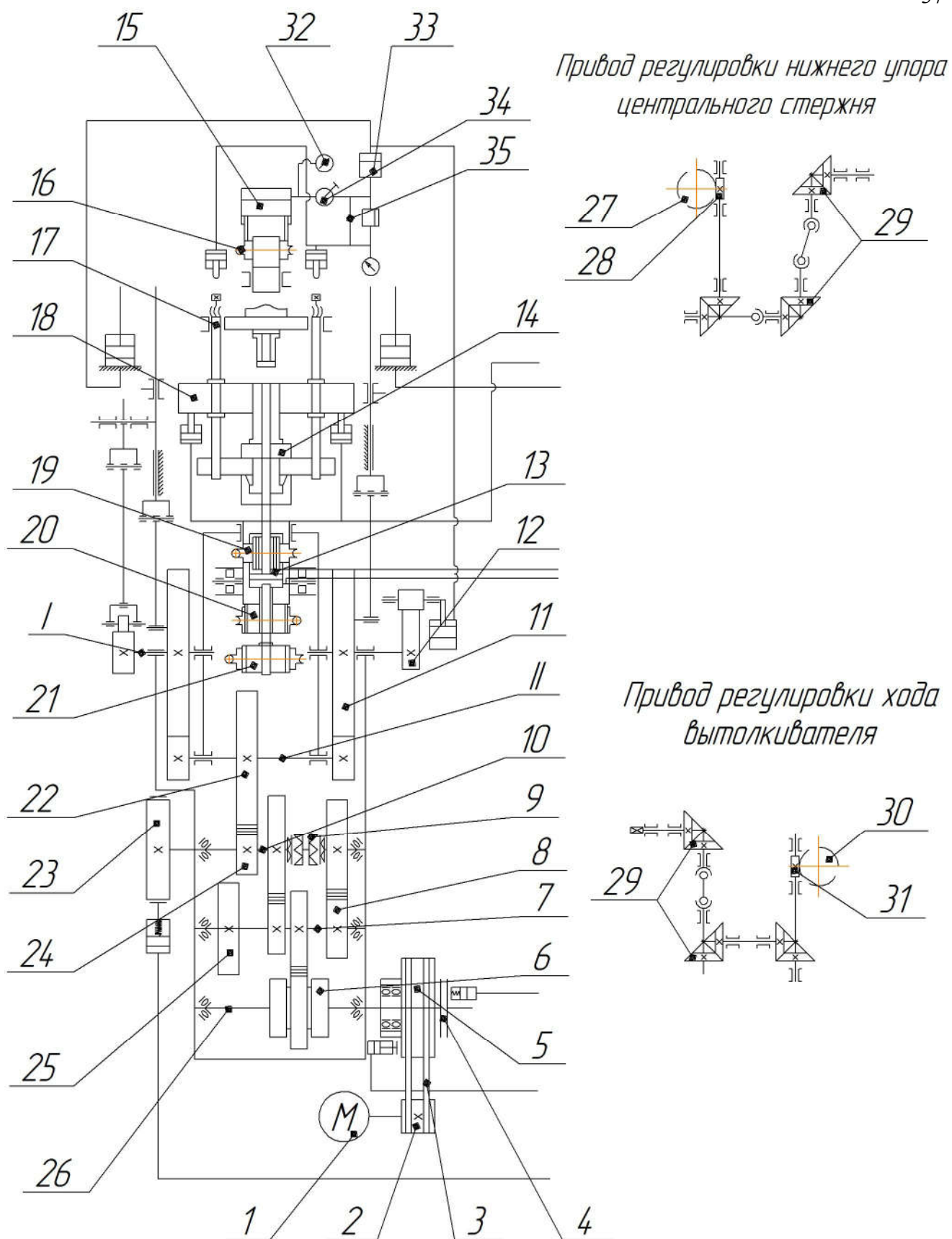


Рисунок 4.1 – Кінематична схема пресу

який піднімає виштовхувач. Зворотний хід виштовхувач отримує від пневмоциліндра, який притискає ролик важеля до профілю кулака.

Регулювання ходу поршня і висоти засипки порошку здійснюється від гвинта 20, який обертається в черв'ячній колесі 19. Привід регулювання складається з черв'яка і трьох пар конічних шестерень 29 шарнірного валика і хвостовика ручного повороту. У середині поршня розміщений пневмоциліндр центрального стрижня 14, що здійснює зворотно-поступальний рух. Регулювання нижнього упору центрального стрижня здійснюється від гвинта 21, який обертається в черв'ячній колесі 27.

Вузол регулювання 19 верхнього упору центрального стрижня розміщений в нутрії поршня. Переміщення упору здійснюється від гвинта 29, який обертається в черв'ячній колесі 30 за допомогою черв'яка, що має хвостовик ручного повороту.

Вузол регулювання положення нижнього пуансона розміщений на нижній плиті пресує блоку. Підйом пуансона здійснюється за допомогою клина 31, який переміщається від хвостовика ручного повороту. Вузол регулювання 24 положення верхнього пуансона розміщений в пресують голівці. Розміщення пуансона здійснюється від гвинта 32, який обертається в черв'ячній колесі 33 за допомогою черв'яка, що має хвостовик ручного повороту.

Касета живильника отримує зворотно-поступальний рух щодо пресує блоку від кулака сидить на лівому кінці головного валу, через систему важеля. Підведення касети до матриці здійснюється пружиною, відведення - кулаком.

Плаваюча плита прес - блоку 18, в якій знаходиться матриця, спирається на два пневмоциліндра і пов'язана з колонками 17. Примусовий відведення матриці здійснюється за допомогою двох гідроциліндрів відведення матриці, розміщених в пресують голівці.

Зазначений автомат виконує наступні операції: засипку порошку з бункера в касету живильника, перенесення порошку касетою до матриці, заповнення матриці порошком, пресування виробу, виштовхування його з матриці, зіштовхування пресованого виробу в лоток. У вихідному положенні пресуюча

головка знаходиться вгорі преса. При цьому виштовхувач знаходиться в проміжному положенні, касета знаходиться над матрицею, центральний стрижень - в нижньому положенні врівень з пуансоном.

При включенні автомата виштовхувач опускається разом з центральним стержнем. При цьому матриця заповнюється порошком. По закінченню ходу виштовхувач опускається на упор, який регулює глибину камери засипки. В цей час командоапарат подає повітря в нижню порожнину циліндра центрального стрижня. Центральний стрижень переміщається вгору і виштовхує надлишок порошку назад в касету. Касета відводиться назад. Верхній пуансон доходить до рівня матриці, починається пресування. При цьому як матриця, так і центральний стрижень можуть опускатися вниз під впливом сил тертя. Цим забезпечується двостороннє додаток зусилля пресованої деталі. При зворотному ході пресують голівці блок матриці, виштовхувач і центральний стрижень рухаються вгору до тих пір, поки блок матриці не дійде до верхніх упорів, після чого починається виштовхування вироби. Одночасно командоапарат перемикає центральний стрижень на хід в низ, але, захоплюємося силою тертя, центральний стрижень продовжує йти вгору разом з деталлю до тих пір, поки вона не вийде з матриці. Виріб, розширюючись, звільняє центральний стрижень, і він йде вниз, після чого касета ходом вперед зіштовхує виріб. Потім виштовхувач з центральним стержнем опускається вниз і цикл повторюється.

Правильна налагодження преса має важливе значення, так як забезпечує проведення всього технологічного циклу пресування.

На рисунках 4.2, 4.3 представлені деталі статор і втулки, розрахунок технологічного процесу виготовлення втулки і підшипника аналогічний.

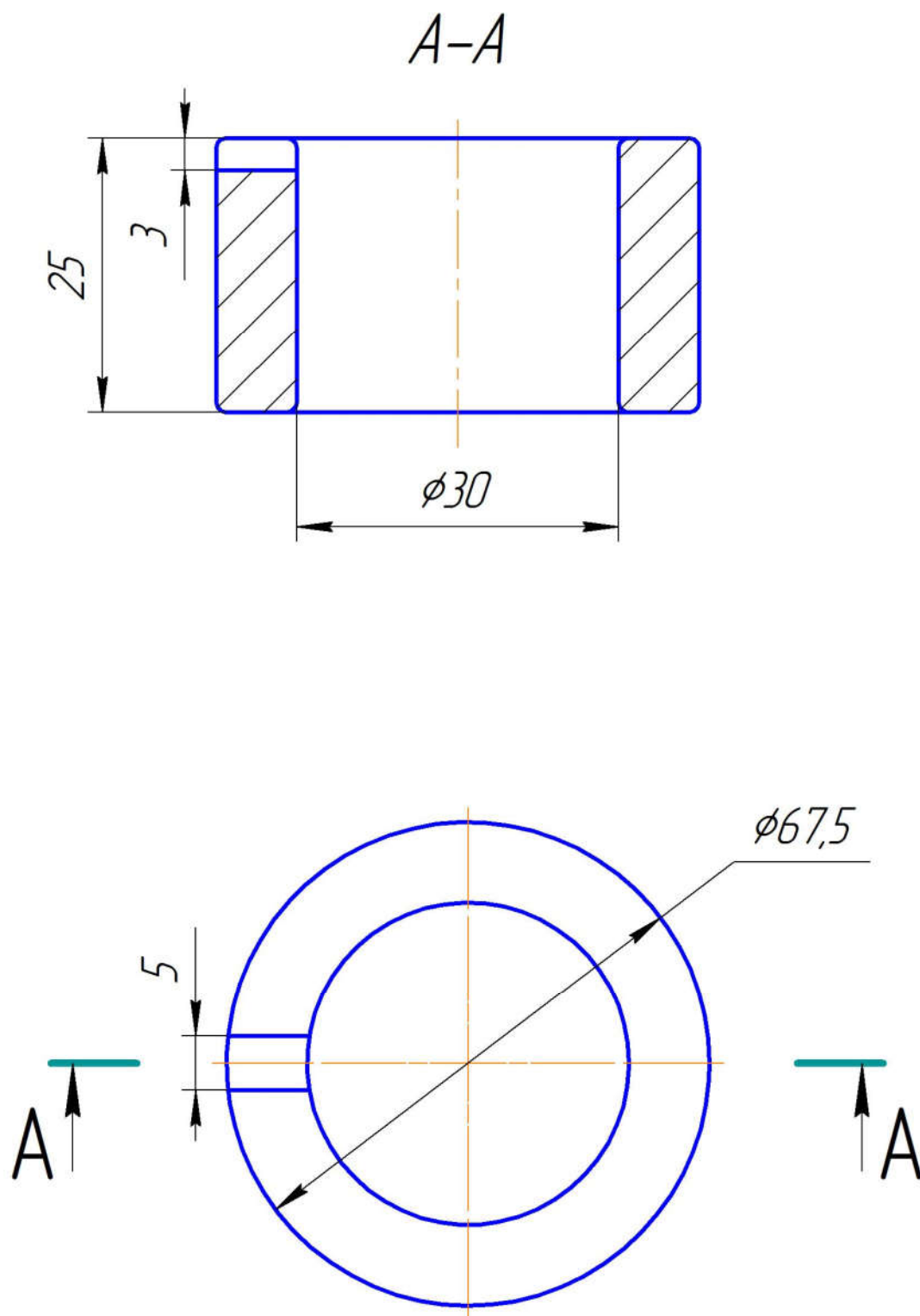


Рисунок 4.2 – Деталь «Статор»

