

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини і пояснювальної записки.

Об'єм графічної (ілюстративної) частини кваліфікаційної роботи становить 16 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 76 друковану сторінку формату А4 (210×297).

В кваліфікаційній роботі нараховується 31 рисунок та 3 таблиці з даними. Використано 24 літературних джерела.

У даній кваліфікаційній роботі розглянуто питання розробки автоматизованої системи для формування фарфорової суміші із рідкої суспензії у масозаготівельному цеху фарфорового заводу. Для зменшення часу закачування фарфорової суспензії у камери фільтр– преса модернізовано мембранний насос. Для полегшення розвантаження фільтр –пресів розроблено пристрій звільнення плит фільтр–пресів від коржів фарфорової маси, та систему транспортування відфільтрованих коржів до місця подальшої обробки. Розроблено пристрій розвантаження вакуум–м'ялок, що дозволяє автоматизувати останній етап технологічного процесу.

Розроблено сучасну систему керування технологічним обладнанням, та інтерфейс зв'язку системи керування і технологічного обладнання.

Розробки розглянуті у даній кваліфікаційній роботі дозволяють повністю автоматизувати технологічний процес приготування фарфорової маси, готової до подальшої обробки (формування виробів).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1. Аналіз відомих технічних рішень	8
1.2. Обґрунтування актуальності вибраного напрямку розробки.....	13
2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	16
2.1. Сировина фарфорової промисловості.....	16
2.2. Загальна технологія виготовлення фарфорових виробів.....	19
2.3. Проектування оснастки для забезпечення автоматизації технологічного процесу	27
2.4. Технічне нормування розробленого технологічного процесу	29
2.5. Аналіз вихідних даних на проектування базового варіанту автоматизованої системи.....	33
2.6. Підбір серійного обладнання та уточнення компоновки автоматизованої системи.....	34
2.7. Вибір та розрахунок структурно-кінематичних схем одиниць нестандартного обладнання	36
2.8. Проектування та розрахунок вузлів	38
2.9. Розробка системи керування автоматизованою системою.....	57
3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	62
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ	66
4.1. Вимоги при гасінні електроустановок на автоматичній системі приготування фарфорової маси.....	66
4.2. Підвищення стійкості роботи об'єктів господарської діяльності в умовах дії електромагнітного імпульсу ядерних вибухів	69

4.3.Методи захисту від дії ЕМІ.....	71
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	75

ВСТУП

Сучасні досягнення науки та техніки дозволяють провести повну автоматизацію технологічного процесу підготовки фарфорового формоутворюючого розчину, завдяки використанню новітніх технологічних рішень.

Існує ряд загальних умов ефективності автоматизації в цілому і застосування обчислювальної техніки зокрема:

- автоматизація повинна мати комплексний характер, тобто охоплювати не окремі ділянки і сторони керування, а весь процес;
- показники оцінки і планування діяльності підприємства і критерії оптимальності економіко-математичних моделей повинні зацікавлювати
- колективи підприємств у використанні автоматизації;
- автоматизація ефективна і здатна розкрити додаткові резерви там, де всі можливості вичерпані, де є відповідно, елементарний порядок.

Велика частина економічного ефекту від автоматизації приходить на локальні автоматизовані системи управління, що вирішують задачі нижнього рівня по підтримці заданого чи оптимального технологічного режиму роботи обладнання, установок і ділянок фарфорового заводу.

Тому для більшості фарфорових заводів перспективні впровадження і більш повне використання локальної автоматизації, постійно удосконаленої у процесі розробки і застосування спеціальних вимірювальних пристроїв, відновлення елементної бази, впровадження мікропроцесорних засобів керування.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз відомих технічних рішень

Обезводнення фарфорової суспензії широко застосовується на фарфорових заводах для часткового видалення води з метою отримання матеріалу з вологістю, при якій можлива подальша обробка або формування виробів.

Обезводнювати суспензію можна наступними способами:

- механічним у фільтрах–пресах із тканини;
- електрокінетичним – накладання зовнішнього електричного поля, що переміщує молекули води до електродів;
- термічне обезводнення – розпилення фарфорової суспензії у камері з підігрітим повітрям

У фарфоровій промисловості найбільше поширення здобули фільтр–преси.

Фільтр – преси належать до механічних пресуючих апаратів з фільтрами із тканини, що працюють під відносно великим тиском. Маса, із вмістом більше 40 % води, подається насосом у камери фільтр–преса, де під тиском 0,6 – 1,2 МПа проходить фільтрація та видалення фільтрату через фільтри. Отримані, при цьому, в камерах коржі із вологістю 16–25 % періодично видаляють із камер фільтр–преса [1].

Розрізняють такі види фільтрів–пресів:

- рамні;
- камерні;
- ручні;
- автоматичні;

В рамному фільтр–пресі (рис. 1.1) камери створюються рамами, на які надіті фільтруючі полотна 2. Рідка суспензія, крізь отвори 3, поступає у камеру 5.

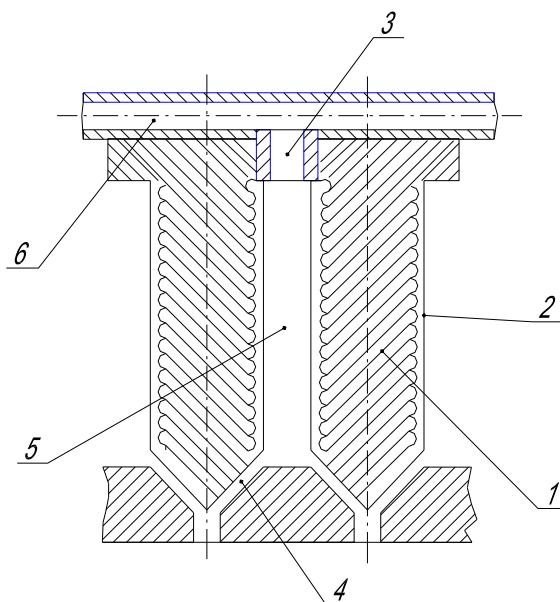


Рисунок 1.1 - Рамний фільтр–прес

При видаленні вода стікає крізь отвори 4. Рідка суспензія поступає в камери по трубопроводу 5 [4].

В камерному фільтр–пресі, який найчастіше застосовується для фільтрації фарфорових суспензій (рис. 1.2), камери 1 створюються плитами 2, на які надягнуто фільтруюче полотно 3.

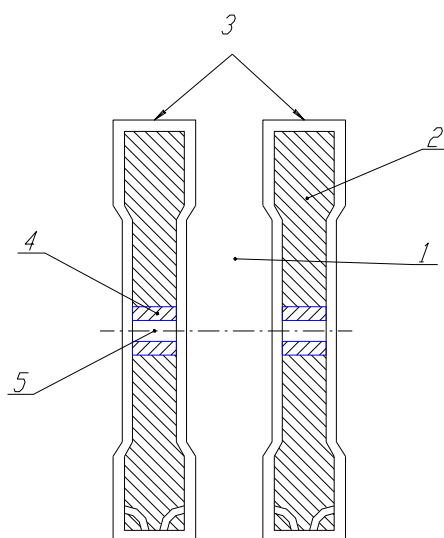


Рисунок 1.2 - Камерний фільтр–прес

Для подачі суспензії у камери фільтр – преса використовують отвори 5. Видалення фільтрату здійснюють крізь отвори 6 [4]. У плитах фільтр–пресів, у зоні камер нарізані канавки, по яких фільтрат стікає до видаляючих отворів.

Камерний фільтр–прес (рис.1.3) складається із станини, яка в свою чергу складається із двох чавунних П – подібних стояків 1, з'єднаних між собою штангами 2.

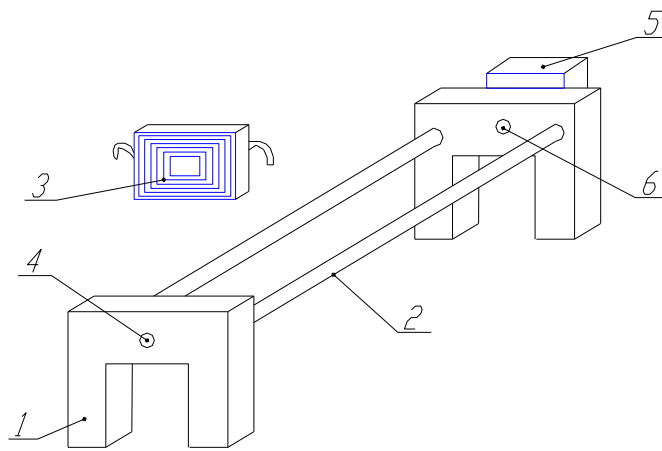


Рисунок 1.3 - Камерний фільтр–прес

На штангах висять щити 3. Затиск та розтиск щитів здійснює електромотор через редуктор 5, з допомогою гвинтової пари 6. Суспензію подають у камери фільтр–преса крізь отвір 4. Перед подачею суспензії плити з полотнами затискають гвинтом, або гідравлічним, або іншими типами затворів [4].

Плити бувають круглі та квадратні. У пресах з квадратними плитами, економініше використовується поверхня тканини, але в круглих плитах нема кутів, віддалених від центральних отворів, тому в таких плитах досягається більш рівномірне фільтрування рідинної суспензії.

Більш рівномірні умови фільтрації мають камерні фільтр – преси, у яких отвір подачі суспензії розташований посередині плити.

При діаметрі плити більше 800 мм великі частини обтяжуючих матеріалів осідають і маса розшаровується. Крім того на обслуговування фільтр–преса витрачається більше зусиль.

Плити з закріпленими на них полотнами утворюють камери з центральним каналом, крізь який суспензія від насоса попадає в камери. Після заповнення камери суспензією тверді частини осідають на полотнах, а фільтрат крізь пори твердого осадку та полотна по концентричних борознах плит та радіальних канавках виходить з преса.

Для фільтрації маси у фільтр–пресах застосовують спеціальні тканини із синтетичних матеріалів або діагональ. Для збільшення терміну служби їх просочують мідним купоросом.

Відфільтровані коржі фарфорової маси товщиною 20 – 40 мм мають вологість 17-24 %, навколо отвору витікання фільтрату вологість сягає 35%.

Продуктивність фільтр–преса визначається його конструктивними розмірами, кількістю фільтруючих плит, властивостями рідкої суспензії, якістю полотен.

Наповнення фільтр–преса фарфоровою масою триває 2 – 5 годин. Для скорочення часу наповнення, рідку суспензію підігрівають до 50-60°C. Фільтр – прес заповнюють поступово піднімаючи тиск, інакше можливі розриви полотен.

Як зазначалось вище, відфільтровані коржі мають нерівномірну вологість та концентрацію складових речовин у різних частинах камерного простору. Їх форма не підходить для формування виробів. Потрібна подальша обробка.

Вакуумування (видалення повітря) керамічних мас широко застосовується у фарфоровій промисловості для надання масі однорідності та пластичності.

Незважаючи на підвищену витрату енергії у вакуум – пресах (на 5-6 % більше ніж у звичайних стрічкових) вони частіше застосовуються у фарфоровій промисловості завдяки високій якості вихідного матеріалу.

По структурній компоновці поділяються на:

- вакуум–прес з камерою попереднього пресування в одному циліндрі;
- вакуум–прес з камерою попереднього пресування та вакуумування зверху.

Схематично структура пресів наведена на рис. 1.4.

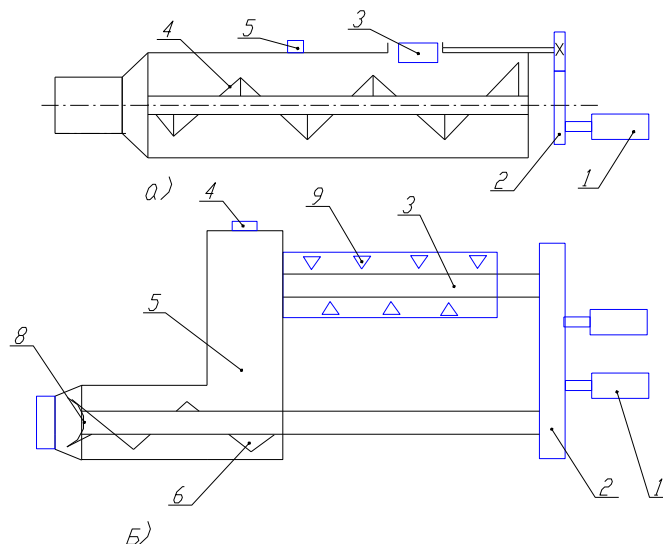


Рисунок 1.4 – Типи вакуум-пресів

- а) вакуум–прес з камерою попереднього пресування в одному циліндрі;
- б) вакуум – прес з камерою попереднього пресування та вакуумування зверху

Вакуум–прес з камерою попереднього пресування в одному циліндрі: електродвигун 1 через систему зубчатих коліс 2 передає обертовий рух на дозуючий пристрій 3. Маса поступає на вал 4, що пресує її. Відсос повітря здійснюється крізь трубу 5. Ця конструкція вакуум – преса характеризується простотою та є більш енергозберігаючою. Але великим недоліком є те, що добре вакуумуються тільки верхні прошарки маси.

Вакуум – прес зображений на рис.1.4, б працює наступним чином. Верхня камера виконує роль дозатора та попереднього насоса насоса-преса. На валу 3, що обертається від електродвигуна 1 по системі зубчатих коліс 2, має лопатний гвинт 9 та черв'ячний гвинт 7, що виконує функцію ізолювання розрядженої

камери 5. Розрядження камери здійснюється через відсосну трубу 4. Далі пластівці маси попадають на черв'ячний гвинт 6, що здійснює їх пресування.

В обох випадках відпресована маса подається в циліндричній формі на вихід вакуум – преса 8.

Останнім часом у фарфоровій промисловості широко застосовують різновид вакуум–преса – вакуум-м'ялку. У виробництві фарфору вакуум-м'ялки забезпечують не тільки якісну вакуумну обробку маси, але й вирівнюють її гранулометричний склад та вологість, також протягують – формують достатньо щільні та однорідні заготовки (напівфабрикати) придатні для формування виробів. Схематично вакуум-м'ялка має таку ж саму будову, як вакуум-прес на рис 1.4, б, але на валу 3, замість лопастного гвинта знаходиться черв'ячний гвинт [3].

У якості системи керування технологічним процесом можуть виступати:

- система з використанням ЕОМ (ПК);
- спеціалізовані системи керування технологічним процесом;
- індивідуально розроблена система керування.

1.2 Обґрунтування актуальності вибраного напрямку розробки

Обслуговування існуючих моделей обладнання вимагає значних фізичних зусиль. Наприклад, при розвантаженні фільтр-преса зайняті двоє робітників (більша кількість обмежена доступом до машин). На протязі 20-30 хв. робітники пересувають плити вагою 95-183 кг. Ще двоє, троє робітників транспортують коржі до вакуум-м'ялок. Двоє робітників обслуговують вакуум-м'ялку (4 робітника для двох вакуум-м'ялок). Оскільки масозаготівельний цех працює у дві зміни то потрібно вісімнадцять фізично сильних робітників.

Відомо, що операція фільтр–пресування займає 2-4 год., з яких обслуговуючий персонал зайнятий лише 20-30 хв. Нераціональне використання робочої сили та фізично-тяжкі умови роботи говорять про актуальність проблеми автоматизації технологічного процесу масозаготівельного цеху фарфорового заводу.

Обґрунтуємо вибір технологічного обладнання.

Вибираємо пристрій для обезводнення маси. Будемо відштовхуватись від якісних та економічних показників різних типів обладнання. Наведемо показники споживання енергії для різних типів обезводжувального обладнання.

Таблиця 1.1 – Показники споживання енергії для різних типів обезводжувального обладнання

Види обезводнення	Витрат енергії (кВт*г/кг)
1. Механічне обезводнення	0,001-0,002
2. Електричне обезводнення	0,1-0,2
3. Електро-кінетичне обезводнення	0,12-0,21
4. Термічне обезводнення	0,85-1,2

Як видно з таблиці 1.1 найекономічніший метод – механічний, тобто застосування фільтр-пресів. Вимоги до якості при механічному фільтруванні задовольняються (вологість 19-24%). При термічному обезводненні досягається більша рівномірність хімічно-фізичного складу маси. В обох випадках для видалення повітряних бульбашок застосовується подальша обробка маси у вакуум-м'ялках, де і вирівнюється неоднорідність маси після механічного видалення вологи.

У виборі пристрою вакуумування скористаємось: по-перше – світовою тенденцією до застосування вакуум-м'ялок, по-друге – наявністю саме їх на базовому підприємстві, по-третє – більш високою якістю обробки маси у вакуум-м'ялках.

При застосуванні ефективної системи керування технологічним обладнанням можемо досягнути:

- виключити випадкові простої технологічного обладнання;
- чіткіше організувати роботу усіх пристроїв;
- більшої гнучкості виробництва, а саме: швидка заміна керуючої програми при зміні технологічного процесу чи внесення в нього змін;
- полегшення роботи обслуговуючого персоналу автоматичної ділянки.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Сировина фарфорової промисловості

Фарфорові вироби складаються з основної фарфорової маси та покриваючого скловидного прошарку – глазури. Дані складові складаються з наступних компонентів:

Фарфорова маса складається з:

1. каоліну, біловипалюваного вищого, або першого ґатунку;
2. пластичної вогнетривкої біловипалювальної глини вищого, або першого ґатунку (бентоніт);
3. кварцових матеріалів (жильний кварц, кварцовий пісок, каолінові відходи);
4. польовий шпат та пегматит;
5. черепа фарфорового 1-го та 2-го обпиків.