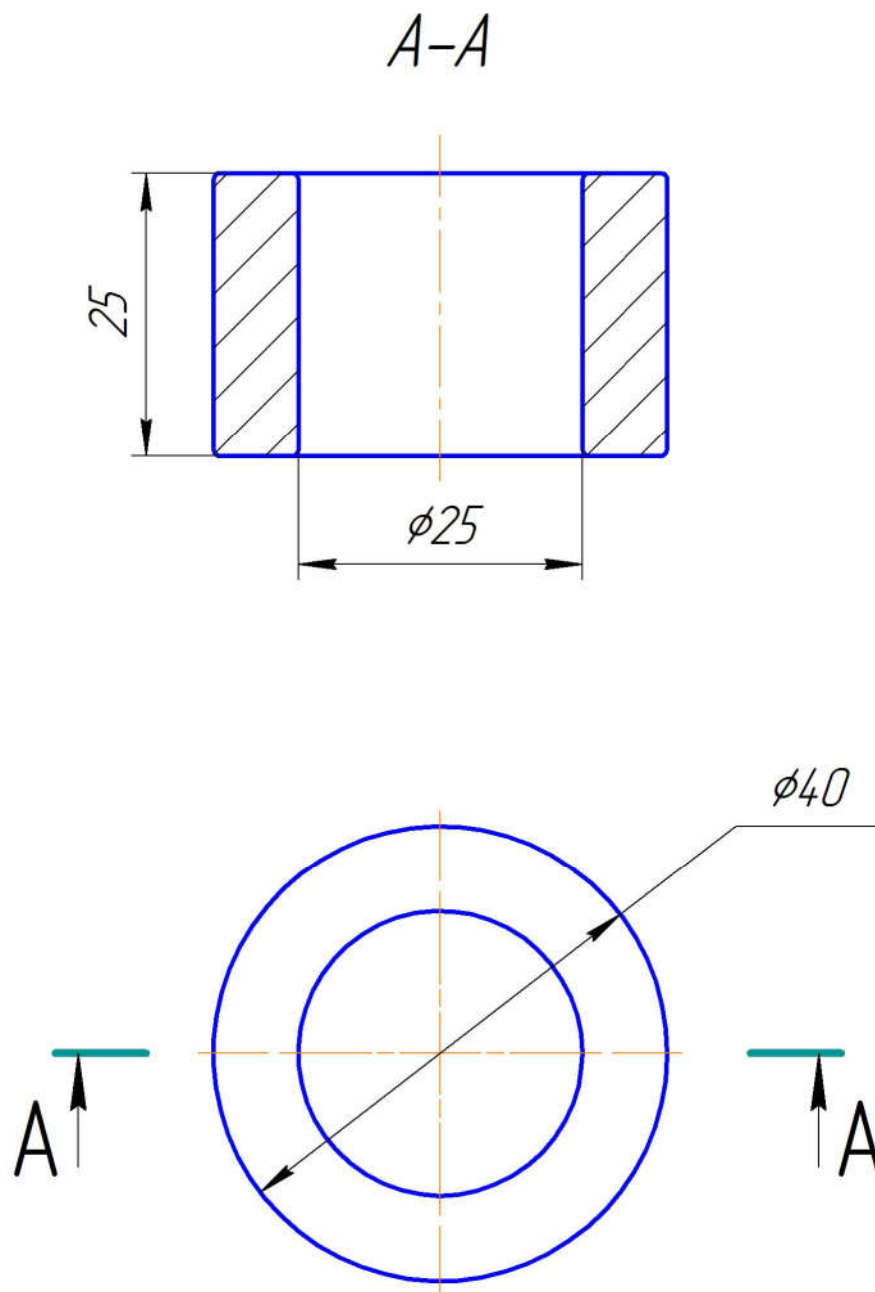


Рисунок 4.2 – Деталь «Втулка»

4.2 Тиск пресування

Повний тиск пресування складається з витрат тиску на ущільнення порошку і втрат тиску на зовнішнє тертя частинок об стінки матриці.

Витрати тиску на ущільнення порошку:

$$P_{np} = P_x \cdot \frac{3,14}{4} (D^2 - d^2), \quad (4.1)$$

Питоме зусилля вибираємо за результатами проведених досліджень щодо заданої щільності.

Задана щільність $6,2 \text{ г / см}^3$. Тиск пресування 300 МПа

Підставляємо необхідні значення в формулу 4.1:

$$P_n = 300 \cdot \frac{3,14}{4} (D^2 - d^2) = 300 \cdot \frac{3,14}{4} (4,5^2 - 3,0^2) = 2649,4 \text{ МПа};$$

Втрати на тертя складуть 30% від тиску пресування $P_{mp}=795 \text{ МПа}$;

Визначаємо тиск пресування:

$$P_{об.} = P_{np.} + P_{mp} = 2649,4 + 795 = 3444,2 \text{ МПа}.$$

Так як на практиці завжди прагнуть зменшити втрати тиску на зовнішнє тертя, тому таке збільшення зусилля пресування буде цілком достатнім, щоб розрахувати деталі прес-форми з необхідним запасом міцності.

4.3 Бічний тиск

Величина бічного тиску залежить від матеріалу пресованої шихти і заданої щільності виробу.

Значення бокового тиску можна знайти, помноживши значення питомої зусилля на коефіцієнт бокового тиску. Коефіцієнт бокового тиску знаходження за формулою:

$$\zeta = C \cdot \gamma^m,$$

де $C = 0,00153$

$m = 2.85$

γ – насипна щільність ($6,2 \text{ г/см}^3$)

$$\xi = 0,00153 \cdot 6,2^{2,85} = 0,277$$

$$P_6 = P \cdot \xi = 2649,4 \cdot 0,277 = 733,9 \text{ кг}$$

4.4 Розробка прес-блока

Для застосування універсального устаткування, преса ДБ2432А при виготовленні деталей з металопорошків був спроектований прес-блок. Розроблений прес-блок можна використовувати для виготовлення деталей розмірами до $\varnothing 100$ мм включно, висотою до 32 мм.

Конструкція прес-блоку представлена на малюнку 4.4.

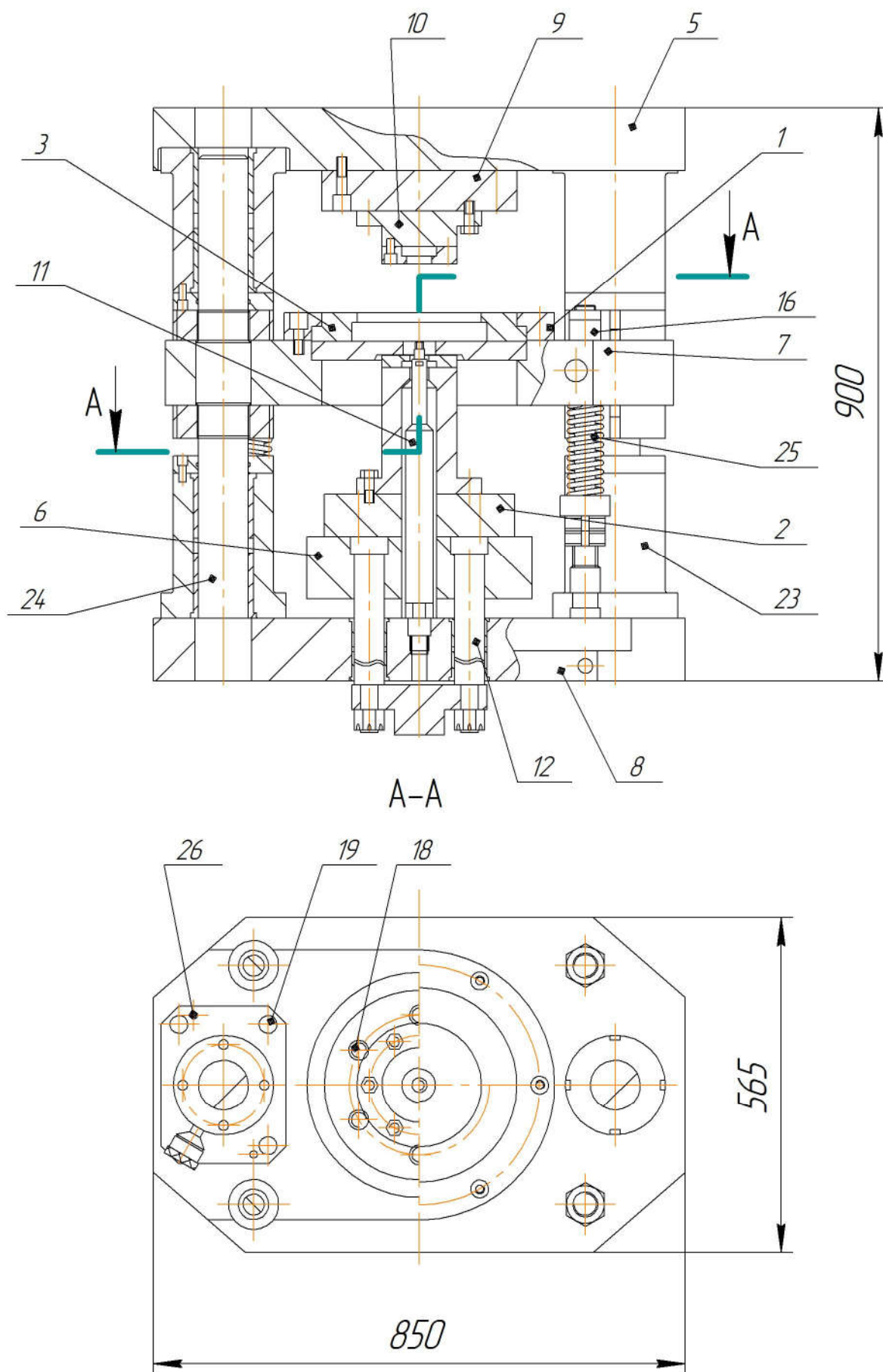


Рисунок 4.4 – Конструкція прес - блоку

На верхній плиті 5, закріпленої на повзуні преса, знаходиться верхній пуансонотримач 10, в який кріпиться верхній пуансон. У матричній плиті 7, закріплюється матриця. Нижній пуансон встановлюється на плиту 2, в яку жорстко зафіксований центральний стрижень 11 за допомогою гаск. Центральний стрижень переміщається разом з нижньою плитою 8. Він регулюється спеціальною шайбою. Прес-блок забезпечен напрямними колонками 24, закріпленими в плиті 8. Матрична плита 7 пов'язана з плитою 8 пружинами, на яких є гвинти для регулювання висоти засипки порошку в матрицю.

4.4.1 Розрахунок на міцність

Плити спроектованого прес-блоку розраховуємо на міцність згідно з формулою:

$$\sigma_{uz} = \frac{M_{uz}}{W}, \quad (4.2)$$

Згинальний момент визначається за формулою:

$$M_{uz} = \frac{BH^2}{6} [\sigma_{uz}],$$

де H – товщина плити, мм;

B – небезпечний перетин в плиті, мм;

$[\sigma_{uz}]$ – допустиме напруження на вигин, $[\sigma_{uz}] = 1200 \text{ кг/см}^2$ – для сталі.

$$M_{uz} = \frac{85 \cdot 10^2}{6} \cdot 1200 = 1,7 \text{ кНм.}$$

Момент опору визначається за формулою:

$$W = 0,25 \cdot \frac{PB}{[\sigma_{uz}]},$$

$$W = 0,25 \cdot \frac{3444,2 \cdot 0,85}{0,12} = 60,99 \text{ см}^3.$$

Підставляємо отримані значення в формулу 4.2 і порівнюємо з допустимим значенням:

$$\sigma_{uz} = \frac{1,7}{0,000061} = 27,9 \text{ МПа}$$

$$27,9 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$$

Таким чином, з проведених розрахунків видно, що верхня і нижня плити підходять нам по міцності, вони витримають прикладене зусилля.

4.5 Класифікація пресс-форм

В системі прес - формоутворювальний інструмент, що формується порошок інструмент є тим елементом, в робочому просторі якого маса порошку трансформується в заготовку (в готовий виріб) заданої форми і розмірів. Одночасно з формоутворенням відбувається зміна властивостей порошку - відносної щільності, міцності, електро- і теплопровідності та інших - до рівня, що забезпечує ефективне виконання наступних за формоутворенням операцій технологічного процесу виготовлення порошкового виробу.

Основою класифікації прес-форм є схема пресування, яка в свою чергу визначається складністю конфігурації пресованої заготовки.

Сучасна класифікація порошкових виробів передбачає їх поділ на класи по областям застосування, а всередині класів - на групи за складністю форми.

Загальним для всіх класів є поділ на сім груп складності. У середині кожного класу існує додаткова класифікація, що враховує специфічні особливості матеріалів і виробів даного класу [6].

Вироби, показані на малюнку рисунку 4.5 характеризуються таким чином:

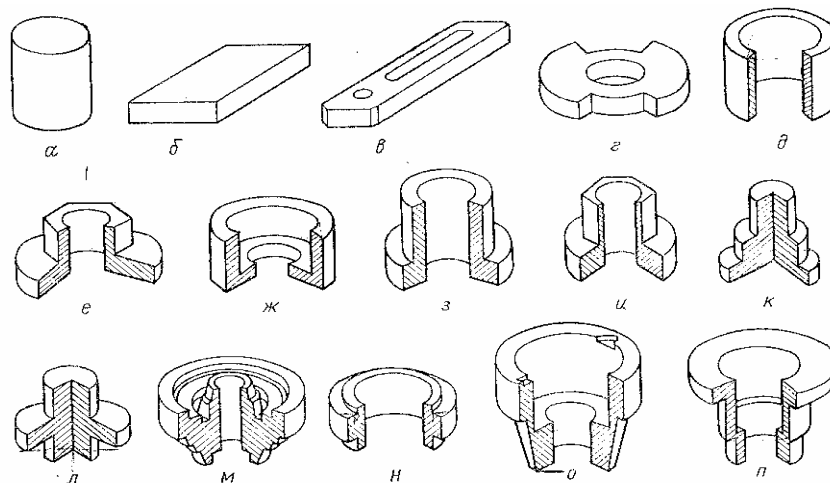


Рисунок 4.5 – Порошкові деталі різних груп складності

I група - деталі без отвору з незмінним перерізом по висоті, обмежені двома площинами, перпендикулярними напрямку пресування (рисунок 4.5, а, б);

II група - деталі з незмінним перерізом по висоті, обмежені двома паралельними площинами, з одним або декількома отворами в напрямку пресування; відношення висоти (h) до мінімальної товщини стінки (δ_{\min}) менше 8, $h/\delta_{\min} \leq 8$ (рисунок 4.5, в, г);

III група – деталі, що відносяться до II групі, але з співвідношенням $h/\delta_{\min} \geq 8$ (рисунок 4.5, д);

IV група - деталі з зовнішніми або внутрішніми бурти; відношення висоти h (Найбільший лінійний розмір деталі в напрямку пресування) до мінімальної товщині стінки $h/\delta_{\min} < 6$ (рисунок 4.5, е, ж);

V група - деталі, що відносяться до IV групі, але з відношенням $h/\delta_{\min} \geq 6$ (рисунок 4.5, з, и);

VI група - деталі без отвору, що мають кілька переходів в напрямку пресування (рисунок 4.5, до, л);

VII група - деталі з отвором, обмежені непаралельними площинами або криволінійними поверхнями, що мають кілька зовнішніх і внутрішніх переходів в напрямку пресування (рисунок 4.5, м - п.).

Відповідно до конфігурацією майбутньої деталі вибирається схема пресування і відповідна їй конструкція прес-форми.

Прес-форми для виробів з металевих порошків класифікують за такими ознаками: а) за зв'язки з пресом; б) за кількістю гнізд; в) за технологічним призначенням [3].

За зв'язком з пресом прес-форми поділяють на знімні і стаціонарні. Знімні прес-форми не закріплюють на пресі; після формування виробу їх знімають з преса для роз'єму, вилучення деталі і чергового завантаження порошку. Знімні прес-форми застосовують в дослідному і дрібносерійного виробництва.

Стаціонарні прес-форми закріплюють на пресі. Їх поділяють на напівавтоматичні і автоматичні. Їх застосовують у великосерійному і масовому виробництві.

За кількістю оформляють гнізд прес-форми поділяються на одnogнездная і багатогнездові. У одnogнездная прес-формах за одну операцію пресується один виріб. У багатогнездная - за одну операцію пресуються кілька виробів. Застосування багатогнездная прес-форм підвищує коефіцієнт використання преса і при великому розмірі партії знижує собівартість виробів.

За технологічним призначенням прес-форми розрізняють на пресувальні і калібрувальні. Пресувальні прес-форми призначені для отримання пресовок в межах заданих розмірів з урахуванням наступних операцій (спікання, калібрування і ін.) Калібрувальні прес-форми призначені для отримання виробів в межах заданих розмірів або для підвищення щільності шляхом холодного обтиску.

4.6 Матеріали прес-форм

Після визначення схеми застосування прес-форми необхідно вибрати матеріал основних деталей прес-форми, так як тільки після цього можна провести розрахунки на жорсткість і міцність, сконструювати прес-форму і розробити технологію її виготовлення.

Для матриць, що працюють у важких умовах абразивного зносу, застосовують, добре зарекомендували себе сталі марок 3X2B8ФА, ДІ-22, ДІ-23, загартовані до твердості HRC 43...46 і піддані азотуванню на глибину 0,2-0,3 мм, з твердістю поверхневого шару HRA 83 ... 85. Процес азотування протікає при $515 \pm 10^{\circ}\text{C}$. Матеріали для виготовлення прес-форм представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Матеріали, які застосовуються для виготовлення прес-форм

Деталь	Марка матеріалу	Твердість		
		матриця	пуансон	стрижень
Матриці, стрижні	3x2B8ФА ДИ22	HRC 44-48 A 0,2-0,3 мм HRC 83-85		HRC 44-48 A 0,2-0,3 мм HRC 83-85
Матриці, пуансони, стрижні простої форми, вкладиші	X, 9XC, XBГ, 9XBГ, X6BФ, 8XФ, ШХ15, 5XB2C, X12M, X12Ф1, X12	HRC 62-64	HRC 54-58	До 10 мм HRC 50-52, X0,15-0,020 Більше 10-20 мм HRC 54-58 Більше 20 мм HRC 56-60
Матриці, пуансони, стрижні складної форми, пуансони з тонкими стінками	X12M, X6BФ	HRC 60-62	HRC 54-58	До 10 мм HRC 50-52, більше 10-20 мм HRC 54-58 більше 20 мм HRC 56-60

Пуансони, що мають виступи, та фаски	40Х, 5ХНМ		HRC 48-50 HRC 43-45	
Стрижні перерізом до 4 мм довжиною більше 150 мм	60С2А, 50ХФА 65Г			HRC 44-48

При виготовленні матриці зі сталі ШХ15, 9ХС, ХВГ, 9ХВГ, Х12, Х12М, Х12Ф1, Х12Ф твердість їх повинна становити HRC 62 ... 64, так як матриці з твердістю менше HRC-62 швидко зношуються. Матриці, що мають складний профіль, виготовляють зі сталі марок ХВГ, 9ХВГ і 9ХС, мало деформуються при термообробці.

4.7 Розробка конструкцій робочих частин прес-форм

Бандажоване виконання матриць застосовується при використанні секційних вставок з твердого сплаву. Однак найбільше застосування знаходять матриці цільної конструкції, виконані з зносостійких інструментальних сталей.