Фарфорова глазур складається з [1]:

- 1) каоліну вищого або першого ґатунку;
- 2) кварцу (жильного, або кварцового піску);
- 3) польового шпату, або пегматиту;
- 4) карбонатів (доломит, крейда, мармур);
- 5) черепа фарфорового.

Ці складові фарфору в інших пропорціях дають матеріали з іншими властивостями. На рис.2.1 подана система розташування силікатних матеріалів у системі $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ [2].

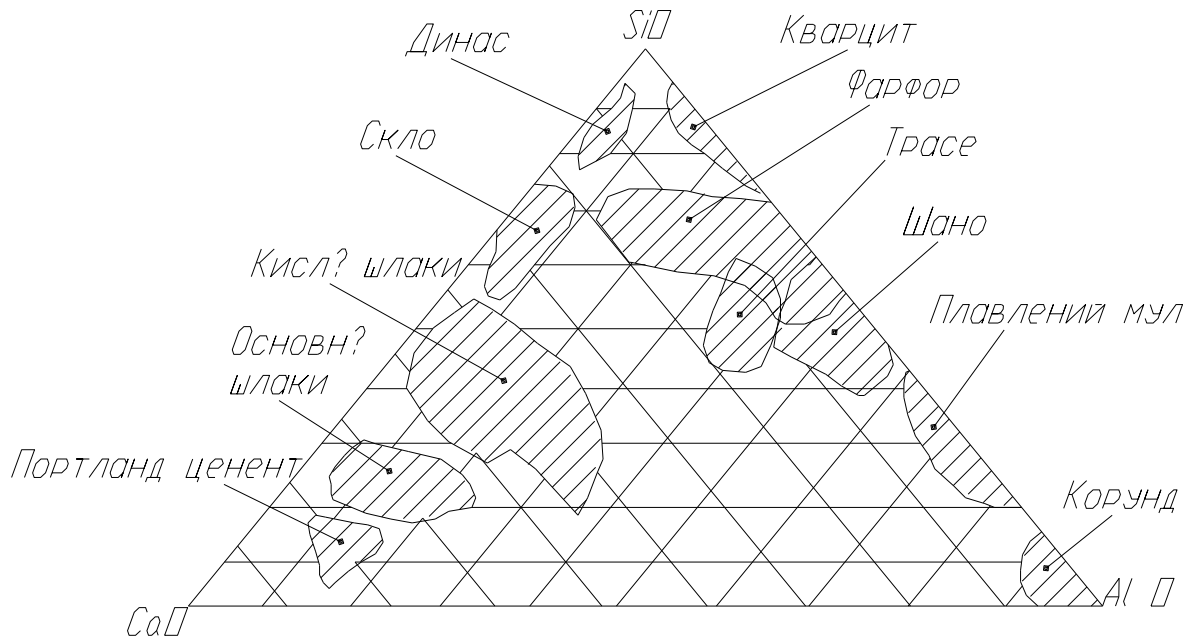


Рисунок 2.1 - Система розташування силікатних матеріалів

Наведемо коротку характеристику та опис складових фарфору.

Глинами називаються дрібнозернисті полімінеральні суміші, що утворюють з водою пластичне тісто, яке зберігає надану йому форму після висихання, та набирає міцності каменя після обпикання. Глини поділяються на вогнетривкі (температура опіку 1580°C та більше), тугоплавкі (1350 - 1580°C), та легкоплавкі (1350°C та менше). Глини складаються із глинистих матеріалів та домішок [2].

Глиняні матеріали поділяються на декілька груп.

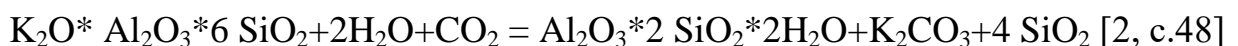
Каолінова група матеріалів складається з макріта, диккіта, аноксита.
Каолініт – $Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2H_2O$.

Теоретичний склад: Al_2O_3 – 39,48 %

По масі: SiO_2 – 46,6 %

H_2O – 13,02 %

Каолініт – продукт розпаду польового шпату та слюд:



Густина каолініту 2109-2508 кг/м³. Діаметр частинок 1-3 мм. Каолініт не набухає у воді та має малі адсорбуючі властивості. У накрита та дикрита хімічний склад як і у каолініта.

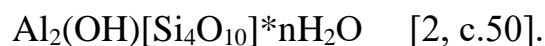
Глазурит – $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$. Густина 2000-2200 кг/м³. У воді не набухає.

Метаглазурит – обезводнений глазурит.

Мінерали алофанової групи більшою частиною аморфні. Мають вигляд склоподібних мас, та порошків. Характеризуються непостійним відношенням $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$ та вмістом 30-38 % води.

Моніморіломітова група – включає ряд мінералів різного хімічного складу, однакових за структурою. Характеризуються здібністю набухати при контакті з водою.

В ідеальному випадку моніморіломіт має структуру формулу:



Гідро слюдяні матеріали (ілліти) це перехідні від гідрослюд до мінералів, з яких утворюються глини.

Хімічний склад глин буває різним, але для всіх: SiO_2 – 50-80%

Каолін – глиниста порода, що належить до каолінітів. Описана вище. Каолін часто світлий, або білий. Каолін основна сировина фарфорової промисловості.

Бентоніт – глиниста порода. Відрізняється високою пластичністю та адсорбуючими властивостями. Вводом бентоніту у склад фарфорової маси досягається різне підвищення пластичності, збільшення механічної міцності висушених виробів, зниження температури обпіку, підвищується прозорість виробів.

Польовошпатові породи – досить поширені природні матеріали. Всі польові шпати поділяються на 4 групи.

Ортоклази – калієві польові шпати. Хімічна формула: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Альбіти – натрієві польові шпати. Хім. формула: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

Анортити – кальцієві польові шпати. Хім. ф-ла: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$

Плагіоклази – вапняково – натрієві польові шпати.

Густина польових шпатів коливається у межах 2500-2800 кг/м³

Застосування польового шпату у силікатній промисловості обумовлюється його здібністю плавитися при температурі 1200°C та діяти на інші матеріали подібно плавню, або флюсу.

Польовий шпат має домішки кварцу, слюди, окисів заліза. Слюда та окиси заліза видаляються після помолу у водяній суспензії.

Пегматити – жильні, велико кристалічні породи, складені польовими шпатами та кварцем. Пегматити застосовуються для надання прозорості виробам із фарфору.

Кварц (SiO_2) та фарфоровий череп належать до збіднюючих матеріалів. Вони знижують вологість (адсорбуючі властивості) фарфорової маси, зменшують час висушування.

2.2 Загальна технологія виготовлення фарфорових виробів

На рисунку 2.2 показано загальний вигляд автоматизованого комплексу підготовки фарфорового формоутворюючого розчину.

2.2.1 Первинна обробка сировини

Первинна обробка сировини полягає у сортуванні та промивці сировини. На рис. 2.3 наведена схема попередньої обробки.

Кускові та кам'янисті матеріали промивають у миючому барабані, або шлангом. Кусковий кварц та польовий шпат для полегшення дробління обпікають в печах при температурі 850°-900°C в окисленному середовищі, а потім подрібнюють у щоківних дробилках.

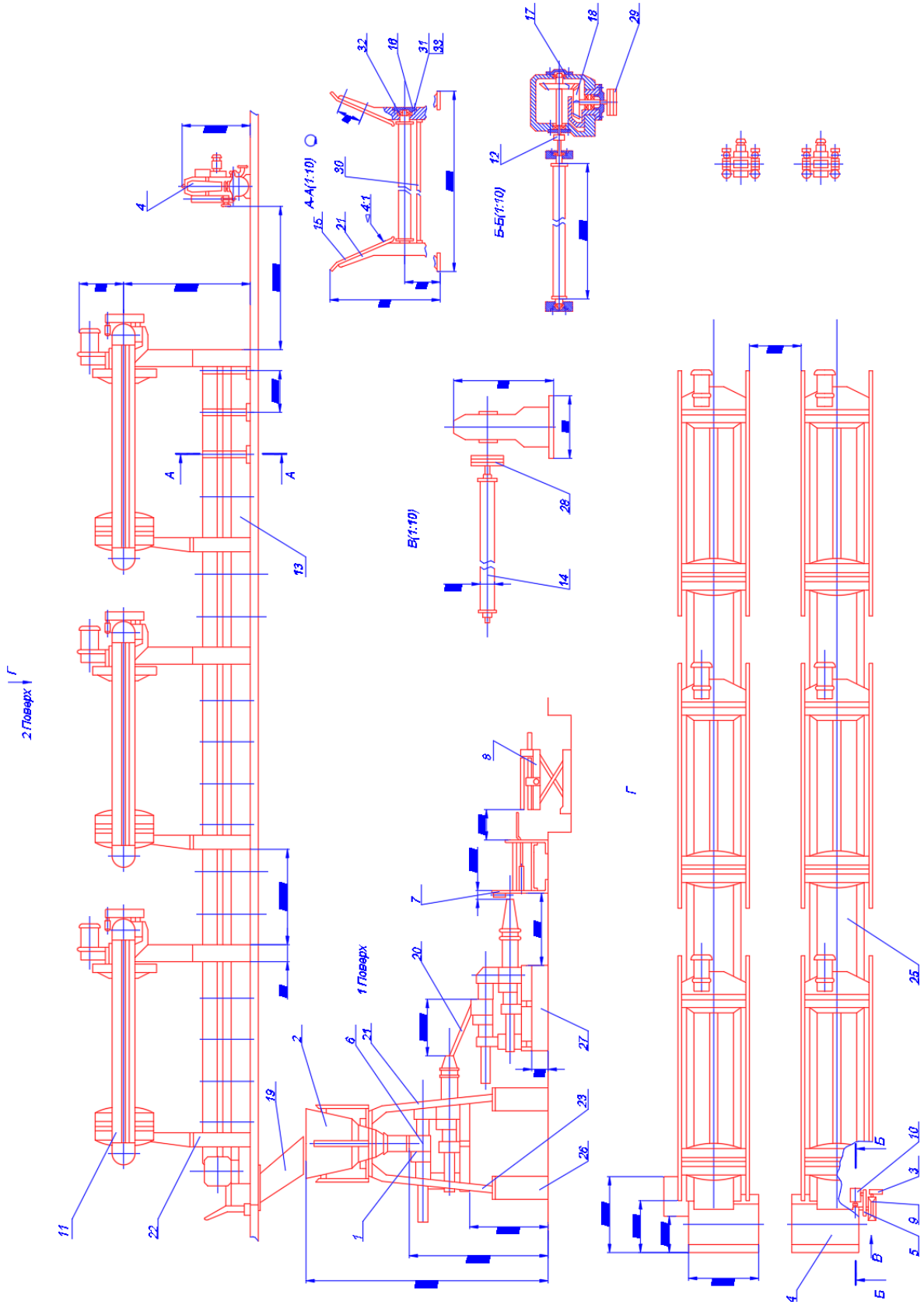


Рисунок 2.2. Загальний вигляд автоматизованого комплексу підготовки фарфорового формуючого розчину

Для дрібнішого помолу використовують барабанні або колісні млини. Контроль якості помолу здійснюють просіванням через сито № 1,25 або 0,9. На магнітному сепараторі сировина позбувається залізних (Fe, Fe₂O₃) домішок.



Рисунок 2.3 – Первинна обробка сировини

2.2.2 Приготування фарфорової суспензії

Збіднюючі та глиноземні матеріали дозують з встановленою похибкою 3-4% згідно рецепту, визначеного враховуючи стан вихідних матеріалів.

Тонке подрібнення кам'янистих матеріалів здійснюють у шарових подрібнювачах, футованих з середини кремнієвими, силікатними, уралітовими, або резиновими брусками.

Як сировина, що здійснює помол, використовують кремнієву гальку, або фарфорові кульки. В процесі помолу кам'янистої сировини вносять 4-6% глиняних.

Глинисту сировину та обрізки змочують у воді, а далі з'єднують із сипучими матеріалами у бункерах, об'єднаними лопатними або пропелерними гвинтами. Каолін розпускають 2-4 г до досягнення вологості менше 70%, глину 4-5 г до вологості менше 75%, сушняк 1-2 г – менше 65%.

Ситове збагачення розведених матеріалів проводять крізь сітку №02.

Розчин фарфорової суміші, що надходить із змішувачів збагачують послідовно на ситовому та магнітному пристроях збагачення. Потім суспензію подають у розхідні бункера, де її для полегшення подальшої обробки підігрівають до 45°C.

Обезводнення суспензії до 18-24% проводять на фільтр пресах періодичної дії, обладнаних гідравлічними, або механічними затворами.

Затиск щитів на пресах періодичної дії проводять при питомому тиску 12-15 МПа. Суспензію в фільтр–прес закачують насосами безперервно, поступово піднімаючи тиск до 2 МПа. Завершення стікання ретурних вод та відносно потрібного стану сировини, час фільтрування коливається від 2 до 5 год. Як фільтруючу тканину використовують синтетичні матеріали, що оброблені дубильними речовинами. Обезводнену масу проминають у вакуум–м'ялках, після чого відстоюють протягом 10 діб у масозберігачах.

При відсутності на підприємстві масоскладу, та умов довгого зберігання у приміщеннях з підвищеною вологістю, вилежування можна замінити двох – трьох кратним промином у вакуум – м'ялках.

Тиск при першому проміні 850 ГПа, при другому 940 ГПа.

Схематично процес зображено на рис.2.4

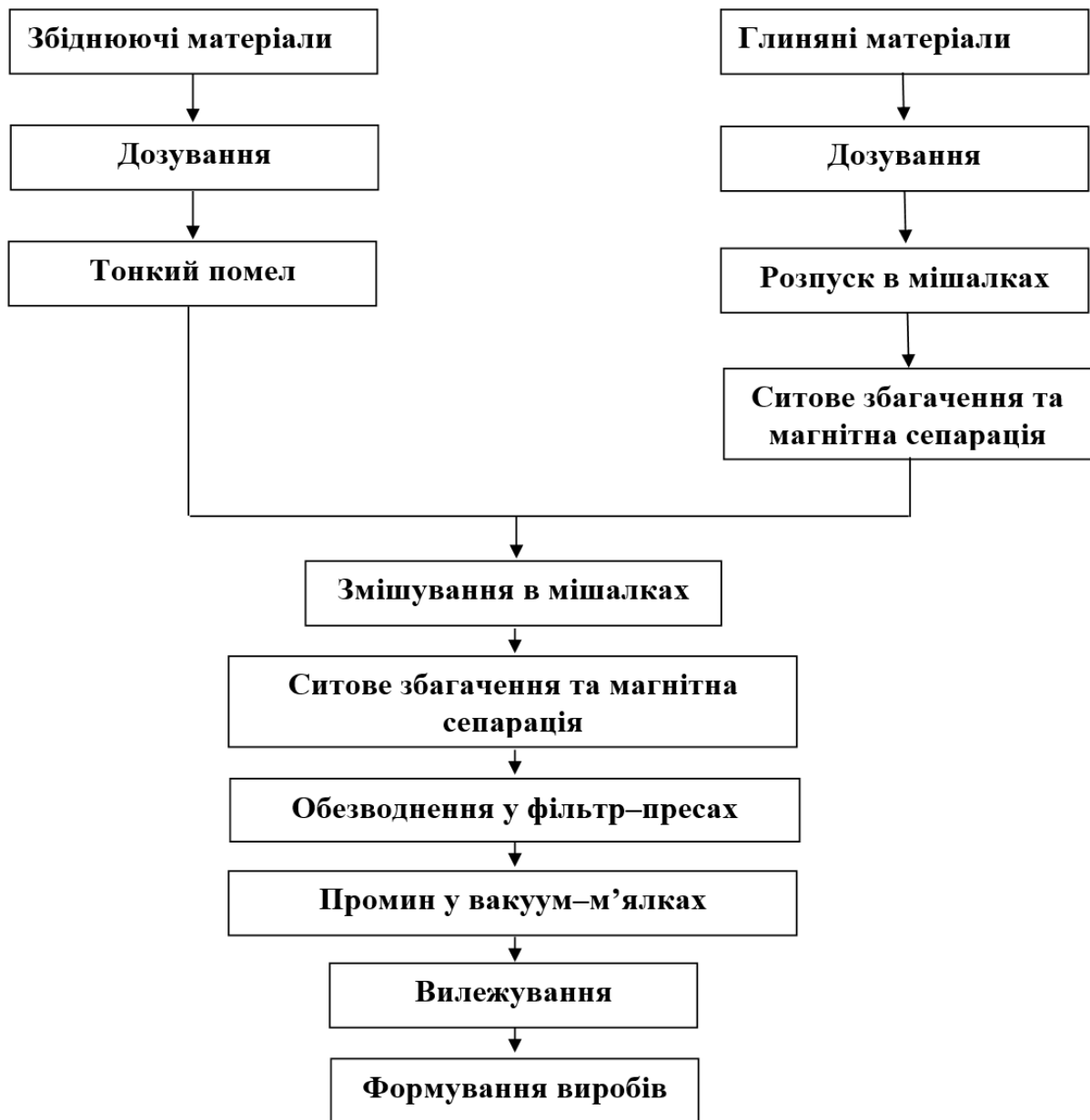


Рисунок 2.4 – Формування фарфорової маси

2.2.3 Приготування фарфорової глазури

Схематично процес приготування фарфорової глазури зображено на рисунку 2.5.