Найважливішою характеристикою матриць є зносостійкість, що досягається високою твердістю робочої поверхні і її дзеркальної обробці до рівня шорсткості R_a 0,16 мкм. Така шорсткість досягається притиранням, причому напрямком притирання повинен співпадати з напрямком прикладання навантаження формування.

Конструкцію матриці з циліндричної порожниною виконуються як показано на рисунку 4.6.

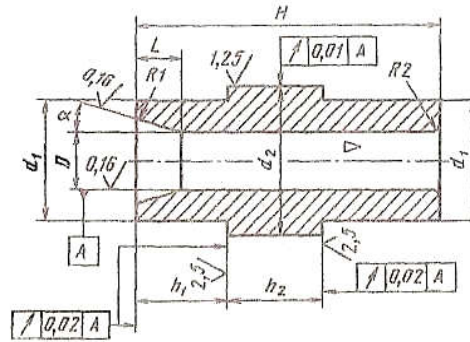


Рисунок 4.6 – Конструкція матриці з циліндричною порожниною

Пуанسونи проектуються таким чином, щоб точна підгонка шліфуванням і поліруванням проводилася тільки на робочих поверхнях. При виготовленні пуансонів використовується зносостійка інструментальна сталь. Саме сталь вибирається, виходячи з розміру пуансона, складності профілю поперечного перерізу, наявності тонких перемичок, питомого зусилля формувань. Пуанسونи розраховують на стійкість. Конструкцію нижніх пуансонів для механічних пресів виконують як показано на рисунку 4.7.

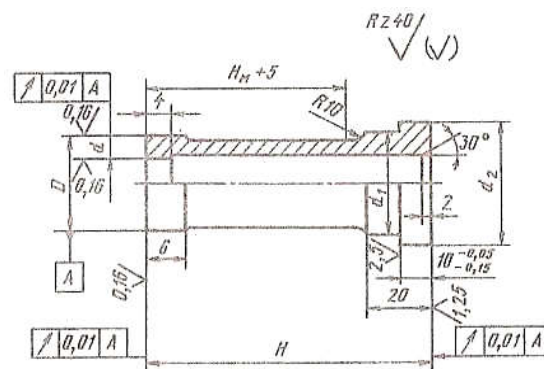


Рисунок 4.7 – Конструкція пуансона для механічного пресу

Проектування стрижнів проводиться в цілому на підставі тих же передумов, що і проектування матриць. Необхідно лише враховувати тонку видовжену форму стрижня, на робочу поверхню яких діють сили тертя, що

викликають розтягування і стиснення. Останні можуть визвиати руйнування і деформацію стержнів.

Позначення матриць, пуансонів і стрижнів прес-форм, що застосовуються при виготовленні виробів з порошків, а рекомендовані допуски і посадки на ці розміри наведені в таблиці 4.2 [1].

Таблиця 4.2 – Допуски і посадки на формотворчих розміри матриць, пуансонів і стрижнів прес-форм

Розміри, що проектуються		Матриця D	Пуансон D1	Пуансон D1	Стрижень d	Зазор	
зверх	до					min	max
			(D-0.03) _{0.006}				
			(D-0.03) _{0.008}				
			(D-0.03) _{0.010}				
1	3	D+0.010	(D-0.03) _{0.010}	(d+0.03) ^{+0.010}	d-0.006	0.03	0.045
3	6	D+0.013	(D-0.03) _{0.012}	(d+0.03) ^{+0.013}	d-0.008	0.03	0.051
6	10	D+0.016	(D-0.03) _{0.012}	(d+0.03) ^{+0.016}	d-0.010	0.03	0.056
10	18	D+0.019	(D-0.03) _{0.012}	(d+0.03) ^{+0.019}	d-0.013	0.03	0.061
18	30	D+0.023	(D-0.03) _{0.014}	(d+0.03) ^{+0.023}	d-0.014	0.04	0.077
30	50	D+0.027	(D-0.03) _{0.014}	(d+0.03) ^{+0.027}	d-0.017	0.04	0.084
50	80	D+0.030	(D-0.03) _{0.017}	(d+0.03) ^{+0.030}	d-0.020	0.05	0.100
80	120	D+0.035	(D-0.03) _{0.020}	(d+0.03) ^{+0.035}	d-0.023	0.05	0.108
			(D-0.03) _{0.017}				
			(D-0.03) _{0.020}				
			(D-0.03) _{0.023}				

4.8 Розрахунок прес-форм

Для здійснення процесу пресування, виконання розрахунку і конструювання прес-форми необхідно визначити схему застосування прес-форми, вибрати матеріал її основних деталей і знати:

1) технологічні характеристики шихти (насипну щільність ρ_n , г/см³; ущільненість і формуємість; текучість);

2) технологічні характеристики пресування (щільність $\rho_{пр}$, г/см³); пружні післядії за лінійними розмірами при пресуванні (калібруванні) в процентах a_n , a_k , або в абсолютній величині l_n , l_k ; усадку (зростання) за лінійними розмірами або спіканні в процентах β , або в абсолютній величині ϵ ; зменшення маси пресування при спіканні за рахунок вигорання мастила, відновлення оксидів і інших чинників у відсотках ζ ; приріст щільності при калібруванні (або допресовуванні) пресування в процентах τ ; величину припуску під калібрування або механічну обробку спечених заготовок l_k .

Розрахунок прес-форм починається з вибору напрямку пресування деталі. При цьому необхідно керуватися таким правилом:

1) для деталей, що мають вісь обертання, зусилля пресування має бути направлено вздовж цієї осі;

2) для деталей, які не мають осі обертання, зусилля пресування має бути направлено так, щоб в цьому напрямку деталь мала найменше число переходів.

Потім складається ескізна схема пресування, яка повинна включати операції заповнення порожнини прес-форми порошку, пресування і виштовхування деталі.

До виготовлення деталей прес-форми ставляться такі вимоги:

- відхилення від паралельності торцевих площин матриці - не більше 0,01 мм на довжині 100 мм;

- відхилення від перпендикулярності утворює внутрішній поверхні матриці до верхньої торцевої поверхні - не більше 0,01 мм на довжині 100 мм;

- відхилення від перпендикулярності площин пуансонів до котра утворює внутрішній поверхні - не більше 0,01 мм на довжині 100 мм;

- шорсткість робочих і формотворчих поверхонь повинна відповідати R_a 0,16 мкм по ГОСТ 2309-72;
- шліфування, притирання, полірування матриць, пуансонів, стрижнів прес-форм виробляти з подачею інструменту тільки паралельно напрямку формування;
- робоча частина притирання повинна бути на 25 ... 30% довше отворів, що притираються;
- забезпечити необхідний рівномірний зазор між відповідними деталями прес-форми;
- всі деталі прес-форми, що стикаються з металевим порошком, розмагнітити;
- робочий профіль пуансонів повинен бути з гострими кроями без задирок, крім місць, зазначених в кресленні особливо;
- овальність і конусність формотворчих поверхонь матриць - не більше 0,005 мм;
- прес-форму маркувати із зазначенням позначення деталі, креслення прес-форми і моделі преса, що використовується.

Правильний вибір схеми формування, конструкції прес-форми, опрацювання компоновочного рішення і проведення необхідних технічних розрахунків забезпечує розробку якісної конструкторської документації та виготовлення працездатного інструменту практично без доопрацювання.

4.8.1 Геометричний розрахунок прес-форм

Проводимо всі необхідні розрахунки на прикладі деталі втулка.

Площа поперечного перерізу пресування (F , см²) дорівнює проекції пресування на площину, перпендикулярну осі пресування.

Обсяг пресування визначається за формулою [14]:

$$V_{np} = V_{\partial} \left(1 + \frac{\zeta}{100}\right), \quad (4.3)$$

де V_{∂} – об'єм спіченої заготовки (деталі).

Маса пресування визначається за формулою:

$$G_{np} = \rho_{np} \cdot V_{np}, \quad (4.4)$$

Об'єм годних деталей дорівнює:

$$V_{\partial} = F \cdot h,$$

$$V_{\partial} = \frac{3,14}{4} (4,5^2 - 3,0^2) \cdot 2,5 = 22,1 \text{ см}^3.$$

Підставляємо необхідні значення в формулу 4.3 і розраховуємо обсяг пресовок:

$$V_{np} = 22,1 \left(1 + \frac{0,277}{100}\right) = 22,14 \text{ см}^3.$$

Розраховуємо масу пресовок згідно з формулою 4.4:

$$G_{np} = 7,53 \cdot 22,14 = 166,7 \text{ г.}$$

Визначаємо масу навіски за формулою :

$$G_H = (1,02 \dots 1,05) G_{np},$$

$$G_H = (1,02 \dots 1,05) \cdot 166,7 = 170 \text{ г.}$$

Висота пресування залежить від номінального розміру готової деталі h і його зміни в результаті пружних післядій, зростання або усадки при спіканні і припуску на додаткову обробку:

$$H_{np} = h - l_n \pm \varepsilon + n_k, \quad (4.5)$$

де h – висота готового виробу, мм;

l_n – величина пружної післядії, мм;

ε – всадка при спіканні по висоті, мм;

n_k – припуск на калібровку, мм.

$$H_{np} = 25 - 0,75 - 0,075 + 1 = 25,24 \text{ мм.}$$

Потім розраховуємо висоту завантажувальної камери, тобто тієї частини, яка заповнюється порошком:

$$H_3 = k \cdot H_{np}, \quad (4.6)$$

де k – коефіцієнт ущільнення, він розраховується як:

$$k = \frac{\rho_{np}}{\rho_n} = 2,36;$$

$$H_3 = 2,36 \cdot 25,24 = 59,57 \text{ мм.}$$

Загальна висота матриці H_M визначається з урахуванням висоти завантаженої камери і величин заходу в матрицю верхнього h_B та нижнього h_U пуансонів (рисунок 4.8):

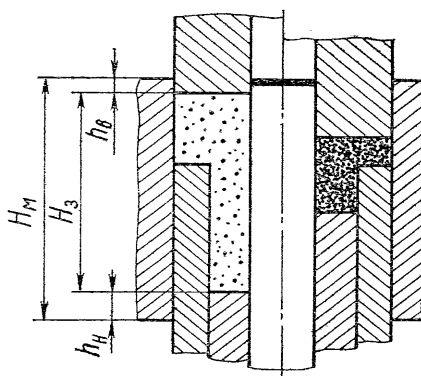


Рисунок 4.8 – Визначення висоти засипки порошку

$$H_M = H_3 + h\sigma + hn, \quad (4.7)$$

$$H_M = 59,57 + 11,5 + 13,93 = 85 \text{ мм.}$$

Розміри робочої порожнини матриці залежать від зовнішніх розмірів деталі, зміни їх після пресування, спікання і калібрування і допустимої величини зносу.