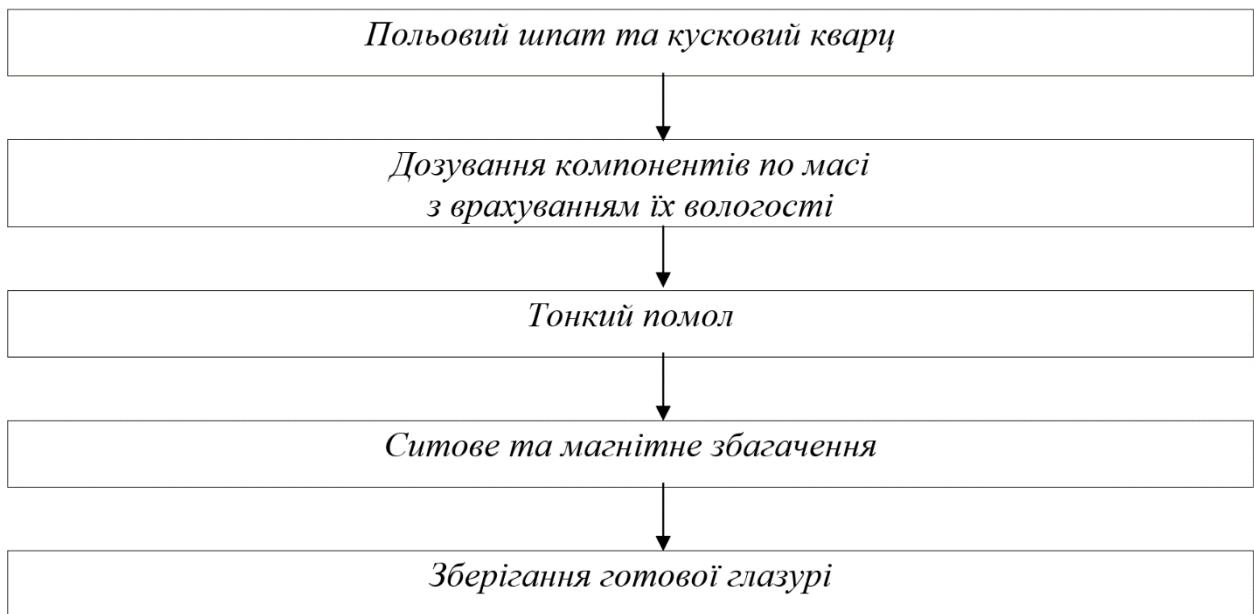


Рисунок 2.5 – Процес приготування фарфорової глазури

Компоненти глазури попередньо промивають водою та обпікають в печах барабанного типу або горнах при температурі 900-1000°C – шпат, 1250-1280°C кварц.

Дозування (по масі) компонентів ведуть з абсолютною похибкою $\pm 2\%$.

При зберіганні глазури її безперервно розмішують. Температура зберігання глазури 40-50°C [1]

2.2.4 Формування виробів

Вибір способу формування фарфорових виробів визначається їх формою, складністю геометричних форм та хімічним складом маси. Існують такі способи формування фарфору:

- формування із пластичних мас;
- відливка із шлікера у гіпсові форми;
- пресування із сипучих порошків

Формування виробів із пластичних мас – основний спосіб.

Перевага цього способу полягає у можливості формування виробів круглої форми у короткий проміжок часу з найменшими витратами енергії.

Відливка з рідкого шлікера застосовується у випадках, коли виріб має складну геометричну форму і не може бути отриманий іншими способами. Шлікерне лиття базується на властивості гіпсу поглинати вологу.

Після надання виробу форми (відливка або формування із пластичної маси) вироби піддаються оправці. Оправка полягає у знятті заусенець та нерівностей, їх зачистці та обдувці [1].

Пресування виробів (сухе формування) полягає у таких операціях, див. рисунок 2.6.

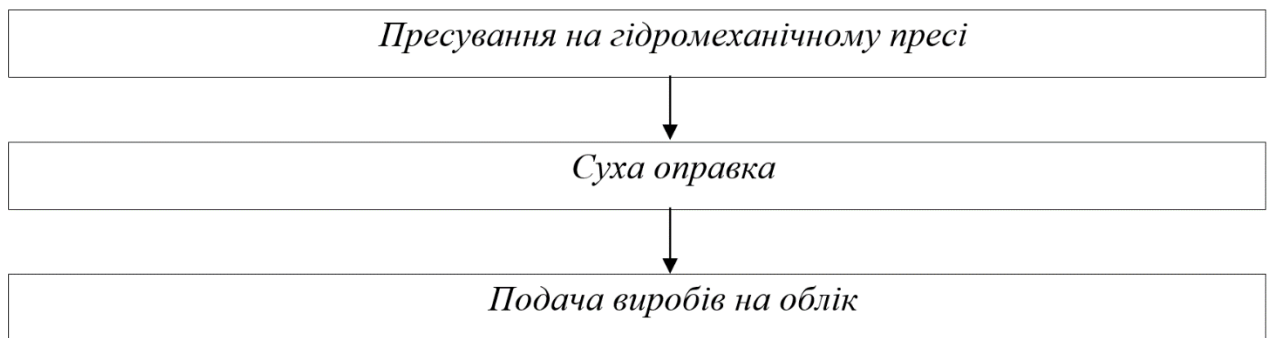


Рисунок 2.6 – Пресування виробів

2.2.5 Сушка та обпик

На фарфорових заводах напівфабрикати сушать для видалення води та надання виробам міцності. Процес проходить у сушках різних конструкцій.

Тривалість процесу сушки визначає кількість води, що має випаритись

$$W = \tau k F (p_n - p_n) \frac{760}{P_6}$$

де W – кількість води, що має випаритись, г.

τ - тривалість сушіння, год.

k – коефіцієнт залежності випаровування від швидкості випаровування газів (при $b < 2$ м/с, $k = 33$ г/м²)

F – поверхня випаровування, м²

p_n – тиск насиченої водяної пари, Па.

p_b – барометричний тиск атмосфери, Па

Обпiк здiйснюється у такiй послiдовностi.

Перший обпiк: за температури 800-1000°C на роликкових, або конвеєрних печах.

Другий обпiк: остаточний обпiк за температури 1320-1410°C. При другому обпiку фарфоровi вироби набувають потрiбних їм фiзичних та механiчних властивостей.

2.2.6 Декорування та глазурування

Декодер – речовина, що складається із плавкого флюсу, клейких та фарбуючих речовин.

Декодери бувають надглазурні та підглазурні. По способу нанесення (глазури) декодера розрізняють такі:

- ручний розпис
- аерофотографія (напилення по шаблону);
- декорування з допомогою штампа.

Глазурування та декорування здійснюють після першого обпiку. Глазур наноситься вмоканням черепа в глазурну суспензію, або її напиленням на фарфоровий череп.

2.3 Проектування оснастки для забезпечення автоматизації технологічного процесу

Мембранний насос (рис. 2.7) закачує фарфорову суспензію при вологості 70-80 % у камери фільтр-преса, поступово збільшуючи тиск від 1 до 17 атм. При досягненні 17 атмосфер мембранний насос витримує даний тиск протягом 15 хв.

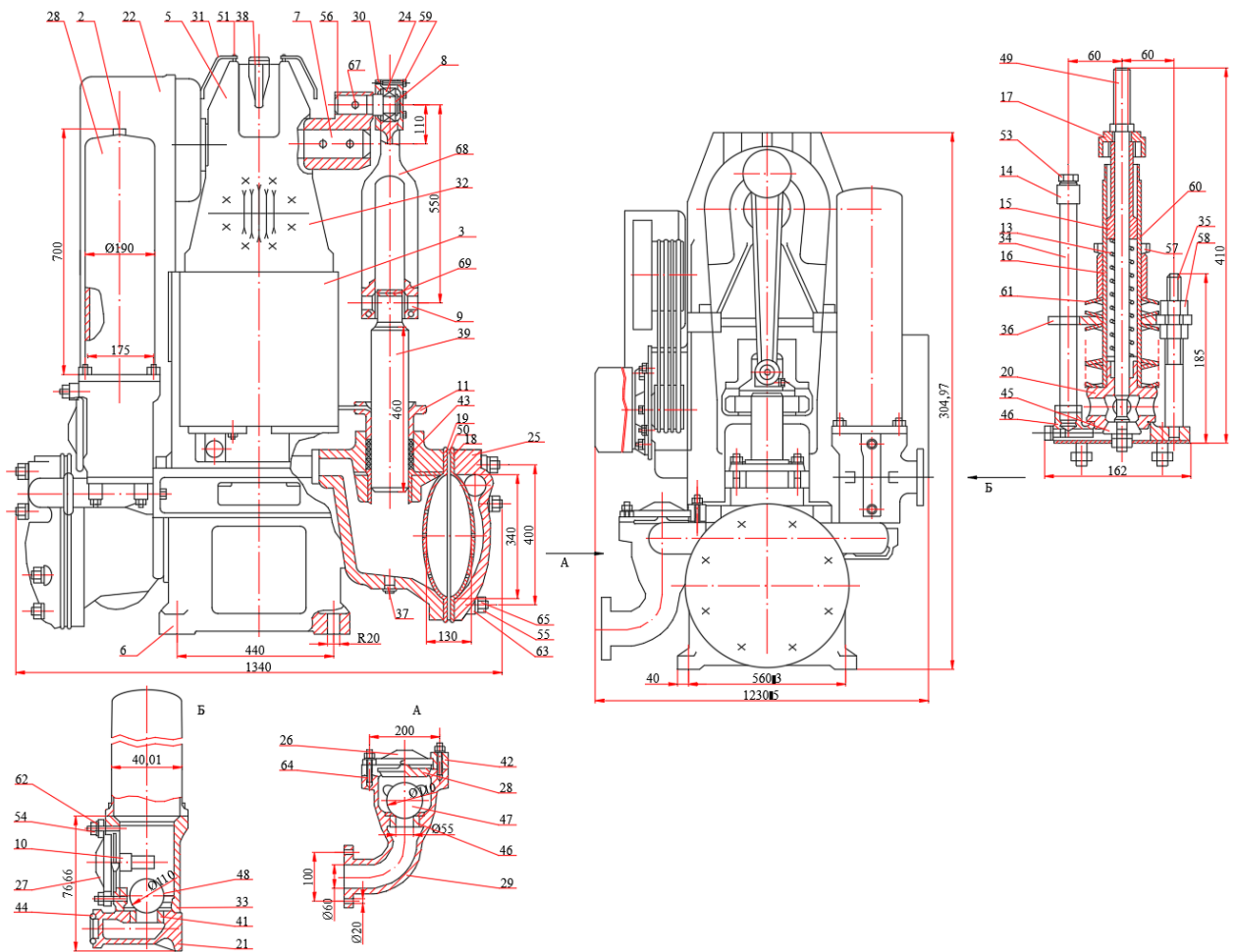


Рисунок 2.7 – Складальне креслення мембранного насосу

Для контролю тиску у повітряні ковпаки насоса вмонтовуємо тензометричний давач тиску, що подає необхідні сигнали до системи керування.

На рисунку 2.8 показано складальне креслення фільтр-преса.

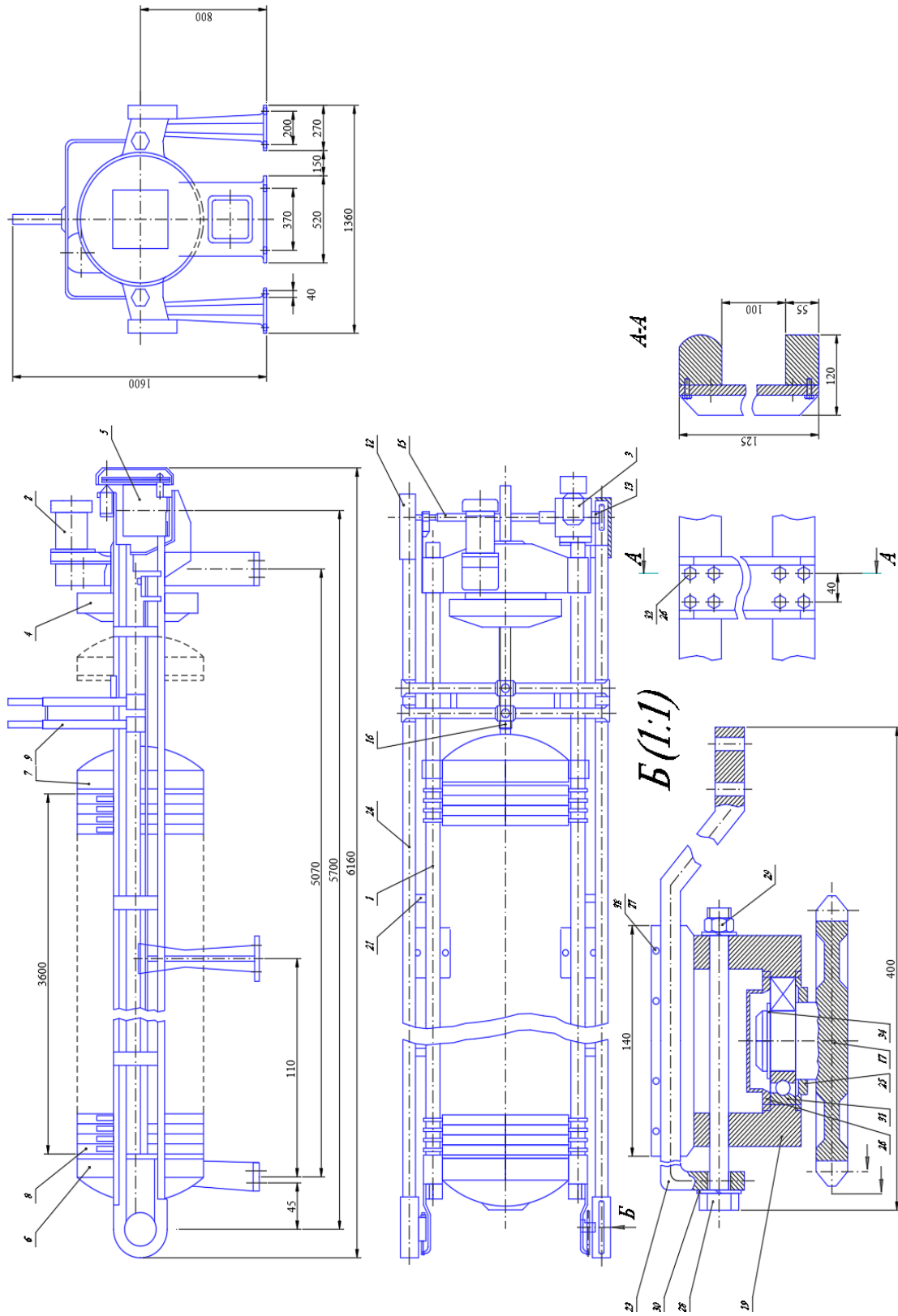


Рисунок 2.8. Складальне креслення фільтр-преса

Для розвантаження фільтр–преса застосуємо такий пристрій (рис. 2.9): на двох стояках, розташованих на відстані 400 мм. один від одного. На кожному стояку кріпиться пневмоциліндр, що лопаткою видаляє фарфорові коржі із камер фільтр-преса.

Даний пристрій пересувається по балках фільтр-преса за допомогою електричного двигуна через ланцюгову передачу. Величина пересування пристрою керується контактним давачем на пристрої звільнення. Давач реагує на позначки опорної балки фільтр-преса. Плити фільтр-преса підтягуються двома пневмоциліндрами, закріпленими на основі звільнюючого пристрою.

Видалені коржі маси стрічковим транспортером подаються до накопичуючого вібробункера. З вібробункера крізь дозатор фарфорова маса при вологості 18-24% подається у вакуум-м'ялки. У нашому випадку застосуємо систему із двох вакуум-м'ялок, що дає можливість не застосовувати вилежування маси. Тиск у першій вакуум-м'ялці – 850 ГПа, у другій – 940 ГПа. Перша вакуум-м'ялка розташована на півтора метри вище за другу, і вихід з першої вакуум-м'ялки направлений на вхід другої.

Розвантаження вакуум-м'ялок здійснює автоматичний пристрій (рис. 2.10) за таким принципом: на підйомнику (підйомник робота „Універсал - 5”) встановлені дві платформи. Верхня платформа рухається поздовжньо напрямку руху маси, нижня поперечно. Підтримування циліндричного куска маси на виході вакуум-м'ялки здійснює пневмоциліндр з вилкоподібним кронштейном, закріпленим на кінці його штока. Відрізання маси здійснює пневмоциліндр, на початку стола струнним ножом, закріпленим на кінці його штока.

2.4 Технічне нормування розробленого технологічного процесу

У даній кваліфікаційній роботі розроблено автоматизовану систему приготування фарфорової маси, готової до формування виробів із рідкої суспензії.

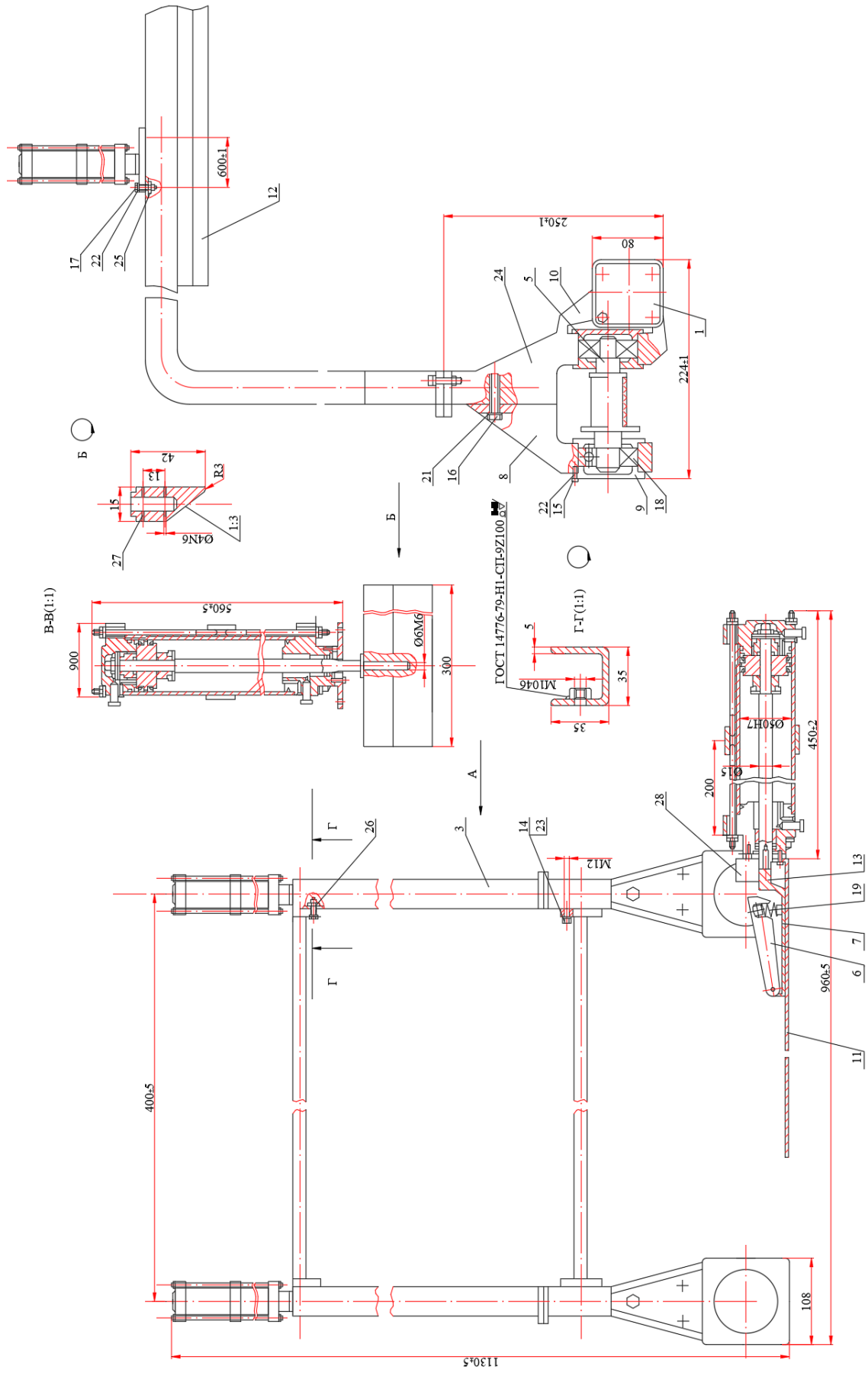


Рисунок 2.9. Розвантажувач фільтр-преса

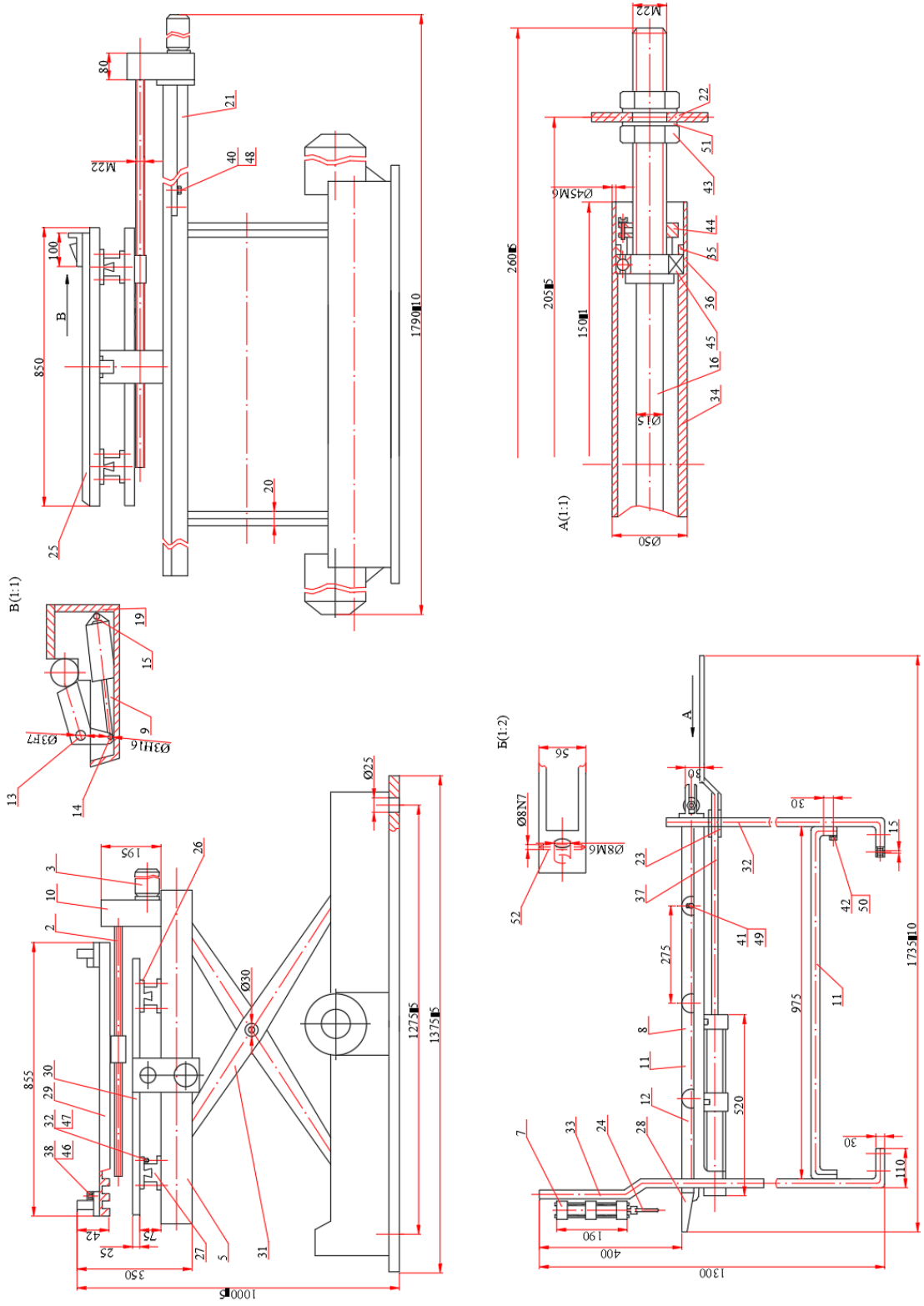


Рисунок 2.10. Розвантажувач вакуум-м'ялук

Провести точний розрахунок часу збезводнення суспензії на фільтр-пресі неможливо. Час збезводнення складається з часу витікання вільної води, та води, що знаходиться у хімічному зв'язку із складовими фарфорової маси ($\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і т.д.)

Впродовж цього часу мембранний насос закачує суспензію у камери фільтр-преса, поступово збільшуючи тиск від 1 до 17 атмосфер. При досягненні 17 атмосфер, робота насоса триває до 15 хв.

По закінченні фільтр-пресування задня опорна плита фільтр-преса від'їжджає на 400 мм і починає працювати пристрій звільнення плит від фарфорової маси. Цикл звільнення однієї камери – 6 с. Тоді звільнення камери (T_k) триває:

$$T = n \cdot t = 6 \cdot 60 = 360 \text{с} = 6 \text{хв}$$

Упродовж часу $T_k + 1 \text{хв}$ працює транспортер.

Продуктивність вібробункера відповідає продуктивності вакуум-м'ялок:

$$Q_{\text{вібр}} = Q_{\text{в-м}} = 2000 \text{ [кг/год]}$$

Робота системи вакуум-м'ялок триває впродовж:

$$t_{\text{вм}} = (m/Q) = (6 \cdot 0,9 \cdot 2200) / 2 = 3 \text{ [год]}$$

трьох годин. Оскільки система вакуум-м'ялок обслуговує дві системи фільтр-пресів, то:

$$T_{\text{вм}} = 2 \cdot t_{\text{вм}} = 6 \text{ [год]}$$

шести годин за зміну. Такий час вибрано з умови зменшення часу простою, та раптового збільшення продуктивності систем фільтр-пресів.

З метою зменшення розмірів вібробункера, часи технологічних операцій двох систем фільтр-пресів не співпадають на 2 години. На всю операцію фільтр-пресування відводиться 4 год.

Упродовж роботи системи вакуум-м'ялок працює пристрій розвантаження вакуум-м'ялок.

2.5. Аналіз вихідних даних на проектування базового варіанту автоматизованої системи

Задана продуктивність автоматизованої системи 32,4 м³/год. За основу беремо мембранні насоси німецької фірми „Abel” моделі MP 7.1/20 D. Модернізуючи даний насос можна досягнути більшої продуктивності, за рахунок конструктивних змін розмірів вузлів та встановленням потужнішого двигуна.

Один мембранний насос обслуговує три фільтр-преси.

У базовому варіанті використано фільтр-преси ФОМ 52 – 1У – 01 (ФКІМ_м – 800 – 133у). На даній моделі фільтр-преса передбачено механізм пересування плит, але зняття фарфорових коржів здійснюється вручну. Тому механізм пересування плит демонтовано, в зв'язку з небезпекою травматизму робочого персоналу.

Для використання запропоновано допоміжне обладнання. В результаті запровадження пристрою звільнення плит від фарфорових коржів можна звільнити від важкої фізичної праці робітників, що пов'язано з підвищеним травматизмом робочого персоналу.

Подальша обробка маси проходить у вакуум-м'ялках німецького виробництва „КЕМА Машинбауер LTD”. Продуктивність даних вакуум-м'ялок становить 8 Т/год., що значно перевищує продуктивність системи фільтр-пресів та потребує додаткових накопичуючих пристроїв.

При використанні даних вакуум-м'ялок будуть прості обладнання в розмірі 4 – 5 год. Тому, при модернізації зменшено продуктивність вакуум-м'ялок.

Виходячи з вище описаного, технічне завдання можна сформулювати так.

- 1) Підстави для розробки автоматизованої системи: необхідність звільнення обслуговуючого персоналу від важкої фізичної праці та зменшення простоїв технологічного обладнання.

- 2) Автоматична дільниця експлуатується в умовах помірного клімату. У робочому приміщенні підвищена відносна вологість повітря (80 – 100%). Технологічне обладнання створює вібрації, нешкідливі для робочого персоналу, але такі, що впливають на роботу технологічного обладнання та систему керування.
- 3) Продуктивність фільтр – преса – 4 т/зміну. Продуктивність вакуум-м'ялок – 2 т/год. Інша продуктивність технологічного обладнання пов'язана з вищенаведеною продуктивністю.
- 4) Розробник обладнання повинен скласти деталіровку технологічного обладнання, складальне креслення та пояснювальну записку; інструкцію по транспортуванню, монтажу та експлуатації технологічного обладнання.
- 5) Передбачити огорожу до технологічного обладнання; рухомі частини пофарбувати в червоний колір, інші частини тех. Обладнання в синій або зелений колір. Кабіна оператора повинна бути герметичною, з вологістю допустимою для системи керування (40-60%).
- 6) До електродвигунів передбачити запобіжники відповідної потужності. Вал двигуна з валами технологічного обладнання з'єднувати запобіжними муфтами. У пневмосистемі передбачити запобіжний клапан та візуальний контроль тиску повітря.

2.6. Підбір серійного обладнання та уточнення компоновки автоматизованої системи

Використаємо у проєктованій автоматизованій системі фільтр-прес ФОМ52 – 1У – 01. Його технічні характеристики наведені у таблиці 2.1:

Таблиця 2.1. Технічні характеристики фільтр-преса ФОМ52

Вміст твердої речовини у суспензії	15% та більше
Площа поверхні фільтрування	52 м ²
Об'єм камерного простору	0,9 м ³
Робоче середовище	каолін
Характеристика робочого середовища	<ul style="list-style-type: none"> • вибухобезпечне • нешкідливе; • неспалахуване
Пристрій для затиску	електромеханічний
Швидкість осьового переміщення гвинта	122 мм/хв
Зусилля затиску	30000 кГс
Пересування плит	електромеханічне

Використаний мембранний насос може поступово піднімати тиск у камерах фільтр–преса до 20 МПа. Передбачено регулювання робочого тиску.

Технічні характеристики використаних вузлів вакуум-м'ялки наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики вакуум-м'ялки

Завантажувальний отвір лотка	370 x 370 мм
Тип муфти	дискова
Механізм регулювання частоти обертів шнека	$\omega_1 = 15 \text{ хв}^{-1}$ $\omega_2 = 19 \text{ хв}^{-1}$ $\omega_3 = 25,5 \text{ хв}^{-1}$
Тип редуктора	Циліндричний, $i = 100$

2.7 Вибір та розрахунок структурно-кінематичних схем одиниць нестандартного обладнання

Для пересування пристрою звільнення плит фільтр-преса від коржів маси виберемо таку структурно-кінематичну схему рис. 2.11.

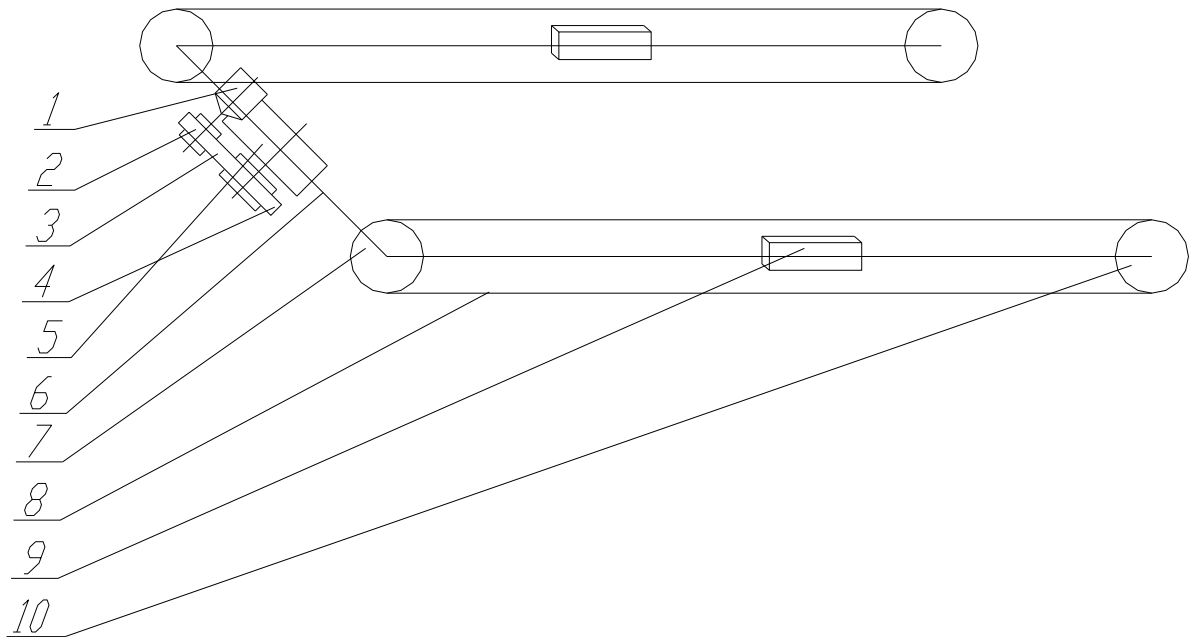


Рисунок 2.11. - Структурно-кінематична схема пристрою звільнення плит фільтр-преса від коржів маси:

- 1 - електродвигун; 2- шків; 3 - пас; 4 - шків; 5 - конічний редуктор;
6 - вал; 7 - зірочка; 8 - ланцюг; 9 - пристрій натягування ланцюгів;
10 - зірочка

Проведемо розрахунок параметрів ланцюгової передачі: $d_{зир} = 85\text{мм}$

$$l = 2\pi R = 2 * \pi * 85 = 165 \text{ мм}$$

$$t = 50/165 \approx 3,5 \text{ с}$$

$$\omega = 165/3,5 = 43,2 \text{ град/с}$$

Передаточне відношення конічного редуктора РКМ – 162М – 160М $i=6$, тоді оберти ведучого вала редуктора:

$$\omega_1 = \omega_2 * i = 43,2 * 6 = 256 \text{ град/с}$$

Передаточне відношення пасової передачі

$$i = 432/256 \approx 1,7$$

Тоді діаметри шківів пасової передачі приймаємо:

$$d_1 = 100 \text{ мм}$$

$$d_2 = 170 \text{ мм}$$

Електродвигун 1 через, шківів 2 та 4, і пасом 3 передає обертовий рух на редуктор 5. На ведений вал 6 посаджено зірочки 7. Ланцюг 8, що пересуває пристрій звільнення плит натягується необхідним зусиллям пристроєм натягування 9.