Номінальний діаметр порожнини матриці:

$$D = D_{\min} - l_D - \varepsilon_D + n_k,$$

де D_{\min} – мінімальний діаметр готового виробу, мм;

l_D – величина пружної післядії, мм;

ε_D – всадка при спіканні по діаметру, мм;

n_k – припуск на калібровку, мм.

$$D = 45 - 0,081 - 0,45 + 2 = 46,5 \text{ мм.}$$

Розмір стрижня залежать від внутрішніх розмірів деталі, змінюючи їх після технологічних операцій і приймаються максимально можливими, тобто розраховуються з урахуванням верхньої межі допуску на розмір деталі, щоб забезпечити найбільший припуск на знос стрижня [14].

Номінальний діаметр стрижня:

$$d = d_{\max} - l_D - \varepsilon_D + n_k,$$

де d_{\max} – максимальний розмір отвору деталі, мм.

$$d = 30 - 0,03 - 0,3 + 1 = 30,67 \text{ мм.}$$

Так як наша деталь піддається калібрування, то розраховуємо діаметр стержня при калібрування:

$$d_{\kappa} = d_{\max} - l_{\kappa},$$

$$d_{\kappa} = 30 - 0,006 = 29,994 \text{ мм.}$$

Розмір отвору після спікання визначається:

$$d_{cn} = d_{\kappa} + n_{\kappa},$$

$$d_{cn} = 29,944 + 1 = 30,944 \text{ мм.}$$

Размер отверстия после спекания определяется:

$$d_{np} = d_{cn} - \varepsilon,$$

$$d_{np} = 30,944 - 0,30944 = 30,6 \text{ мм.}$$

Розмір робочої частини стрижня

$$d_{cm.p} = d_{np} + l_n,$$

$$d_{cm.p} = 30,6 + 0,03 = 30,63 \text{ мм.}$$

4.8.2 Розрахунок на жорсткість і міцність матриць

Матрицю розглядаємо як товстостінну трубу, навантажену рівномірно розподіленим по висоті внутрішнім бічним тиском P_b , тому матеріал матриці одночасно працює і на розтягнення і на стиск. Для деталі, що знаходиться в двухосном напруженому стані, з теорії найбільших дотичних напружень, еквівалентне напруження рівне:

$$\sigma_{\text{эkv.}} = \sigma_1 - \sigma_3, \quad (4.8)$$

де в нашому випадку $\sigma_1 = \sigma_\tau$, а $\sigma_3 = \sigma_r$,

де σ_τ и σ_r - відповідно дотичне та нормальне напруження.

Для обчислення цих напруг застосуємо формули Ляме. Дійсне напруга і деформацій поперечних шарів матриці при пресуванні порошкових матеріалів будуть дещо менше розрахункових, так як тиск додається тільки на частину довжини матриці. Відповідно до формул Ляме найбільшу напругу мають місце на внутрішній поверхні.

$$\sigma_r = -p_\delta,$$

$$\sigma_\tau = p_\delta \cdot \frac{a^2 + 1}{a^2 - 1},$$

де P_δ – бічний тиск на стінку матриці;

$$a = \frac{r_{\text{н.}}}{r_{\text{в.}}},$$

де $r_{\text{н.}}$ - зовнішній радіус матриці;

$r_{\text{в.}}$ - внутрішній радіус матриці;

підставивши, значення σ_τ и σ_r в формулу знаходимо $\sigma_{\text{эkv.}}$.

$$\sigma_{\text{эkv.}} = P_\delta \cdot \left(\frac{a^2 + 1}{a^2 - 1} + 1 \right), \quad (4.9)$$

Умови міцності визначається залежністю:

$$\sigma_{\text{эkv.}} \leq [\sigma_{\text{P}}], \quad (4.10)$$

де $[\sigma_p]$ - допустиме напруження на розрив для матеріалу матриці; для сталі з яких зазвичай виготовляють матриці ця величина знаходиться в межах 1500...2000 кг/см².

З вищесказаного випливає, що

$$a = \sqrt{\frac{[\sigma_p]}{[\sigma_p] - 2p_\sigma}},$$

$$a = \sqrt{\frac{1500}{1500 - 2 \cdot 7,8}} = 1,005;$$

отже, підставляємо необхідні значення в формулу 4.9:

$$\sigma_{\text{екв.}} = 7,8 \left(\frac{1,002^2 + 1}{1,002^2 - 1} + 1 \right) = 1571,7 \text{ кг/см}^2;$$

$$1571,7 \text{ кг/см}^2 \leq 1500 \dots 2000 \text{ кг/см}^2$$

Порівнявши отримані значення з допустимим видно, що умова міцності виконуються.

4.8.3 Розрахунок пуансонів

При роботі пуансони стискаються і подовжньому вигину. Вони виготовляються, з інструментальної сталі марки Х12МФ.

Напруження, що допускається притиснення для загартованої сталі, має значення

$$[\sigma_{\text{сж.}}] = 1760 \text{ МПа}$$

На стиснення пуансони перевіряються за формулою:

$$\sigma_{сж.} = \frac{P}{S_p} \leq [\sigma_{сж.}], \quad (4.11)$$

де $\sigma_{сж.}$ – напруження стиснення що, виникає в пуансоні;

S_p – площа найменшого поперечного перерізу пуансона;

P – тиск пресування;

$[\sigma_{сж.}]$ це напруга, що допускається на стиск для загартованої сталі

$$\sigma_{сж.} = \frac{300}{226,86} = 1324 \text{ МПа};$$

$$1324 \text{ МПа} \leq 1760 \text{ МПа}$$

Довгі і тонкі пуансони, що мають довжину більше трьох діаметрів необхідно перевіряти на поздовжній вигин. Сила, при якій може початися вигин пуансона, називається критичною навантаженням $P_{кр.}$. Та визначається за формулою :

$$P_{кр.} = \frac{\pi^2 E \cdot J_{min}}{4l^2} - \text{для верхнього пуансона}; \quad (4.12)$$

$$P_{кр.} = \frac{2\pi^2 E \cdot J_{min}}{l^2} - \text{для нижнього пуансона} \quad (4.13)$$

де $P_{кр.}$ - критичне навантаження, при якій може початися вигин пуансона

E – модуль пружності (для інструментальної сталі $E=2,1 \cdot 10^6 \text{ кг/см}^2$)

J_{min} - момент інерції найменшого перетину пуансона;

l – довжина вільної частини пуансона (дорівнює відстані від пуансонодержателя до середини заходная частини пуансона)

Напруження, що виникають при поздовжньому згині, будуть менше межі пропорційності за умови, що

$$P \leq \frac{P_{кр.}}{\Pi},$$

де P – повне зусилля пресування;

Π – коефіцієнт безпеки (для загартованої сталі Π=2...3.)

Для верхнього пуансону розраховуємо $P_{кр.}$ за формулою 4.12 :

$$P_{кр.} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 2,27}{4 \cdot 6,5^2} = 2,78 \cdot 10^5 \text{ кг}$$

$$P = \frac{2,78 \cdot 10^5}{3} = 90000 \geq 29600 \text{ кг}$$

Для нижнього пуансону розраховуємо за формулою 4.13:

$$P_{кр.} = \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6}{4 \cdot 13^2} = 0,556 \cdot 10^5 \text{ кг}$$

$$P = \frac{0,556 \cdot 10^5}{3} = 185000 \geq 29600 \text{ кг}$$

5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Для роботи на універсальному обладнанні необхідно забезпечити його дозуючим пристроєм для подачі шихти в порожнину матриці. Дозуючий пристрій було розроблено на прес-блок для преса ДБ 2432 А, який працює в автоматичному режимі з об'ємним способом засипки порошку в порожнину матриці. Точність засипки становить не менше 3% від ваги деталі.

Були проведені розрахунки крайніх точок, які показали, що попадання важеля колінного механізму в мертві зони не відбувається.

Порошок надходить з накопичувального бункера в касету живильник, потім касета переміщується у напрямку на позицію засипки. При робочому ході преса повзун, рухаючись вниз, переміщує верхній пуансон, який пресує порошок в матриці. В цей час касета переміщається поза робочу зону, завдяки важелям, зв'язаний з повзуном. Після робочого ходу повзун преса повертається у вихідне положення. При цьому верхній пуансон також повертається у вихідне положення, а шток, впливаючи на траверсу стягує матричну плиту і виріб залишається на нижньому пуансоні. Рух штока здійснюється виштовхувачем преса. Одночасно виводиться центральний стрижень в крайнє нижнє положення. Отримана деталь видаляється касетою-живильником завантажувального пристрою. Після цього починається новий цикл роботи прес-блоку.

Дозуючий пристрій значно підвищує продуктивність преса і охорону праці.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз потенційних небезпек

а. Порушення вимог ергономіки стосовно, організації робочих місць дослідів в приміщенні дослідницької лабораторії;

б. Ураження електричним струмом у результаті порушення правил електробезпеки, несправності електрообладнання, відсутності захисного заземлення;

в. Вплив електромагнітних полів від монітору комп'ютера, що призводить до підвищеного стомлення, зниження працездатності;

в1. Негативний вплив статичної електрики внаслідок наявності ЕМП, що може призвести до розвитку алергічних реакцій;

г. Розумове та емоційне перевантаження внаслідок недотримання змін режимів праці та відпочинку, що визиває зниження працездатності та стомлення, головною причиною якого є шум дискомфортих частот;

г. Недостатнє освітлення робочої зони при недотриманні ДБН В.2.5-28-2006, визиває погіршення зору, підвищує кількість помилок;

д. Невідповідність значень параметрів мікроклімату зазначених у ДСН 3.3.6.042-99 „ Державні санітарні норми параметрів мікроклімату”, що знижує працездатність, погіршує самопочуття, може призвести до профзахворювань;

е. Можливість загоряння внаслідок порушень правил пожежної безпеки, короткого замикання електропроводки, тощо;

є. Непоінформованість персоналу у відповідній послідовності дій в умовах надзвичайної ситуації, що призводить до травмування та до інших непередбачених негативних наслідків.