На рис. 2.12 зображена кінематична схема транспортуючої системи фільтр-пресів.

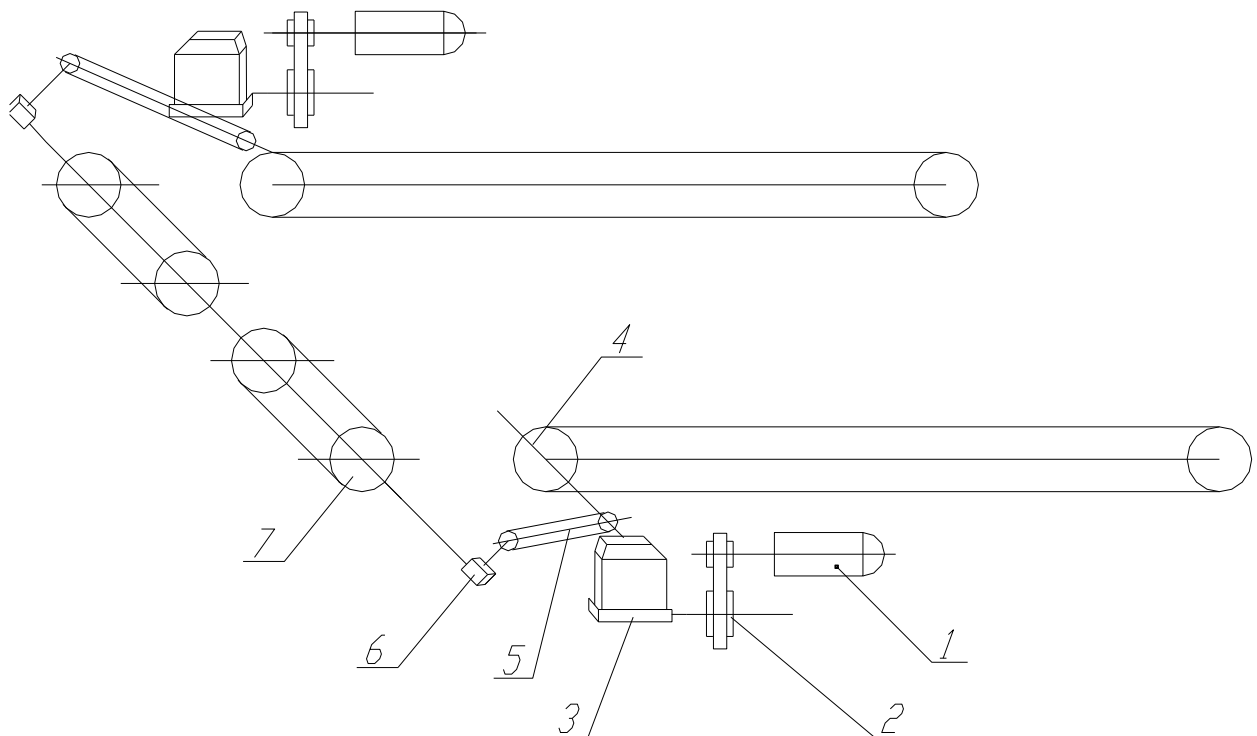


Рисунок 2.12 - Кінематична схема транспортної системи фільтр-пресів:

- 1 - електродвигун; 2 - пасова передача; 3 - черв'ячний редуктор;
 4 - пасова передача; 5 - пасова передача; 6 – конічний редуктор; 7 –
 вал транспортера; 8 – вал транспортної системи;

Електродвигун 1 через черв'ячний редуктор 2 передає обертовий момент на вал транспортної системи 8. По шківу 3, та пасовій передачі (пас 4, шків 3 та 5) оберти передаються на конічний редуктор 6. Ведений вал редуктора обертає ведучий вал транспортера 7.

Виберемо комплектуючі транспортера та необхідні розрахунки.

Виберемо черв'ячний редуктор РИН-08315-23С, у якого передаточне відношення $i = 500$. Тоді швидкість обертання ведучого вала транспортера:

$$\omega = \frac{\omega_{e.d}}{i_{n.n} * i_{n.p}} = \frac{725}{4,6 * 500} = 0,29 \frac{об}{с}$$

Діаметр вала транспортера $d = 0,1м$. Тоді швидкість руху стрічки транспортера:

$$v = \frac{\pi * d * \omega}{1} = 0,35 \frac{м}{с}$$

Це значення задовольняє вимоги до швидкості руху транспортної системи

2.8. Проектування та розрахунок вузлів

2.8.1 Проектування та розрахунок пневмоциліндрів

У конструкції проектованої автоматичної дільниці використовується кілька типів пневмоциліндрів.

Для циліндра двосторонньої дії при тиску у без штоковій камері зусилля обчислимо за формулою:

$$Q_1 = 0,785 * D^2 * p * \eta$$

Зусилля у штоковій порожнині обчислимо за формулою:

$$Q_2 = 0,785 (D^2 - d^2) p * \eta$$

Де D та d – діаметри циліндра та штока, см

p – тиск стиснутого повітря, кгс/см²

η - 0,85-0,90 – коефіцієнт корисної дії циліндра

Розрахунок січень повітропроводу із потрібного часу спрацювання, обчислимо за формулою:

$$S = \frac{V}{t * V_B * 100}$$

де S – площа січення повітропроводу, см²

V – об'єм порожнини двигуна, см³

t – час спрацювання приводу, с

V_B – швидкість повітря у повітропроводі, м/с (найчастіше – 11-25 м/с)

У конструкції проектованого пристрою розвантаження вакуум-преса використовується чотири пневмоциліндри. Два звільняють плити від коржів маси, і два пересувають плити.

Пневмоциліндри мають великий хід (400-500 мм) тому у їх конструкції необхідно передбачити автоматичне, двохстороннє гальмо (рис. 2.13). Це досягається застосуванням втулок 1 і 2, що при вході в отвір кришки 3 та 6, починають витісняти повітря через регульовані дроселі і швидкість руху штока 5 сповільнюється.

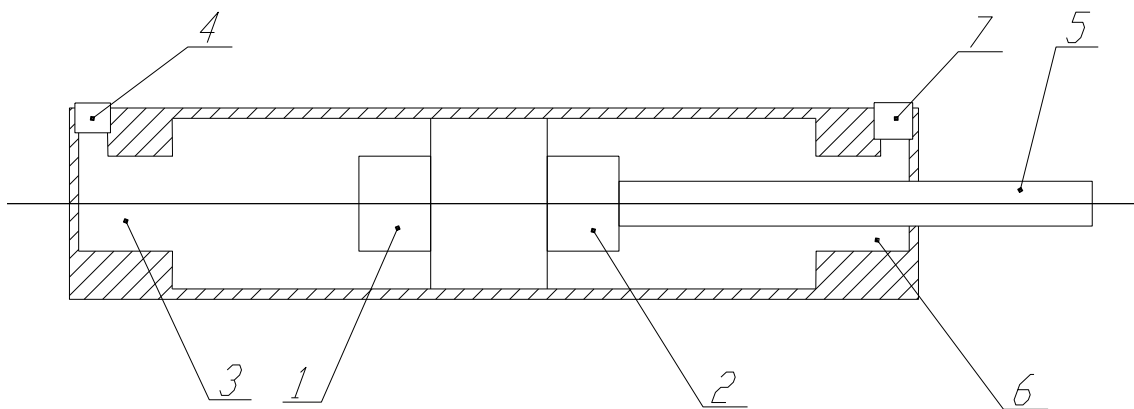


Рисунок 2.13 - Автоматичне двохстороннє гальмо

Проведемо розрахунок пневмоциліндрів. Для циліндрів, що пересувають плити приймаємо $D = 6$ см; $d = 1,2$ см; $p = 4$ кгс/см²

Тоді:

$$Q_1 = 0,785 * 6^2 * 4 * 0,9 = 104,1$$

$$Q_2 = 0,785 (6^2 - 1,2^2) * 4 * 0,9 = 87,24$$

Такі значення зусиль задовольняють технічні вимоги.

Розрахуємо січення повітропроводу виходячи з часу спрацювання $t = 1$ с.

Прийmemo швидкість руху повітря $V_B = 13$ м/с

Тоді

$$S = \frac{1280}{1 * 13 * 100} = 0,99$$

Приймаємо $S = 100$ см²

Проведемо аналогічні розрахунки для циліндра, що звільняє плити від маси.

Приймаємо $D = 3$ см; $d = 1$ см; $p = 4$ кгс/см²

Тоді,

$$Q_1 = 0,785 * 3^2 * 4 * 0,9 = 27,13$$

$$Q_2 = 0,785 (3^2 - 1^2) * 4 * 0,9 = 11,54$$

Такі результати задовольняють технічні вимоги до зусилля звільнення плит фільтр-преса від коржів маси.

2.8.2 Проектування та розрахунок стрічкового транспортера

Для транспортування коржів маси у системі фільтр-пресів застосуємо стрічковий конвеєр. Проведемо проектування та розрахунок клино-пасової передачі до цього конвеєра.

Кінематична схема приводу стрічкового конвеєра наведена на рис. 2.14.

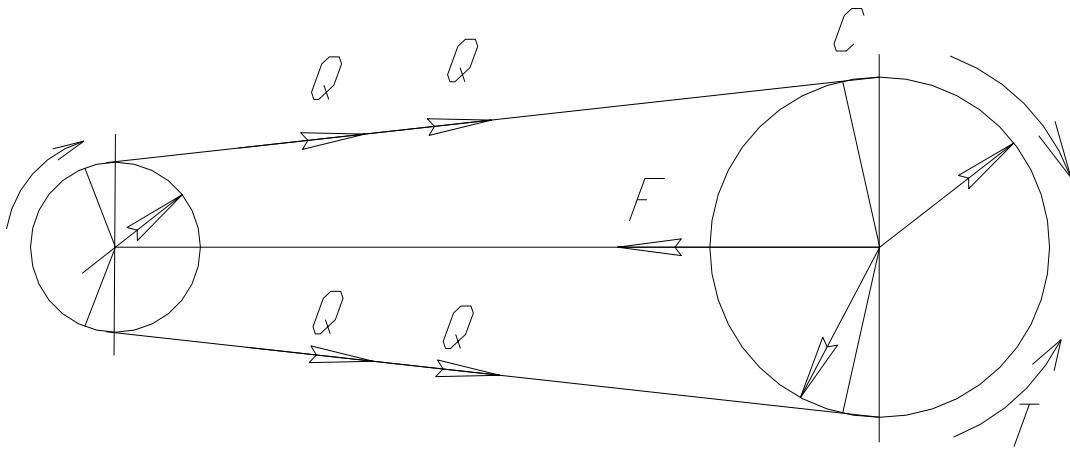


Рисунок 2.14 - Кінематична схема приводу стрічкового конвеєра

Вихідні дані для розрахунку:

$$P_1 = 10 \text{ кВт}$$

$$n_1 = 790 \text{ хв}^{-1}$$

Робота в три зміни в умовах помірною клімату.

Для розрахунку заданої передачі потрібно вибрати електродвигун 4А132М2У3, який підтримує такі технічні параметри: $P = 11 \text{ кВт}$, $n = 2900 \text{ хв}^{-1}$.

Вибір саме цього двигуна пояснюється тим, що швидкохідні двигуни економічніші та мають менші габарити та масу. Отже $i = n_1/n_2 < 4$.

1. Зображаємо кінематичну схему проектованої передачі, рис. 2.14
2. При $P = 10 \text{ кВт}$ та $n_1 = 2900 \text{ хв}^{-1}$ призначимо для порівняльного розрахунку паси перерізом А та Б.
3. Призначаємо діаметр меншого шківа d_{p1} і за частотою обертання n_1 ведучого вала визначаємо номінальну потужність P_0 , що передається пасами перерізів А та Б.

$$\text{Для А - } d_{p1}^A = 125\text{мм}, \quad P_0^A = 3,1 \text{ кВт}$$

$$\text{Для Б - } d_{p1}^B = 160\text{мм}, \quad P_0^B = 4,9 \text{ кВт}$$

4. Знаходимо орієнтовану кількість пасів:

$$Z^A_{op} \approx 1,2 \frac{P_1}{P_{OA}} = 1,2 \frac{10}{3,1} = 4,1 < 8$$

$$Z^B_{op} \approx 1,2 \frac{P_1}{P_{OB}} = 1,2 \frac{10}{4,9} = 2,5 < 8$$

5. Визначаємо орієнтовану швидкість та порівнюємо її з допустимою:

$$V_A = \pi * d_1^A \frac{n_1}{60} = \pi * 125 * 10^{-3} * \frac{2900}{60} = 19 \frac{м}{с} (< V_{max})$$

$$V_B = \pi * d_1^B \frac{n_1}{60} = \pi * 160 * 10^{-3} * \frac{2900}{60} = 24 \frac{м}{с} (< V_{max})$$

6. Обчислимо передаточне відношення та діаметр веденого шківів:

$$i = n_1/n_2 = 2900/790 = 3,67$$

приймаємо $\varepsilon = 0,015$

$$d_{p2}^A = id_{p1}^A (1 - \varepsilon) = 3,67 \cdot 125 (1 - 0,015) = 453 \text{ мм}$$

$$d_{p2}^B = id_{p1}^B (1 - \varepsilon) = 3,67 \cdot 160 (1 - 0,015) = 578 \text{ мм}$$

приймаємо $d_{p2}^A = 450 \text{ мм}$, $d_{p2}^B = 560 \text{ мм}$.

7. Уточнюємо передаточне відношення та частоту обертання n_2 веденого вала

$$i_B = d_{32}^B / [d_{p1}^B (1 - \varepsilon)] = 560 / [160 (1 - 0,015)] = 3,55$$

$$n_2^B = \frac{n_1}{i_B} = \frac{2900}{3,55} = 817 \text{ хв}^{-1}$$

Оскільки між розрахунковими та стандартними даними розходження невелике то i_A та n_2 можна не уточнювати.

8. Визначаємо довжину паса та порівнюємо її з стандартною

$$L_A = 2a_A + 0.5 \cdot \pi \cdot (d_p^A + d_{p2}^A) + (d_{p2} - d_{p1})^2 / 4a_A =$$

$$2 * 450 + 0,5\pi(125 + 450) + (450 - 125)^2 / (4 * 450) \approx 1862 \text{ мм}$$

$$L_B = 2 * 600 + 0,5\pi(160 + 560) + (560 - 160)^2 / (4 * 600) \approx 2397 \text{ мм}$$

Приймаємо $L_p^A = 1800 \text{ мм}$; $L_p^B = 2500 \text{ мм}$.

9. Визначаємо кут обхвату α

$$\alpha_A = 180^\circ - 57^\circ (d_{p2}^A - d_{p1}^A) / a_A = 180^\circ - 57^\circ (450 - 125) / 450 = 151,8^\circ > \alpha_{\min} = 120^\circ$$

$$\alpha_B = 180^\circ - 57^\circ (d_{p2}^B - d_{p1}^B) / a_B = 180^\circ - 57^\circ (560 - 160) / 600 = 142^\circ > \alpha_{\min} = 120^\circ$$

10. Визначимо зовнішній діаметр і ширину обода шківа:

$$\text{А: } Z = Z_{op}^A = 4; \quad b = 3,3 \text{ мм}; \quad e = 15 \text{ мм}, \quad f = 10 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 450 + 2 * 3,3 = 456,6 \text{ мм}$$

$$M = (Z-1)e + 2f = (4-1) * 15 + 2 * 10 = 65 \text{ мм}$$

$$\text{Б: } Z = Z_{op}^B = 3; \quad b = 4,2 \text{ мм}; \quad e = 19 \text{ мм}, \quad f = 12,5 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = 560 + 2 * 4,2 = 568,4 \text{ мм}$$

$$M = (3-1) * 19 + 2 * 12,5 = 63 \text{ мм}$$

$$\text{А: } d_{e2}/M = 556,6/65 = 7,05 < 8 \dots 12$$

$$\text{Б: } d_{e2}/M = 568,4/63 = 9,02 \cong 8 \dots 12$$

Оскільки показник d_{e2}/M для паса Б кращий, то вибираємо пас Б для заданої передачі.

11. По таблиці та доданими до неї формулами визначаємо основні параметри:

$$l_p = 14 \text{ мм}, B = 4,2 \text{ мм}, h = 10,8 \text{ мм}, e = 19 \text{ мм},$$

$$f = 12,5 \text{ мм}, d_{p1} = 160 \text{ мм}, B_1' = 17 \text{ мм}, \varphi_1 = 34^\circ$$

$$d_{p2} = 560 \text{ мм}, B_1'' = 17,6 \text{ мм}, \varphi_2 = 40^\circ$$

Зовнішній діаметр шківів $M = M_1 = M_2 = 63 \text{ мм}$.

12. Обчислимо ресурс спроектованої передачі $t_M = 2000 \text{ год.}$, $K_1 = 2,5$ при легкому режимі роботи; $K_2 = 1,0$ для районів з помірним кліматом

$$t_p = K_1 K_2 t_M = 2,5 * 1 * 2000 = 5000 \text{ год}$$

2.8.3 Проектування та розрахунок мембранного насоса

Проведемо розрахунок основних частин мембранного насоса.

Визначимо розміри циліндра та діаметри патрубків насоса.

Подача насоса Q пов'язана з розмірами циліндра та обчислюється за формулою:

$$Q = 60 * k * F * a * S_p * n * \eta_0$$

де k – число робочих камер;

F – площа поршня, м^2 ;

a – коефіцієнт, що враховує зменшення робочої площі поршня;

S_p – хід поршня;

n – частота обертання колінчатого вала об/хв.;

η_0 – коефіцієнт подачі насоса

Замінюючи площу поршня насоса на $\pi D^2/4$, отримаємо:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4Q}{60 * k * \pi * a * n * \eta_0}}$$

Для визначення діаметрів всосуючого d_1 та виштовхуючого патрубка d_2 по заданій величині Q ($\text{м}^3/\text{с}$), запишемо рівняння витрат:

$$Q = \frac{\pi d_1^2}{4} v_1 = \frac{\pi d_2^2}{4} v_2$$

звідки:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_1}}$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_2}}$$

де v_1 та v_2 – середні швидкості руху рідини у всосуючому та виштовхуючому клапані. Приймаємо $v_1 = 1 \text{ м/с}$.

Наведемо розрахунок клапанів. Схематично клапан зображений на рисунку 2.15.

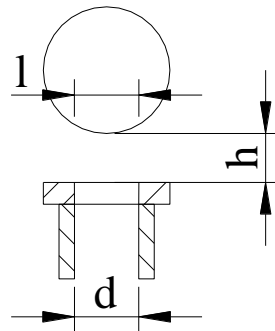


Рисунок 2.15 – Клапан

$$h = \frac{Fr\omega \sin \varphi}{\mu l v_{\text{ц}}} - \frac{f_T Fr\omega^2 \cos \varphi}{(\mu l v_{\text{ц}})^2}$$

де μ – коефіцієнт витрат щілин;

l – довжина кола тарілки клапана;

h – висота підйому клапана;

f_T – площа тарілки клапана, м^2 ;

F – площа поршня, м^2 ;

φ – кут обертання (положення) в даний момент часу кривошипа;

r – радіус кривошипа;

$v_{щ}$ – швидкість руху рідини крізь клапан (крізь щілини).

При куті $\varphi = 90^\circ$ клапан досягає максимального відкриття.

$$h_{\max} = h = \frac{Fr\omega}{\mu l v_{щ}}$$

Величину швидкості витікання рідини крізь щілину обчислимо за формулою:

$$v_{щ} = \sqrt{2gh_k}$$

де h_k – сумарне навантаження клапана;

h_k – знаходимо за формулою:

$$h_k = \frac{\Delta P}{\rho g}$$

де ΔP – різниця тисків над та під клапаном, Па;

ρ - густина фарфорової суспензії, кг/м³

Для клапана з кільцевою опорною поверхнею коефіцієнт витрат наведемо за формулою: [7]

$$\mu = 0,47 \left(\frac{B_c}{h} \right)^{0,15}$$

де B_c – ширина проходу в сідлі, м;

h – висота підйому клапана, м;

Визначимо потужність насоса. Потужність, що передана насосом рідині (корисна потужність) визначається за формулою:

$$N_n = \frac{Q\rho gH}{1000}$$

Тоді потужність двигуна насоса обчислимо за формулою:

$$N = N_n * \eta$$

де η - коефіцієнт корисної дії насоса;

p – тиск рідини, що закачується насосом, Па.

Проведемо розрахунок об'єму повітряних ковпаків [7].

Об'єм ковпака одного поршня двосторонньої дії обчислимо за формулою:

$$V_{cp} = 0,21FS/k_D$$

де F – площа поршня, м²;

S – хід поршня, м;

k_D – коефіцієнт нерівномірності тиску.

Коефіцієнт нерівномірності тиску визначимо із формули:

$$k_D = (p_{max} - p_{min})/p_{cp}$$

де p_{max} , p_{min} , p_{cp} – найбільший, найменший та середній тиски рідини, Па.

Оскільки повітря займає приблизно 2/3 об'єму ковпака, то

$$V_k = (2/3)V_{cp} = 1,5V_{cp}$$

За вище описаною методикою проведемо розрахунок мембранного насоса.

Діаметр циліндра:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 * 10}{60 * 2 * \pi * 0,8 * 300 * 0,61}} = 0,1 м$$

Визначимо діаметри всмоктуючого та виштовхуючого патрубків.

Приймаємо, що їх розміри однакові $d_1 = d_2$. Тоді:

$$d_1 = d_2 = \sqrt{\frac{4 * 15}{\pi * 25}} = 0,06 м$$

Визначимо максимальну величину відкривання клапана h_{max} :

$$h_{max} = \frac{0,008 * 0,022 * 952}{0,68 * 0,038} = 0,013 м$$

$$\omega = 2 * 9,81 * 0,021 = 0,0952$$

$$h_k = \sqrt{\frac{1000}{2200 * 9,81}} = 0,021$$

$$\mu = 0,47 \left(\frac{0,06}{0,005} \right)^{0,15} = 0,68$$

Потужність двигуна мембранного насоса обчислимо за формулою:

$$N = \frac{1,5 * 2200 * 9,81}{1000} * 0,74 = 7,5 \text{ кВт}$$

Розрахуємо об'єм повітряного ковпака мембранного насоса за формулою:

$$V_{cp} = \frac{0,21 * 0,03 * 0,2}{0,051} = 0,025 \text{ м}^3$$

Тоді:

$$k_d = \frac{(2-1,9)}{1,95} = 0,051$$

Звідси повний об'єм повітряного ковпака даного мембранного насоса буде дорівнювати:

$$V = 0,025 * 1,5 = 0,04 \text{ м}^3$$

2.8.4 Розрахунок та проектування вібратора живильника

Проведемо розрахунок вібратора живильника за такою методикою:

Максимальне збуджуюче зусилля вібратора у напрямку коливань визначимо за формулою:

$$F = \frac{2\pi\nu A_0 \cdot M_{np} \cdot n \cdot 10^{-4}}{\sin \varepsilon} [\text{кГ}]$$

де A_0 – відносна амплітуда коливань, мм;

M_{np} – приведена маса живильника, г*сек²/см;

ν - частота коливань вібратора, Гц;

n – коефіцієнт затухання;

ε - кут зсуву фаз між пересуванням та силою;

При встановленні горизонтального вібратора зусилля на один вібратор:

$$F_2 = \frac{F}{i \cos \varphi}$$

де φ - кут нахилу пружин;

i – кількість вібраторів

Необхідну потужність вібратора визначимо за формулою:

$$N = 9,8 \cdot A_0^2 \cdot \pi^2 \cdot \nu^2 \cdot M_{np} \cdot 10^{-7} [Вт]$$

Розрахуємо магніто провід та обмотки котушки вібратора. Площу січення заліза вібратора визначимо за формулою:

$$Q_{ж} = \frac{F'_B \cdot 5000^2}{1,1 \cdot B^2} [см^2]$$

де B – індукція в зазорі ($B = 6000 \div 10000$, більші значення можливі для великих вібраторів).

Величина зазору між якорем та статором вібратора для горизонтальних вібраторів, що мають хід більше 1 мм, обчислимо за формулою:

$$S_0 = 0,7S$$

де S – хід якоря вібратора, мм

Для горизонтального вібратора хід якоря обчислимо за формулою:

$$S = A \cos \psi$$

Приведений зазор вібратора S'_0 визначимо за формулою: (для реактивного вібратора ($\nu = 100$ Гц))

$$S'_0 = S_0 \sqrt{\left(1 - \frac{\gamma}{2} \cos \varepsilon\right)^2 + \left(\frac{\gamma}{2} \sin \varepsilon\right)^2 + \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2}$$

де γ - глибина модуляції магнітного опору.

$$\gamma = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L_{\max} + L_{\min}}$$

Амплітудне значення магніто рухомої сили (у вольт-амперах) визначимо з рівняння:

$$(AW)_0 = 1,6B S'_0$$

Ефективне значення магніто рухомої сили $(AW)_0$ для реактивного вібратора визначимо за формулою:

$$(AW)_e = \frac{(AW)_0}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{\gamma}{2} \sin \varepsilon\right)^2 + \left(1 - \frac{\gamma}{2} \cos \varepsilon\right)^2}$$

Мінімальний розмір вікна осердя Q_0 визначимо за формулою:

$$Q_0 = \frac{(AW)_e}{\Delta I \cdot K_3}$$

де ΔI – допустиме значення сили струму на 1 мм^2 перерізу провода. Приймається найчастіше $\Delta I = 2 \div 3 \text{ А/мм}^2$

K_3 – коефіцієнт заповнення вікна, що залежить від товщини ізоляції, розмірів каркаса та виду намотки (найчастіше $K_3 = 0,3 \div 0,4$)

Тип пластин Ш-подібного вібратора виберемо виходячи з перерізу заліза:

$$Q_3 = a \times c$$

Де a та c розміри осердя, набраного з пластин (рис. 2.16).

Для зручності у поперечному перерізі товщина набору пластин має дорівнювати $c = 2a$.

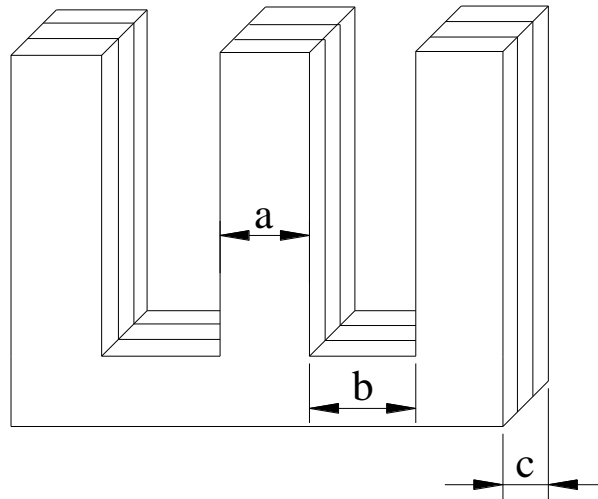


Рисунок 2.16 – Осердя Ш-подібного вібратора

Необхідне число витків вібратора визначимо за формулою:

$$\omega = 2,16 \cdot 10^5 \frac{U}{Q_{ж.д} \cdot B_d} \left(\frac{l_{жс}}{\mu \cdot S_0} + 2 \right)$$

де U – ефективне значення напруги на зажимах котушки вібратора,

$Q_{ж.д}$ – дійсна площа перерізу заліза, після вибору стандартних пластин:

$$Q_{ж.д} = a \times c$$

B_d – дійсна магнітна індукція в зазорі:

$$B_d = 500 \sqrt{\frac{F_e}{1,1 \cdot Q_{ж.д}}}$$

$l_{жс}$ – довжина магнітного шляху залізного осердя.

$$l_{жс} = 2(a+b+h) \text{ [см]}$$

μ – магнітна проникність заліза осердя ($\mu = 2500 \div 3500$)

Ефективне значення струму, що споживається вібратором, із мережі обчислимо за формулою:

$$I_e = \frac{(AW)_e B_e \cdot a}{\omega \cdot B}$$

де B – магнітна індукція в зазорі.

Діаметр провуда обмотки визначимо за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{I_e}{\Delta I}}$$

Проведемо розрахунок вібратора за вище наведеною методикою.

Максимальне збуджуюче зусилля:

$$F = \frac{2\pi \cdot 50 \cdot 0,5 \cdot 200 \cdot 0,7 \cdot 10^{-4}}{0,31} = 2840 \text{ кг}$$

Зусилля на один вібратор:

$$F_2 = \frac{284}{4 \cdot 0,642} = 110,6 \text{ кг}$$

Приймаємо $F_2 = 1150$ кг

Необхідна потужність вібратора:

$$N = 9,8 \cdot 0,5^2 \cdot \pi \cdot 50^2 \cdot 800^2 \cdot 10^{-7} = 3,8 \text{ кВт}$$

Магнітопровід та обмотки котушки вібратора. Площа січення заліза вібратора:

$$Q_3 = \frac{115 \cdot 5000^2}{1,1 \cdot 20000^2} = 6,53 \text{ см}^2$$

Приймаємо $Q_3 = 7$ см²

Величина зазору між статором та якорем вібратора:

$$S_0 = 0,7 \cdot 1 = 0,7 \text{ мм.}$$

Приведений зазор вібратора:

$$S'_0 = 0,7 \sqrt{\left(1 - \frac{0,6}{2} \cdot 0,31\right)^2 + \left(\frac{0,6}{2} \cdot 0,95\right)^2 + \left(\frac{0,6}{2}\right)^2} = 0,698 \text{ мм}$$

Глибина модуляції:

$$\gamma = \frac{20000 - 5000}{20000 + 5000} = 0,6$$

Амплітудне значення рухомої сили вібратора:

$$(AW)_0 = 1,6 \cdot 20000 \cdot 0,698 = 22331 \text{ В} \cdot \text{А}$$

Ефективне значення магніторухомої сили:

$$(AW)_e = \frac{22331}{\sqrt{2}} \sqrt{\left(\frac{0,6}{2} \cdot 0,31\right)^2 + \left(1 - \frac{0,6}{2} \cdot 0,98\right)^2} = 12306 \text{ В} \cdot \text{А}$$

Мінімальний розмір вікна осердя

$$Q_0 = \frac{12306}{3} = 4102$$

Розміри пластини:

$$a = \frac{\sqrt{Q}}{2} = 1,65$$

Приймаємо $a = 2$, $c = 4$

Необхідне число витків ω :

$$Q_3 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ см}^2$$

$$B_0 = 5000 \sqrt{\frac{1150}{1,1 \cdot 7}} = 61104 \text{ Гн}$$

$$l_{жс} = 2(2 + 4 + 6) = 24 \text{ мм}$$

Тоді

$$\omega = 2,16 \cdot 10^5 \frac{1000}{8 \cdot 61104} \left(\frac{24}{3 \cdot 10^3 \cdot 0,698} + 2 \right) = 889$$

Ефективність значення струму:

$$I_e = \frac{12306 \cdot 15000}{889 \cdot 20000} \cdot 2 = 20,8 \text{ А}$$

Діаметр проводу обмотки:

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{20,8}{3}} = 1,9 \text{ мм}$$

Приймаємо $d = 2 \text{ мм}$.

2.8.5 Розрахунок технічних та технологічних параметрів вакуум – м'ялки

Потужність, що споживається гвинтовою системою преса обчислюється за формулою:

$$N = A \cdot n$$

де A – робота на пересування маси за один оберт лопасті, Дж;

n – частота обертання гвинта, об^{-1}

Роботу можна обчислити за формулою :

$$A = S \cdot l = p \cdot F \cdot l = pV$$

де S – сила для пресування одного бруса, Н;

l – шлях (довжина) бруса за один оберт гвинта, м;

p – тиск, Па;

F – площа січення бруса, м^2 ;

V – об'єм бруса за один оберт лопасті, м^3

Якщо розділити об'єм на час одного оберта гвинта t , то отримаємо продуктивність:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Тоді споживана потужність визначається так:

$$N = pVn, \quad \text{або} \quad N = pQv$$

Окрім даної потужності, що враховує потужність на прошовування маси крізь головку та мунштук потрібно врахувати додаткову потужність на

подолання тертя $N_{тр}$ маси по поверхні лопасті, та транспортування маси N_2 та ущільнення маси N_3 . Тоді потужність будемо обчислювати за формулою:

$$N = \frac{N_1 + N_{mp} + N_2 + N_3}{\eta}$$

де η - коефіцієнт корисної дії преса

Повний момент тертя обчислимо при інтегруванні рівняння:

$$M_{mp} = 2\pi r f \int_r^R p^2 dp = 2\pi r f \frac{R^3 - r^3}{3}$$

де R – радіус шнека, м; (див. рис. 2.17)

r – радіус вала, м;

f – коефіцієнт тертя маси по поверхні лопасті (0,3-0,4)

p – тиск пресування, Па;

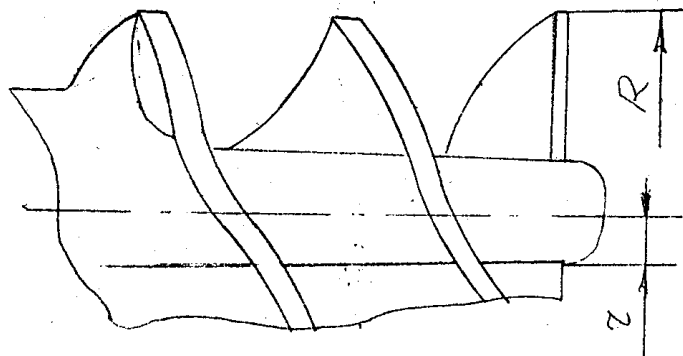


Рисунок 2.17 – Гвинтовий прес вакуум – м'ялки

Тоді потужність на подолання тертя обчислимо за формулою:

$$N_{mp} = M_{mp} \omega = \frac{2\pi r f (R^3 - r^3) \omega}{3}$$

де ω - кутова швидкість вала, рад/с

Потужність на транспортування маси обчислимо за формулами:

$$N_2 = \frac{\pi D^2}{4} v_1 \gamma L \omega \quad \text{або} \quad N_2 = Q_v \gamma L \omega$$

де D – зовнішній діаметр гвинта, м;

v_1 – швидкість руху маси (поступальна), м/с;

γ – об'ємна вага маси ($\gamma = 1600 \text{ Н/м}^2$);

L – довжина гвинта, м;

ω – коефіцієнт опору просування маси ($\omega = 4,0-5,5$);

Дійсну продуктивність гвинтового преса визначимо за формулою:

$$Q_{\text{дійсн}} = Q_T - Q_{\text{зв}}$$

де Q_T – теоретична продуктивність

$Q_{\text{зв}}$ – зворотній рух маси крізь зазор

Тоді

$$Q_T = \frac{\pi}{4} (D_{\text{ш}}^2 - d^2) \cdot \frac{\pi \cdot D_{\text{ш}} \cdot n}{60} \cdot \text{tg} \alpha \cdot k_{\varphi} = \frac{\pi}{4} (D_{\text{ш}}^2 - d^2) \cdot \frac{t \cdot n}{60} \cdot k_{\varphi}$$

Зворотній рух маси крізь зазори (зворотня продуктивність) обчислюємо за формулою:

$$Q_{\text{зв}} = \frac{\pi(p_1 - p_2)}{8 \cdot l \cdot \mu_0} (R_y^2 - R_{\text{ш}}^2)^2$$

де $R_{\text{ш}}$ та R_y – зазор між шнеком та циліндром (різниця радіусів), м

p_1 та p_2 – тиск на торці циліндрів ($p_1 - p_2 = 0,5 \text{ МПа}$)

μ – ефективна в'язкість глини;

l – довжина шнека;

Теоретична продуктивність:

$$Q_T = \frac{\pi}{4} (0,3^2 - 0,2^2) \cdot \frac{\pi \cdot 0,3 \cdot 20}{60} \cdot 0,58 \cdot 0,31 = 2,21 \frac{T}{\text{год}}$$

Продуктивність зворотного руху:

$$Q_{зв} = \frac{\pi(1000 - 800)}{8 \cdot 2 \cdot 0,41} (0,31^2 - 0,28^2) = 0,18 \frac{T}{год}$$

Тоді, дійсна продуктивність вакуум – м'ялки:

$$Q_d = 2,21 - 0,18 = 2,03 \text{ Т/год}$$

Таке значення продуктивності відповідає поставленим вимогам (потрібно 2 т/год).