Ці проблеми можуть вирішуватися комплексно як з позицій ергономічних вимог до умов праці (покращення робочих місць, засобів управління тощо), так і

з позицій суворого підтримання регламенту режимів праці і відпочинку, цілеспрямованою профорієнтацією, тощо.

6.2 Заходи з забезпечення безпеки

а. Виробниче середовище в приміщеннях ОЦ сполучають в собі раціональні архітектурно-планувальні рішення, найбільш оптимальні санітарно-гігієнічні умови, науково обґрунтоване кольорове фарбування.

Відповідно до ДСанПіН 3.3.2.007-98 здійснено наступні вимоги до приміщення ОЦ:

площа, відведена на одне робоче місце не менше 6 м²;

Згідно ГОСТ 12.2.032-78"СС. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги ” конструкція робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення співробітника ,що досягається за рахунок регулювання висоти сидіння та підставки для ніг. Підставка для ніг повинна регулюватися по висоті . Ширина повинна бути не менше 300 мм, довжина – не менш 400мм. Поверхня підставки повинна бути рифленою. По передньому краю слід передбачити борти висотою 10мм.Важливим фактором є простір під столом ,його має бути досить , щоб можна було зручно згинати та розгинати коліна. Стіл повинен мати криволінійну форму. Крісло повинно забезпечити фізіологічно раціональну робочу позу , при якій порушується циркуляція крові і не було іншого шкідливого впливу . Для цього необхідно , щоб у крісла була пружна спинка анатомічної форми, яка зменшить навантаження на хребет. Також крісло обов'язково повинно бути з підколінниками і мати можливість повороту, зміни висоти і кута нахилу сидіння і спинки. Монітор повинен розташовуватись на робочому столі прямо, і віддаленням від очей мінімум на 50-60 см . Верхня границя екрану повинна бути на рівні очей або не нижче 15 см від рівня очей . Клавіатура повинна розташовуватися в 10-15 см (в залежності від довжини

ліктя) від краю стола. Глибина стола повинна дозволяти повністю положити лікті на стіл, відсунути клавіатуру до монітора.

б. При роботі у ОЦ головним небезпечним чинником є вплив на персонал електричного струму.

За ступенем небезпеки ураження електричним струмом, відповідно до ПУЕ «Правила улаштування електроустановок», приміщення ОЦ відноситься до категорії приміщень без підвищеної небезпеки.

Заходи по забезпеченню електробезпеки розроблено у відповідності до ГОСТ 12.1.019-90 ССТБ (Электробезопасность. Общие требования) і ГОСТ 12.1.030-91 ССТБ (Электробезопасность. Защитное заземление, зануление). За способом захисту людини від ураження електричним струмом – відео термінали, ЕОМ, периферійні пристрої ЕОМ та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ЕОМ відповідають першому класу захисту згідно з ДСТУ 12.2.007-75 та ГОСТ 25861-83 «Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования электрической и механической безопасности и метода испытаний» та заземлені відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98.

Для забезпечення електробезпеки у ОЦ використано наступні технічні заходи та засоби електробезпеки:

- ізоляція струмопровідних частин згідно ДСТУ 12.2.007-75 «Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- недоступність струмопровідних частин;
- захисне відключення за ДСТУ 12.2.007-75;
- ізоляція струмопровідних частин за НАОП 40.1-1.01-97 " Правила безпечної експлуатації електроустановок ";
- захисне заземлення за ГОСТ 12.1.0030-81 ССБТ «Захисне заземлення, занулення», НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок»;
- блокування, занулення за ПУЕ-2011;

- захисне розділення електричних мереж ДСТУ ІЕС 61140:2005 «Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання (ІЕС 61140:2001, IDT)»;
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів тощо.

Сіть електромережі у приміщенні ОЦ, у відповідності до ГОСТ 12.2.007.0-75 «Изделия электротехнические. Общие правила безопасности», вмикаються/вимикаються за допомогою пускової апаратури.

У ОЦ передбачено використання тільки трьохполюсних розеток, один з полюсів яких підключено до шини захисного заземлення. З цим полюсом електрично-з'єднані металеві частини обчислювальних машин, які можуть опинитися під напругою.

Кожний блок живлення комп'ютера або периферійного пристрою має сітьовий фільтр. Конденсатори цього фільтру призначені для шунтування високочастотних перешкод живильної мережі на землю через дріт «земля» трьохполюсної вилки та розетки. Цей дріт може бути з'єднаний з заземлюючим контуром і з «нулем» силової мережі. При відсутності гальванічного зв'язку заземлюючого дроту з шиною захисного заземлення, на корпусі електронного пристрою може з'явитися напруга порядку 110 В, внаслідок поділу напруги мережі 220 В конденсаторами сітьового фільтру, що працює у даному випадку як ємнісний роздільник напруги.

При з'єднанні двох електронних засобів (наприклад, комп'ютера та принтера) інтерфейсним кабелем, загальний дріт інтерфейсів послідовних та паралельних портів зв'язаний зі «схемною землею» і корпусом електронного засобу. Тому, для усунення проблеми різності потенціалів, електронні засоби надійно заземлені через окремий дріт на загальний контур.

При підключенні електронних засобів до мережі живлення, виключено застосування сітьових дротів з двохополюсною вилкою для підключення до трьохполюсної розетки. В іншому випадку може виникнути різність потенціалів, що призведе до виходу електронної апаратури зі строю.

Відповідно до ПУЕ опір захисного заземлення у приміщенні ОЦ не перевищує 4 Ом.

Електрична ізоляція забезпечується конструкціями пристроїв і способами їхнього підключення. Відповідно до ПУЕ в електроустановках до 1000 В мінімальне значення опору ізоляції силових і освітлювальних електропроводок на ділянці між суміжними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким проведенням і землею становить не менш 0,5МОм.

в. Рівні електромагнітного випромінювання та магнітних полів відповідають вимогам ГОСТ 12.1.006 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля», СН 3206-85 «Гранично допустимі рівні магнітних полів частотою 50 Гц» та ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

Джерелами електромагнітних випромінювань (ЕМВ) є:

- блоки живлення від мережі (частота - 50 Гц);
- система кадрової розгортки (5 Гц - 2 кГц);
- система рядкової розгортки (2-400 кГц);
- блок модуляції променя ЕПТ (5-10 МГц).

Для зниження негативного впливу електромагнітного випромінювання згідно ДСНіП № 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» та ГОСТ 12.1.006-84. «Допустимые поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля» здійснено:

- використання на робочому місці відеотерміналів, що відповідають сучасним вимогам захисту від випромінювань;
- встановлення на відеотерміналах старої конструкції (випуск до 1995 року) заземленого при екранного фільтру;
- не переобтяжувати приміщення значною кількістю робочих місць з відеотерміналами;

- зменшення інтенсивності опромінення безпосередньо від самого джерела за рахунок регулювання, настройки та випробування передавачів РЛС і генераторів НВЧ, а також за допомогою поглинаючих покриттів (як правило фольгою);

- повне або часткове екранування генераторів НВЧ - енергії відносно повністю або частково замкнутими екранами;

- захист працюючих віддаленням робочого місця від джерела опромінення;

застосування засобів індивідуального захисту тощо.

в1. Накопичена статична електрика, зокрема, на екрані монітора притягує пил, бруд та інші частини присутні в повітрі. Причому електризується не тільки екран, а і повітря на робочому місці, а також одяг користувача, особливо якщо він з синтетичного та шерстяного матеріалу.

В якості заходів захисту запропоновано:

- кілька разів на протязі робочого дня мити руки і обличчя водою, а після закінчення роботи вимити руки й лице з милом;

- щоденно протирати екран монітора, клавіатуру, пристрій «миша» та, якщо є, приєкранний фільтр антистатичною серветкою;

- щоденно в приміщенні з ПК проводити вологе прибирання;

- установити нейтралізатори статичної електрики;

- підтримувати у приміщенні вологість повітря зазначену в нормативних документах;

- користувачу ПК бажано носити одяг з природних (льняних) волокон, в т.ч. і шкарпетки.

г. Для захисту від впливу шуму використано організаційні та технічні заходи за ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. "Шум. Общие требования безопасности".

Джерелами шуму при роботі з ПК є:

- жорсткий диск;

- вентилятор блока живлення мережі;

- вентилятор, розташований на процесорі;

- швидкісні CD-ROM;
- механічні сканери;
- пересувні механічні частини принтера.

До організаційних заходів належать:

- раціональне розташування устаткування та робочих місць;
- постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників;
- обмеження застосування обладнання та використання робочих місць,

що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

Технічні заходи дають змогу значно зменшити вплив шуму на працівників і поділяються на заходи, що використовуються:

- в джерелі виникнення (конструктивні та технологічні);
- на шляху розповсюдження (звукоізоляція, звукопоглинання, глушники шуму, звукоізоляційні укриття);
- використання засобів колективного та індивідуального захисту ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин".

Зниження рівня шуму в приміщенні можна здійснити за ДСН 3.3.6-037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвук" наступним чином:

- використанням блоків живлення ПК з вентиляторами на гумових підвісках;
- використанням ПК, в яких термодавачі (термодатчики) вмонтовані в блоці живлення та в критичних точках материнської плати (процесор, мікросхеми чіпсету), які дозволяють програмним шляхом регулювати як моменти ввімкнення вентиляторів, так і їх швидкість обертання;
- переведення жорсткого диска в режим сплячки (Standby), якщо комп'ютер не працює протягом визначеного часу;
- використанням ПК, в яких вентилятор на процесорі встановлено виробником (ВОХ-процесор);
- застосовуванням приводів з одночасним зчитуванням декількох

доріжок CD чи програми, що дозволяє зменшити швидкість;

- заміною матричних голчатих принтерів струменевими і лазерними принтерами, які забезпечують при роботі значно менший рівень звукового тиску;
- застосуванням принтерів колективного користування, розташованих на значній відстані від більшості робочих місць користувачів ПК;
- зменшенням шуму на шляху його поширення через розміщення звукоізолюючого відгородження у вигляді стін, перетинок, кабін;
- акустичною обробкою приміщень - зменшення енергії відбитих звукових хвиль шляхом збільшення площі звукопоглинання (розміщення на поверхнях приміщення облицювань, що поглинають звук, розташування в приміщеннях штучних поглиначів звуку).

Рівні вібрації під час виконання робіт з ЕОМ у виробничих приміщеннях не перевищують допустимих значень, визначених у СН 3044-84 «Санітарні норми вібрації робочих місць», ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин" та ДСН 3.3.6-039-99 "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації".

Нормування технологічної вібрації (загальної і локальної) відбувається:

- в залежності від її спрямування у кожній октавній смузі (1,6-1000 Гц);
- з середньоквадратичними віброшвидкостями $(1,4-0,28) \cdot 10^{-2}$ м/с;
логарифмічними рівнями віброшвидкості (115-109 дБ);
- віброприскоренням $(85-0,1)$ м/с².

6.3 Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці

Виходячи з специфіки роботи у обчислювальних центрах ОЦ можна відмітити, що усі види робіт в них не пов'язані з великими енергозатратами робітників, а також виділенням шкідливих речовин у процесі роботи, а основним

видом відходів є папір, що повністю утилізується і не забруднює навколишнє середовище. Таким чином можна вважати, що за ступенем тяжкості роботи у ОЦ відносяться до категорії «легка робота».

Так як робота з обчислювальною технікою є малорухомою і створює велике навантаження на очі та кисті рук, операторам для підтримки працездатності необхідно керуватися ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин». При роботі за дисплеєм у режимі праці і відпочинку передбачаються через кожні 40-45 хвилин 3-5 хвилинні перерви на відпочинок та гімнастичні вправи.

г. Всі норми по освітленості визначені згідно ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

Природне освітлення здійснюється через віконні прорізи, при цьому коефіцієнт природної освітленості КПО не нижче 1,5% за нормами ДБН В.2.5-28-2006. Робочі місця у приміщенні розташовані подалі від вікон таким чином, щоб сонячне світло не потрапляло на екран монітору. Вікна оснащені сонцезахисною плівкою з металізованим покриттям.

У тих випадках, коли одного природного освітлення недостатньо, використовується штучне освітлення, Штучне освітлення в приміщеннях здійснюється системою загального рівномірного освітлення. При цьому штучне освітлення застосовують не тільки в темний, але й у світлий час доби.

Найбільш прийнятними для приміщень ОЦ є люмінесцентні лампи ЛБ (білого світла) потужністю 20, 40 або 80 Вт, які встановлюються в світильники типу ЛПО.

При застосуванні люмінесцентних ламп дотримуються наступних умов:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче за 5 °С;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше ніж 90% від номінальної.

Допускається застосування ламп розжарення у світильниках місцевого освітлення. Загальне освітлення варто виконувати у виді суцільних чи переривчастих ліній світильників, розташованих збоку від робочих місць.

д. У приміщенні ОЦ на робочих місцях з комп'ютерною технікою КТ нормалізація параметрів повітряного середовища забезпечується згідно до вимог ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» і ГОСТ 12.1.005-88* «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», що наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 Норми мікроклімату для приміщень з КТ

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка -1а	22-24	40-60	0,1
	легка -1б	21-23	40-60	0.1
Тепла	легка -1а	23-25	40-60	0.1
	легка -1б	22-24	40-60	0.2

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі приміщення ОЦ відповідають санітарно-гігієнічним нормам ГН 2152-80 «Санітарно-гігієнічні норми допустимих рівнів іонізації повітря виробничих та громадських приміщень», що наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 Рівні іонізації повітря приміщень з КТ

Рівні іонізації повітря	Кількість іонів в 1 см ³ повітря	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000

Максимально допустимі	50000	50000
-----------------------	-------	-------

Оптимальний рівень легких позитивних і негативних аероіонів у повітрі на робочих місцях підтримується за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

У приміщенні забезпечений приплив свіжого повітря, кількість якого визначається техніко-економічним розрахунком і вибором схеми системи вентиляції. Мінімальна витрата повітря визначається з розрахунку 50...60 м³/год на одну людину, але не менш дворазового повітрообміну за годину.

Для забезпечення постійних параметрів мікроклімату встановлені побутові кондиціонери типу MITSUBISHI ELECTRONIC MSZ-GE35VA з холодопродуктивністю 4300 ккал/год. При невеликому забрудненні зовнішнього повітря кондиціонування приміщень здійснюється із перемінними витратами зовнішнього повітря й рециркуляційного.

6.4 Заходи пожежної безпеки

е. До первинних засобів тушіння пожеж, призначених для ліквідації невеликих загорянь використовуються пожежні стволи, внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники. Згідно НАПБ Б.03.001-2004 «Типові норми належності вогнегасників» при захисті від пожежі приміщення з ПЕОМ використовуються вуглекислотні вогнегасники ВВК-1,4, ВВК-2 або аерозольні водопінні вогнегасники ВВПА-400.

Згідно з НАПБ Б.03.001-2004 приміщення з ПЕОМ необхідно оснащувати переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник ВВК-1,4 або ВВК-2 або ВВПА-400 на три ПЕОМ, але не менше ніж один вогнегасник, перелічених типів на приміщення.

У випадку пожежі передбачено шляхи евакуації робітників проходи, проїзди, евакуаційні виходи у відповідності до ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна

безпека об'єктів будівництва». Евакуаційні виходи розташовано розосереджено у кількості не менше двох на споруду.

Коридори та проходи, що призначені для евакуації, мають як можна меншу довжину та мінімальну кількість поворотів. На усій протяжності проходу відсутні пороги або проміжні ступені, відповідно з СНиП 2.09.02-85 «Производственные здания».

Важливу роль у забезпеченні безпечного виходу людей грає протидимовий захист евакуаційних ходів. У будинках висотою до 9 поверхів незадимлюваність сходових кліток на час евакуації досягається їхньою ізоляцією від підвалів, горищ і поверхів. Для цього влаштовані відособлені входи в підвали, вхід на сходову клітку з поверхів здійснюють через тамбур - шлюз із підпором повітря, відокремлюють горища від сходових кліток перекриттями з негорючих матеріалів.

6.5 Заходи з забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях

Порядок дій сил цивільного захисту у вогнищі хімічного ураження.

Вогнища хімічного ураження (ВХУ) виникають у результаті застосування супротивником ОР, а також при руйнуванні хімічно небезпечних об'єктів, які виготовляють чи використовують у технології СДОР (такі вогнища прийнято називати вторинними). При надходженні перших даних про виникнення ВХУ начальники і штаби ЦО оповіщають населення в зоні зараження і у районах, яким загрожує небезпека від хмари зараженого повітря, яка поширюється, ставлять завдання хімічній і медичній розвідкам, віддають розпорядження про проведення заходів щодо захисту населення, приймають рішення й організують проведення РІНР у вогнищах. До РІНР залучаються окремі батальйони спеціального захисту, підрозділи хімічного захисту військових частин ЦО, зведені загони (команди) протирадіаційного і протихімічного захисту, медичні формування, команди знезаражування й інші спеціально підготовлені й оснащені підрозділи і формування. Особовий склад сил ЦО, що

вводиться у ВХУ, забезпечується ЗІЗ органів дихання і шкіри, антидотами, індивідуальними протихімічними пакетами.

Першими у ВХУ для надання допомоги ураженим вводяться медичні підрозділи військових частин і формування медичної служби ЦО, а також підрозділи хімічного захисту та формування протирадіаційного і протихімічного захисту. Основні завдання цих сил – надання негайної медичної допомоги ураженим, їх евакуація на незаражену місцевість і проведення дегазації території, споруд і техніки. У першу чергу евакуюють людей, які не мають засобів захисту органів дихання, потім тих, хто має протигази і вже одержали першу медичну допомогу; в останню чергу евакуюють людей, укритих в обладнаних фільтровентиляційними установками сховищах.

При проведенні рятувальних робіт у вторинному вогнищі ураження основні зусилля спрямовуються на локалізацію джерел отруйної речовини і запобігання її подальшого надходження на місцевість і в повітря.

Підрозділи хімічного захисту і формування протирадіаційного та протихімічного захисту в період проведення рятувальних робіт у ВХУ дегазують ділянки місцевості і доріг, будинки і споруди, проводять санітарну обробку особового складу військових частин, формувань і населення, знезаражують їх засоби захисту й одяг. Черговість проведення цих робіт визначається начальником ЦО, виходячи з конкретної обстановки. Для санітарної обробки населення, яке евакуюється з ВХУ, і дегазації транспортних засобів поблизу маршрутів евакуації на незараженій місцевості підрозділами хімічного захисту частин ЦО розгортаються пункти спеціальної обробки.

РІНР у ВХУ виконуються в протигазах і засобах захисту шкіри. Тривалість роботи змін у ВХУ залежить, головним чином, від припустимого часу безупинного перебування в ЗІЗ. Щоб уникнути перегріву і виходу його з ладу через теплові удари застосовують спеціальні комбінезони, що екранують, і поливання захисних костюмів водою.

Роботи проводяться з максимальною інтенсивністю до повного їх завершення в найкоротший термін, із залученням необхідної кількості сил і

засобів та з дотриманням заходів безпеки. Заміна формувань здійснюється за рахунок резервів і залучення додаткових спеціальних формувань. У залежності від хімічної обстановки у вогнищах РІНР можуть проводитися послідовно (спочатку в окремих, найбільш важливих місцях) або одночасне на всій території ВХУ. Вогнища вважаються ліквідованими, коли перебування людей без засобів захисту в них стає безпечним. На період проведення робіт вогнище ураження оточується, встановлюється комендантська служба й організовується охорона громадського порядку.

ВИСНОВКИ

За час виконання магістерської роботи, були закріплені отримані знання.

Була спроектована лабораторія для дослідження способів виробництва антифрикційних деталей методом порошкової металургії.

Також були проведені дослідження порошків заліза, міді, графіту і стеарата цинку різних марок, завдяки чому вибрані оптимальні марки для виготовлення даних деталей. За отриманими дослідженням властивостей, був розроблений оновлений технологічний процес виготовлення деталей статора, втулки з порошків, натомість класичних методів, що призвело до безвідходного виробництва.