2.9. Розробка системи керування автоматизованою системою

Для здійснення автоматизованого керування технологічним процесом підготовки фарфорового формоутворюючого розчину вибрано ПЛК компанії Schneider Electric TSX 37-10. . В таблиці 2.3 наведено технічні характеристики контролера TSX 37-10.

Таблиця 2.3. Технічні характеристики ПЛК

Навколишня температура експлуатації	0°C до +60°C
Відносна вологість	10% до 95%
Висота використання	0 до 2000 метрів
Формування витримок часу з дискретністю	0,01с
Живлення	мережа змінного струму
Споживана потужність	200 Вт
Атмосферний тиск	630...800 мм.рт.ст

На рисунку 2.18 показана схема керування електродвигунами за допомогою програмованого логічного контролера

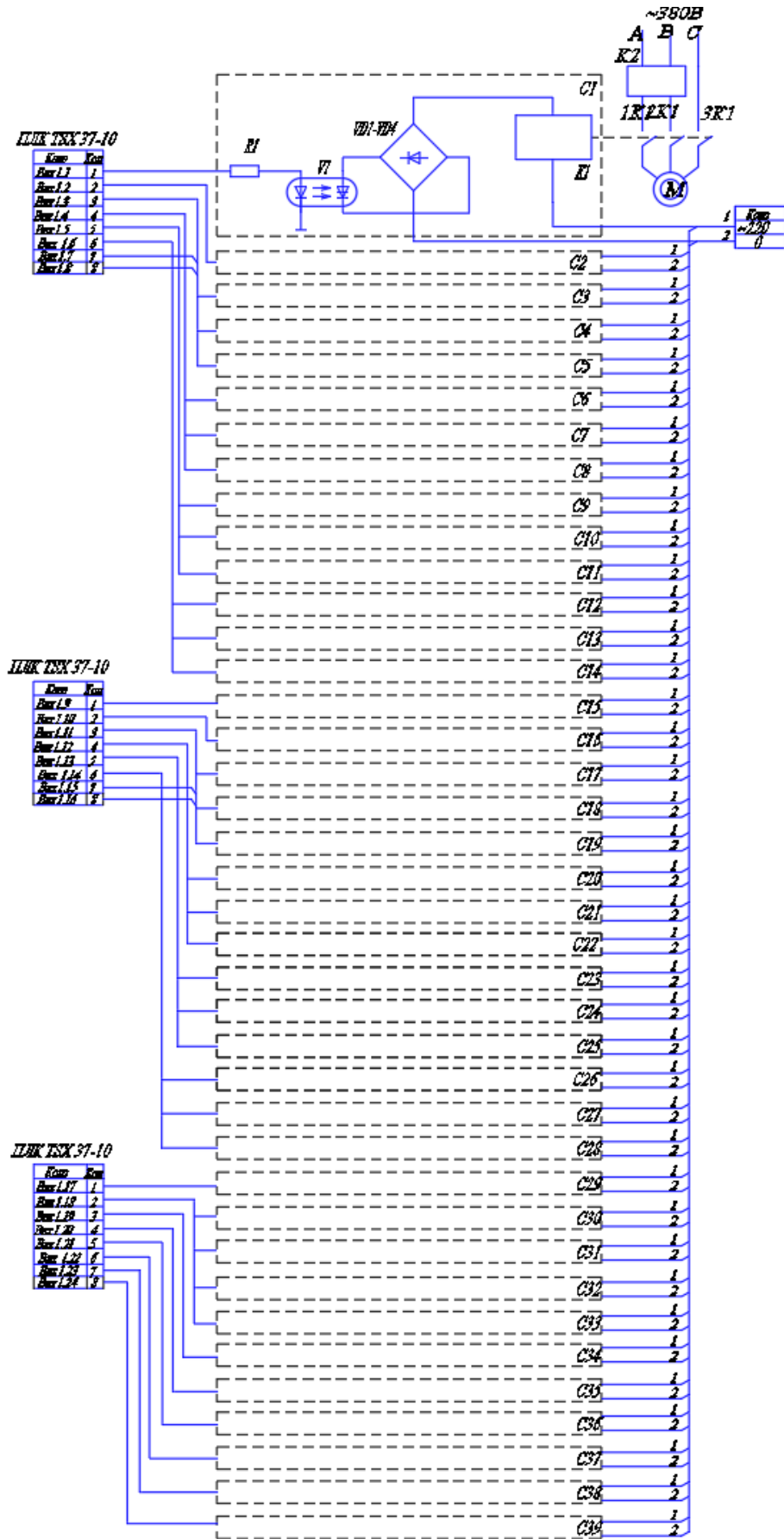


Рисунок 2.18. Схема керування двигунами

На рисунку 2.19 показана схема під'єднання датчиків управління фільтр-пресом до контролера.

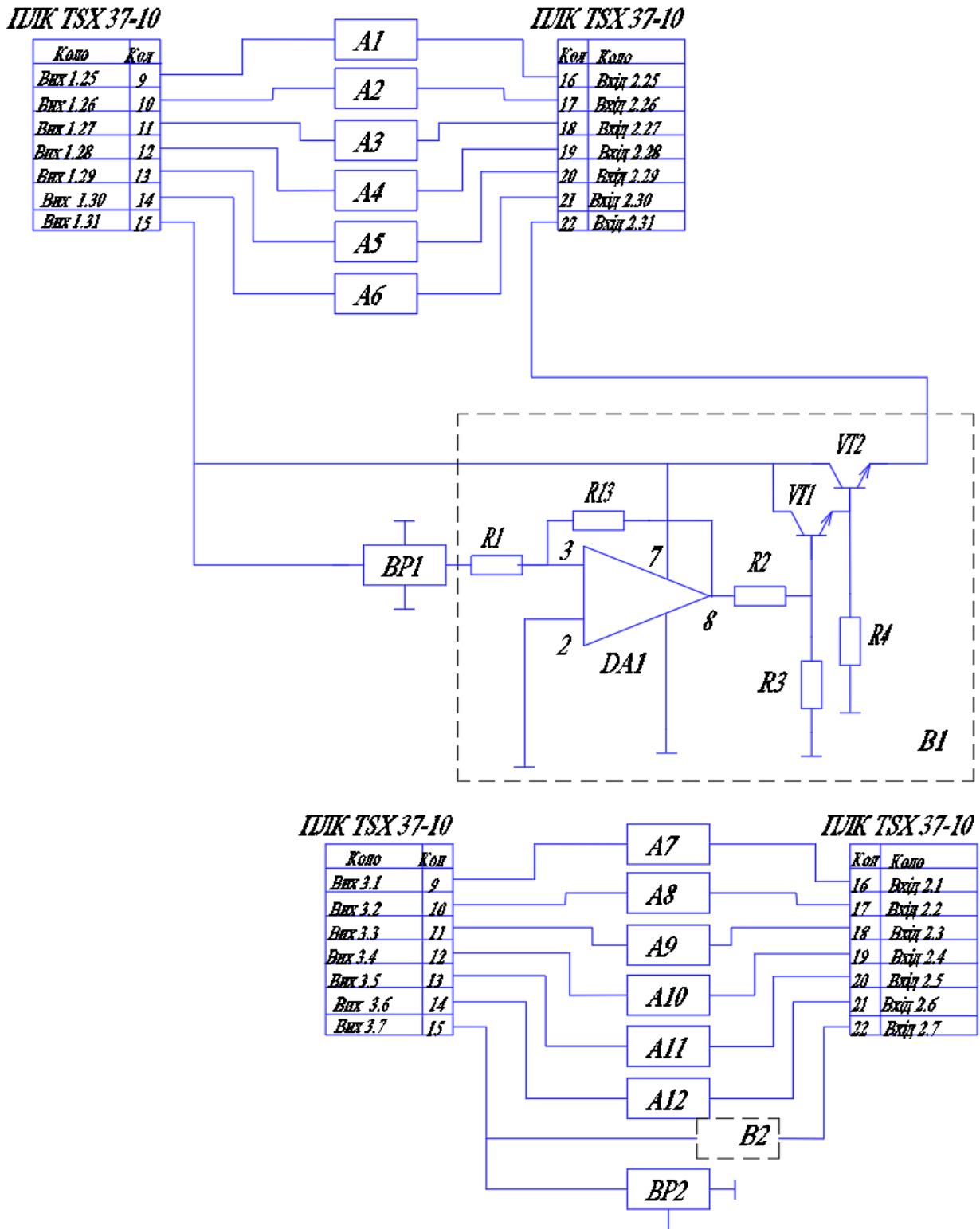


Рисунок 2.19. Схема під'єднання датчиків управління фільтр-пресом до контролера

На рисунку 2.20 показана схема під'єднання датчиків управління вакуум-м'ялкою до контролера.

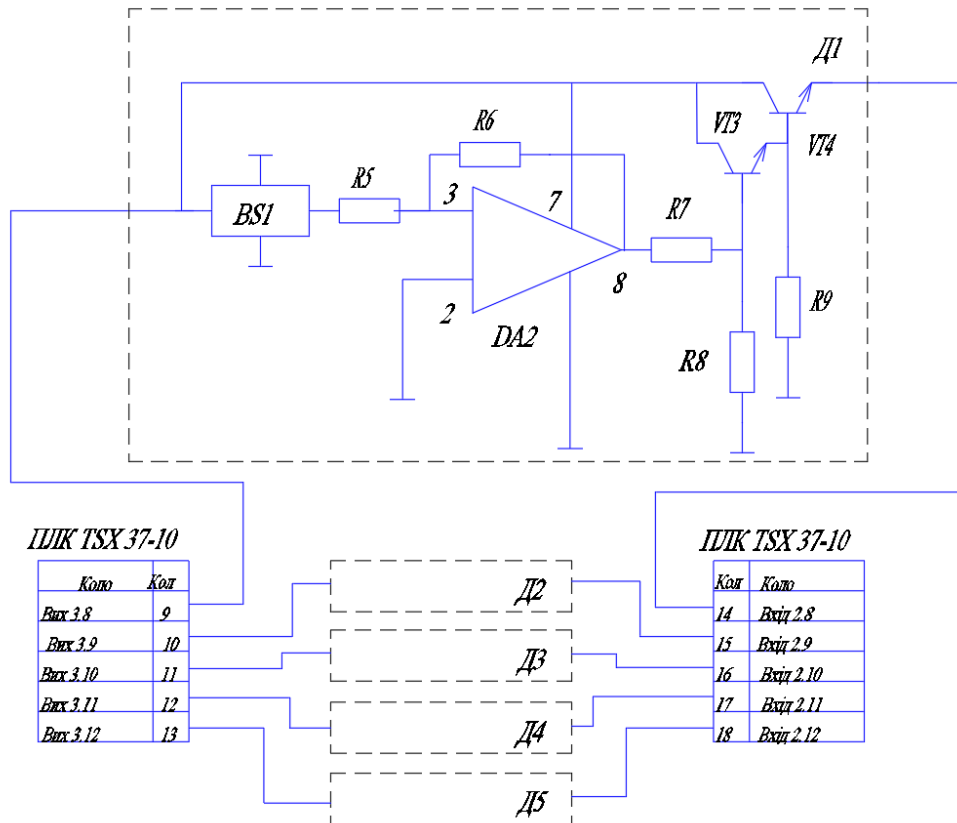


Рисунок 2.20. Схема під'єднання датчиків управління вакуум-м'ялкою до контролера

На рисунку 2.21 показана схема під'єднання вібраційних збуджувачів.

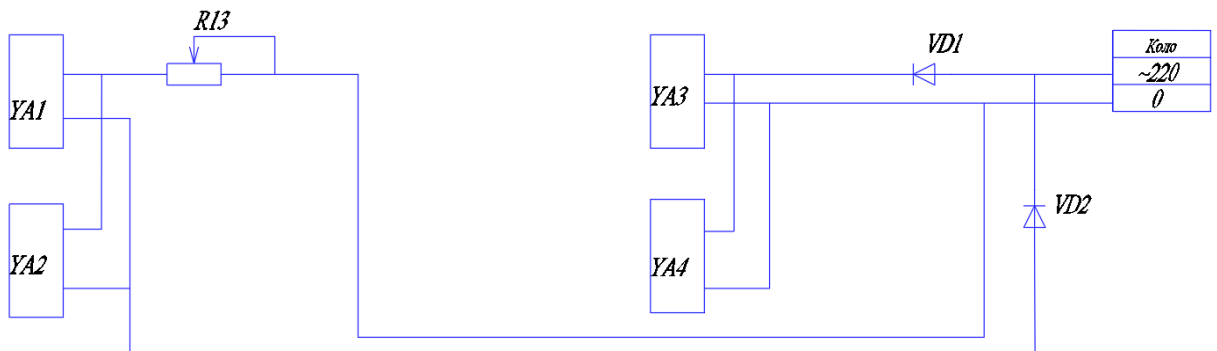


Рисунок 2.21. Схема під'єднання вібраційних збуджувачів

На рисунку 2.22 приведено фрагмент керуючої програми контролера.