Спроектовано універсальний прес-блок на прес-автомат K8130. Розроблено дозуючий пристрій для порошку на гідравлічний прес, що призвело до підвищення продуктивності преса і праці в цілому.

Перелік посилань

1. Прогрессивные технологические процессы штамповки деталей из порошков и оборудование / Г.М. Волкогон, А.М. Дмитриев и др.; Под общ. ред. А.М. Дмитриев, А.Г. Овчинникова. – М.: Машиностроение, 1991. – 320с.
2. Н.З. Поздняк, А.Н. Крушинский. Проектирование и оборудование цехов порошковой металлургии. М., 1965. – 299с.
3. Баглюк Г.А. Структура, механічні та триботехнічні властивості металоскляних композитів на основі модифікованих залізовуглецевих сплавів /Г.А. Баглюк, В.Я.Куровський, О.Д. Костенко, Г.А. Максимова, Г.М.Молчановська //Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2017, №11/12, С.58-67
4. Роїк Т.А. Нові композиційні матеріали на основі міді для важконавантажених вузлів тертя/ Т.А. Роїк, О.А. Гавриш, Ю.Ю. Віщук, О.І. Хмілярчук// Порошкова металургія - Київ: : ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2017, №09/10, С.40-48
5. Косторнов А.Г. Триботехнічні характеристики композиційного матеріалу на основі заліза при температурі 500 °С/ А.Г. Косторнов, О.І. Фушич, Т.М. Чевичелова, О.Д. Костенко, М.В. Карпець //Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2014, №07/08, С.43-50
6. Савчук П.П. Особливості зношування модифікованих епоксидних композитів при навантаженні тертям / П.П. Савчук, А.Г. Косторнов, В.П. Кашицький, О.Л. Садова// Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2014, №03/04, С.103-109
7. Вішневська-Вейнерт Х. Тертя і знос пористих підшипників ковзання при високій температурі. вплив твердого мастила з наночасток MoS₂ / Вішневська-Вейнерт Х. // Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім. І.М. Францевича НАН України, 2013, № 07/08, С.77-84

8. Косторнов А.Г. Вплив параметрів сухого тертя на формування вторинних структур у зоні трибосинтезу композиційного антифрикційного матеріалу на основі заліза / А.Г. Косторнов, О.І. Фушич, В.Ф. Горбань, Т.М. Чевичелова, О.Д. Костенко // Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2012, №07/08, С.48-58
9. Фатма Макні Новий метод оцінки якості змішування складових фрикційних матеріалів для поліпшення механічних властивостей / Фатма Макні, Мохамед Кчоу, Анна-Ліза Крістол, Ріадх Еллейх, Яннік Деспланк // Порошкова металургія - Київ: ІПМ ім.І.М.Францевича НАН України, 2017, №01/02, С.3-18.
10. Норицын И.А. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. Учеб. пособие для вузов. М., «Высш. Школа», 1977. – 423с.
11. Раковский В.С., Саклинский В.В. Порошковая металлургия в машиностроении. Справочное пособие. М.: «Машиностроение».Изд. 3-е, переработ. и доп.,1972. – 126с.
12. Производство и использование порошковых деталей в легкой промышленности / И.Д. Родомысельский, И.Д. Ясь, В.И. Павленко. – К.: Техніка, 1982. – 175с.
13. Оборудование предприятий порошковой металлургии. Учебник для вузов. Кипарисов С.С., Падалко О.В. М.: «Металлургия», 1988. – 448с.
14. Производство спеченых изделий. Учебник для техникумов. Либенсон Г.А. М.: «Металлургия», 1982. – 256с.
15. Оборудование цехов порошковой металлургии. Учебное пособие для техникумов. Либенсон Г.А., Панов В.С. М.: «Металлургия», 1983. – 264с.
16. Получение легированных порошков диффузионным методом и их использование/ Родомысельский И.Д., Напара-Волгина С.Г. – Киев: Наук. думка, 1988. – 136с.
17. Економіка підприємства. Підручник в 2х т. т. / За ред. С.Ф. Покропивного – К.: Хвиля – Прес 1995. – 295с.

18. Коломоєць С.О. Звіт з переддипломної практики на каф.ОМТ. ЗНТУ,
Запоріжжя, 2018.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инд. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инд. № подл.	
							Изм.	Лист	Изм.	Лист	Изм.	Лист	Изм.	Лист	Изм.	Лист	Изм.	Лист	Изм.	Лист
				<i>Документация</i>																
A3			<i>ЗНТУ 292146.001.000 СБ</i>	<i>Прессформа на статор Сборочный чертеж</i>	1															
				<i>Детали</i>																
A3		1	<i>ЗНТУ 292146.001.001</i>	<i>Плансон верхний</i>	1															
A4		2	<i>ЗНТУ 292146.001.002</i>	<i>Знак</i>	1															
A4		3	<i>ЗНТУ 292146.001.003</i>	<i>Матрица</i>	1															
A4		4	<i>ЗНТУ 292146.001.004</i>	<i>Обойма</i>	1															
A4		5	<i>ЗНТУ 292146.001.005</i>	<i>Плансон нижний</i>	1															
			<i>ЗНТУ 292146.001.000 СБ</i>																	
			<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Прессформа на статор Збірне креслення</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>						
			<i>Разраб.</i>	<i>Коломоець</i>											1					
			<i>Проб.</i>	<i>Матюхін</i>																
			<i>Н.контр.</i>	<i>Матюхін</i>																
			<i>Утв.</i>	<i>Широкобаков</i>																

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.	
							Справ. №	Подп. и дата
				<i>Документация</i>				
A1			<i>ЗНТУ 042000.000 СК</i>	<i>Кинематическая схема пресс-автомата К8130</i>	1			
				<i>Сборочные единицы</i>				
		1		<i>Электродвигатель</i>	1			
		2		<i>Шкив</i>	1			
		3		<i>Клиноременная передача</i>	1			
		4		<i>Фрикционная муфта</i>	1			
		2		<i>Шкив</i>	1			
		6		<i>Цилиндрическая передача</i>	1			
		7		<i>Вал</i>	1			
		8		<i>Цилиндрическая передача</i>	1			
		9		<i>Зубчатая муфта</i>	1			
		10		<i>Вал</i>	1			
		11		<i>Цилиндрическая передача</i>	2			
		12		<i>Кулачок</i>	1			
		13		<i>Центральный стержень</i>	1			
		14		<i>Клин</i>	1			
		15		<i>Прессующая головка</i>	1			
		16		<i>Червячная пара</i>	1			
		17		<i>Колонки</i>	4			
		18		<i>Прессблок</i>	1			
		19		<i>Червячная пара</i>	1			
			<i>ЗНТУ 042000.002 СК</i>					
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Коломоець				Лит.	Лист	Листов
Пров.		Матюхін					1	2
Н.контр.		Матюхін				<i>ЗНТУ каф. ОМТ Група М-813</i>		
Утв.		Широкабоков						

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		20		Червячная пара	1		
		21		Червячная пара	1		
		22		Цилиндрическая передача	1		
		23		Шкив	1		
		24		Цилиндрическая передача	1		
		25		Шестерня	1		
		26		Вал	1		
		27		Червячное колесо	1		
		28		Червяк	1		
		29		Коническая передача	6		
		30		Червячное колесо	1		
		31		Червяк	1		
		32		Манометр	1		
		33		Карман	1		
		34		Насос	1		
		35		Клапан	1		
		36		Кран управления	1		
		37		Регулятор давления	4		
		38		Манометр	6		
		39		Влагоотделитель	1		
		40		Запорные муфтовые вентели	3		
		41		Клапан	1		
		42		Предохранительный клапан	4		
		43		Маслораспределитель	1		
		44		Рессивер	4		
		45		Предохранительный клапан	1		
		46		Командоаппарат	1		
		47		Пневмораспределитель	1		
		I		Главный вал	1		
		II		Промежуточный вал	1		
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЗНТУ 042000.002 СК		Лист
							Изм.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
АО			ЗНТУ 042000.001 В0	Пресс-автомат К8130 усилием P=100кН.		
<i>Сборочные единицы</i>						
		1		Стяжка	2	
		2		Станина	1	
		3		Пресс-блок	1	
		4		Муфта	1	
		5		Маховик	1	
		6		Электродвигатель	1	
		7		Корпус маховика	1	
		8		Тормоз	1	
		9		Рычаги регулирования	2	
		10		Панель управления	1	
		11		Панель датчиков	1	
		12		Центральный стержень	1	
		13		Бункер	1	
		14		Дозатор порошка	1	
		15		Ящик управления	1	
ЗНТУ 042000.001 В0						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Коломоець				
Проб.		Матюхін				
Н.контр.		Матюхін				
Утв.		Широкобаков				
				Прес-автомат К8130 усилиям P=100 кН Загальний вид		
		Лит.	Лист	Листов		
				1		
				ЗНТУ каф. ОМТ Група М-812		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<i>Документация</i>							
A1			<i>ЗНТУ ДПТОПМ.002 ВО</i>	<i>Планировка участка порошковой металлургии</i>	1		
<i>Сборочные единицы</i>							
		1		<i>Тара для хранения порошков</i>	1		
		2		<i>Стол</i>	3		
		2		<i>Дозатор весовой</i>	1		
		3		<i>Смеситель плужковый</i>	3		
		4		<i>Пресс-автомат К8130</i>	1		
		5		<i>Гидравлический пресс ДБ2432А</i>	1		
		6		<i>Пресс-автомат КА8128</i>	1		
		7		<i>Установка вакуумной пропитки маслом</i>	1		
		8		<i>Печь для спекания</i>	2		
		9		<i>Кран балка Q= 5 т</i>	2		
		10		<i>Кран-штабеллер</i>	2		
		11		<i>Склад готовой продукции</i>	1		
		12		<i>Устройство загрузки поддонов</i>	3		
		13		<i>Устройство выгрузки поддонов</i>	1		
		14		<i>Стенд для растаривания</i>	1		
		15		<i>Газобалонная станция</i>	2		
		16		<i>Стеллажи для пресс-блоков</i>	1		
ЗНТУ ДПТОПМ.002 ВО							
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инд. № подл.	Разраб.	Коломоець				Лит.	
	Проб.	Матюхін				Лист	
	Н.контр.	Матюхін				Листов	
	Утв.	Широкобаков				1	
Планування лабораторії порошкової металургії						ЗНТУ каф. ОМТ Група М-813	

Копировал

Формат А4