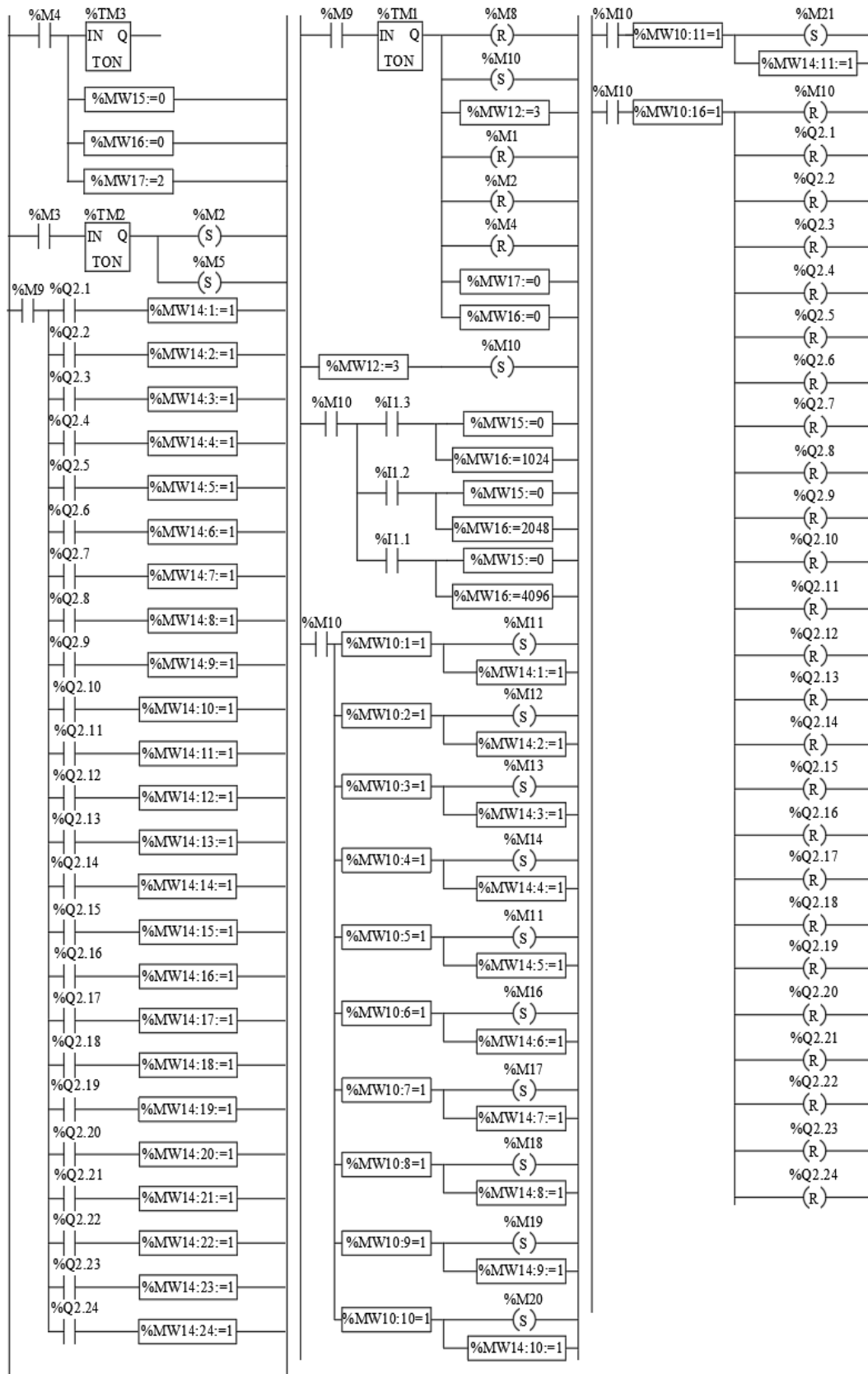


Рисунок 2.22. Фрагмент керуючої програми контролера

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

На процес приготування фарфорової маси має значний вплив якість помолу сировини. До змелених матеріалів висуваються такі вимоги: при просіювання порошку крізь сито 0056, на ситі повинно лишитись не більше 2-5% речовини, що просіюється. Невідповідність сировини даній вимозі збільшує час фільтр – пресування суспензії, вміст води у відфільтрованій масі. Далі, при обпіку сформованих виробів, їх поверхня покривається тріщинами.

Процес подріблення сировини відбувається у два етапи:

- 1) Перший помол (у щекових дробилках або бігунах);
- 2) Другий помол (дрібний помол у шарових млинах)

Якість помолу знаходиться у прямій залежності від часу. Оскільки дрібний помол у шарових млинах є остаточним, то проведемо дослідження дисперсності сировини залежно від часу саме для даного помолу.

Для дослідження розмірів частинок виберемо фотометричний метод. Фотометричний метод кількісного аналізу заснований на переході досліджуваного компонента у поглинаюче світло утворення; якість продукту даної реакції встановлюють шляхом виміру світло поглинанням [24].

Для дослідження дисперсності фарфорової суспензії застосуємо фотометр ФМ (Пульфріха) рис. 6.1. Два світлових потоки, що пройшли крізь досліджувану та стандартну суспензії проходять крізь діафрагми.

Кожна діафрагма складається з двох, пластинок, які суміщуються одна з одною. Обертанням барабана здійснюємо суміщення пластинок. Наливаємо в обидва кювети барабана розчинник та встановлюємо барабан на поділці 100, що відповідає розкритій діафрагмі.

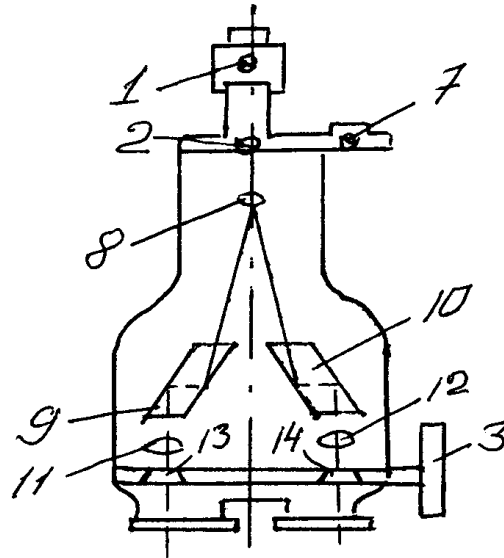


Рисунок 3.1 – Фотометр Пульфріха

- 1 – окуляр;
- 2 – диск з світлофільтрами;
- 3 – вимірювальні барабани;
- 4,13,14 – кювети;
- 5 – дзеркало;
- 6 – освітлювач;
- 7 – світлофільтри;
- 8 – призма з гострим ребром;
- 9,10 – ромбічні призми;
- 11,12 – об'єктиви;
- 13,14 – діафрагми.

Далі наливаємо до лівої кювети розчин фарфорової суспензії. Для вирівнювання освітленості половинок поля обертаємо барабан, поки освітленість не стане однаковою. Відрахунок на правому барабані показує степінь пропускання світла.

Проведемо дослідження пропускання світла фарфоровою суспензією при вологості 80% в залежності від часу помолу в шарових млинах. Як відомо, для задоволення умов якості помолу, сировина має оброблятися у шарових млинах 2

– 3 год. Дослідимо речовину, що отримується саме у цих рамках. Результати дослідів приведені на рис. 3.2.

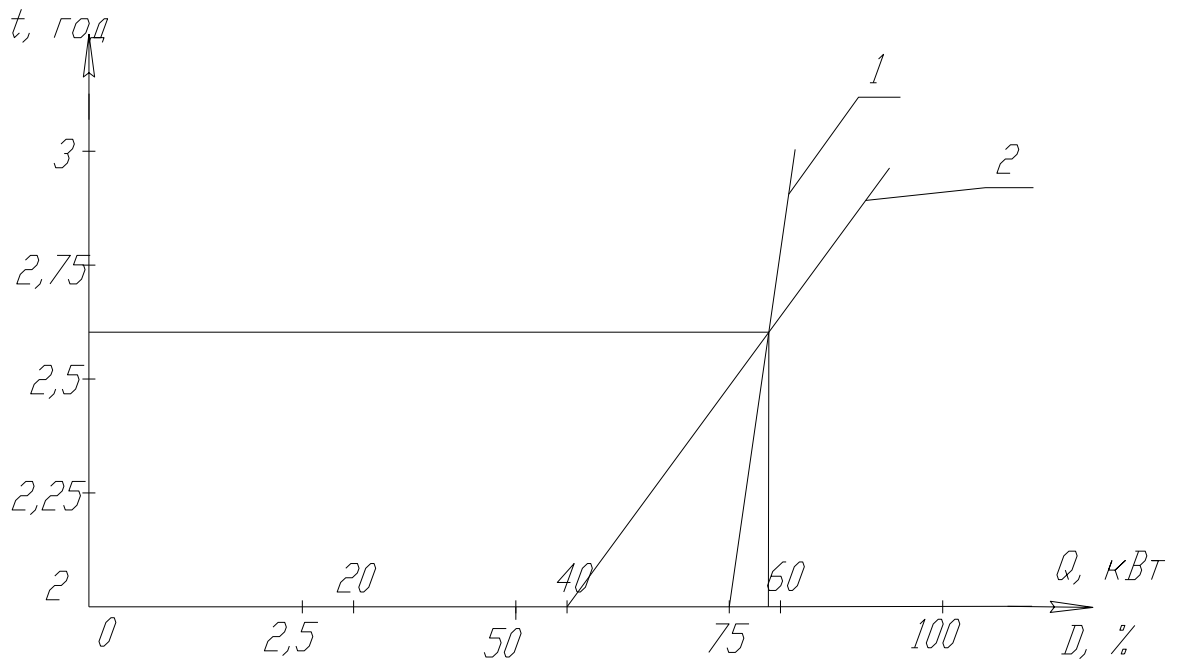


Рисунок 3.2 – Графік пропускання світла фарфоровою суспензією в залежності від часу помолу

Як відомо, якість помолу сировини залежить від часу помолу. Тобто із збільшенням часу помолу речовини збільшується витрати електроенергії. Двигун шарового млина споживає (потужність $P = 20$ кВт) 20 кВт/год. Зобразимо криву споживання енергії на рис. 6.2 (крива 2).

В точці А (рис. 6.2) отримаємо перетин двох кривих. На перетині двох кривих буде найоптимальніший час помолу ($t = 2,6$ год) котрий задовільняє необхідні вимоги до якості помолу, при найменшій витраті електроенергії.

З вище проведених досліджень можна зробити такі висновки та рекомендації:

- 1) Для дотримання вимог до якості помолу речовини враховуючи найменші енергетичні витрати, необхідний час помолу компонентів у шарових млинах становить 2,6 години;
- 2) при помолі сировини у шарових млинах рекомендований проміжок часу оптична щільність розчину буде складати

$$D = \lg 100 - \lg 86 = 0,43$$

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Вимоги при гасінні електроустановок на автоматичній системі приготування фарфорової маси

Протипожежні вимоги до електроустаткування, яке застосовується на заводах, визначаються в залежності від пожежо- та вибухонебезпечності виробництва в певному цеху.

Всі виробничі приміщення в цьому відношенні поділяються на такі класи:

П—I, П—II і П—IIa — приміщення, небезпечні тільки що до пожежі;

В—I, В—Ia і В—Iб — приміщення, небезпечні щодо вибуху парів і газів;

В—II і В—IIa — приміщення, небезпечні щодо вибуху пилу та горючих волокон.

В нашому випадку, автоматизована дільниця відноситься до класу П-II, так як на ній не використовуються небезпечні гази та пари, але є небезпека виникнення пожежі від електроустаткування.

Під час роботи генераторів, електродвигунів, трансформаторів, випрямлячів, розподільних пристроїв тощо буває надмірне нагрівання ізоляції обмоток та інших елементів, що може призвести до пожежі.

Іскріння та електричні дуга, що виникають під час аварій і вимикання струму, можуть стати причиною спалаху накопиченого пилу й горючих газів. Тому залежно від пожежної безпеки виробництва застосовується електроустаткування різних конструкцій, які перешкоджають виникненню пожежі.

За конструктивним виконанням електричні машини і апарати (двигуни, генератори, реостати, рубильники та ін.) поділяються на відкриті, закриті й вибухозахищені.

Вибухозахищеним називається електроустаткування, що має одне з виконань, яке забезпечує надійність його застосування в умовах вибухонебезпечних приміщень та зовнішніх установок всіх або тільки декількох класів, і затверджене уповноваженою на це організацією. Воно може бути вибухонепроникним, підвищеної надійності проти вибуху, з масляним наповненням, продувним під надмірним тиском, іскробезпечним і спеціальним.

На підприємствах обирають засоби гасіння пожеж в залежності від технологічних умов об'єкта. Засобами гасіння пожеж є: вода й водяна пара; піна; інертні гази — азот і вуглекислота; пісок (земля) і клапти щільної тканини — повсть та азбест.

Щоб ліквідувати горіння, треба: а) припинити виділення тілом, що горить, горючих газів і парів, ізолювавши їх середовищем, яке не підтримує горіння; б) охолодити це тіло нижче температури його спалаху або займання; в) видалити горючі тіла (речовини).

Перші два способи здійснюються засобами пожежогасіння, а третій — за допомогою розкривання й ламання найближчих до місця пожежі спалимих конструкцій, видалення або змочування водою горючих матеріалів.

Актуальним є спосіб утворення повітряно-механічної піни, до складу якої входить близько 90% повітря, 9,8—9,6% води і 0,2—0,4% піноутворювача. Для одержання повітряно-механічної піни застосовують спеціальні повітряно-пінні стволи продуктивністю від 2,5 до 10 й більше кубометрів піни на хвилину.

Гасіння інертними газами — вуглекислотою та азотом відбувається за рахунок зниження процентного вмісту кисню в повітрі, внаслідок чого уже при 12—15% вуглекислого газу в ньому горіння припиняється. Через те що гасіння вуглекислим газом провадиться за допомогою сніжної вуглекислоти, остання

значно знижує температуру тіл, які горять. Вуглекислота перешкоджає виходові горючих парів і газів з тіла, яке горить.

Для гасіння пожеж електроустаткування, двигунів та інших машин застосовують сухі порошкові (рис. 4.1) та вуглекислотні (рис. 4.2) вогнегасники. Щоб тримати вогнегасники у бойовій готовності, треба постійно доглядати за ними.

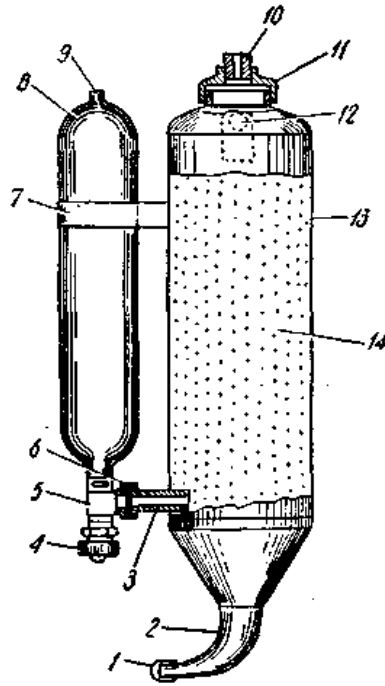


Рисунок 4.1 - Сухий порошковий вогнегасник «Тайфун»:

1- ковпачок який закриває сприск сопла; 2 — сопло; 3 — ніпель; 4 — маховичок вентиля; 5 — вентиль; 6 — сполучна гайка; 7 — хомут; 8 — балон з рідкою вуглекислою; 9 — температурний запобіжник; 10 — запобіжник; 11 - кришка; 12 — вушко для підвішування вогнегасника; 13 — корпус; 14 — вогнегасний порошок.

З пересувних вогнегасників найбільш поширені піногони та вуглекислотні вогнегасники.

За принципом будови і дії піногон подібний до вогнегасників ОП-3 та ОП-5. Для зручності пересування його встановлюють на двоколісному ручному ходу.

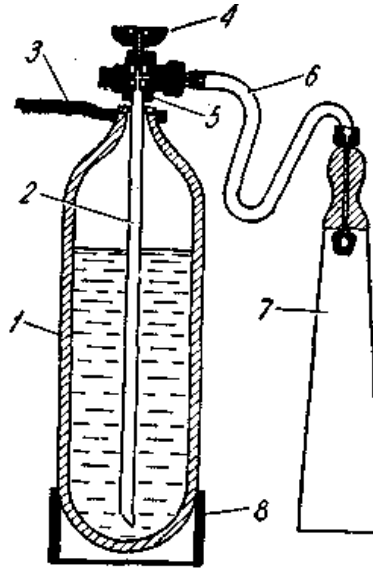


Рисунок 4.2 - Вуглекислотний вогнегасник:

1 — сталевий балон; 2 — сифонна трубка; 3 — рукоятка; 4 — запірно-пусковий вентиль; 5 — запобіжник; 6 — гумовий рукав; 7 — дифузор; 8 — підставка.

Пересувні вуглекислотні вогнегасники випускаються кількох типів, що відрізняються один від одного кількістю балонів. Вуглекислотний вогнегасник складається з рами, встановленої на двох колесах, балонів з вуглекислотою, вентиля ручного вмикання, колектора та змінного розтруба з шлангом.

4.2. Підвищення стійкості роботи об'єктів господарської діяльності в умовах дії електромагнітного імпульсу ядерних вибухів

Ядерний вибух супроводжується електромагнітним імпульсом у вигляді потужного короткого імпульсу, що головним чином вражає електричну та електронну апаратуру. По природі електромагнітний імпульс (ЕМІ) можна порівняти з електромагнітним полем блискавки, що створює завади для електроприймаючої апаратури. ЕМІ базується на гамма-випромінюванні, що виникає під час вибуху, з атомами навколишнього середовища. Район взаємодії гамма-випромінювання з атмосферою – район джерела ЕМІ.

При висотному ядерному вибуху гама-кванти проходять сотні кілометрів до взаємодії з молекулами повітря, проникаючи глибоко в атмосферу. Тому розміри району джерела є досить великими. При висотному вибуху потужного ядерного заряду утворюється район джерела ЕМІ до 1600км., і товщиною близькою двадцяти кілометрам.

Основними параметрами ЕМІ, що відображають вражаючу дію є характер зміни напруженості електричного та магнітного поля в часі (форма імпульсу), та максимальна напруженість поля (амплітуда імпульсу).

ЕМІ наземного ядерного вибуху на відстані кількох кілометрів від центра вибуху являє собою одиничний сигнал з крутим переднім фронтом та тривалістю кілька десятків мілісекунд. Амплітуда ЕМІ підземного та підводного вибуху значно менша амплітуди ЕМІ при вибуху в атмосфері.

На утворення ЕМІ витрачається невелика доля ядерної енергії, проте він здатний викликати великі імпульси струмів та напруги в провідниках та кабелях повітряних та підземних комунікацій.

Дія ЕМІ може привести до згоряння чутливих електричних та електронних елементів, що зв'язані з антенами чи відкритими провідниками, а також до серйозних порушень в роботі цифрових та контрольних пристроїв, як правило без зворотної дії.

Отже, необхідно врахувати вплив ЕМІ на всі електричні та електронні схеми. Для найважливіших пристроїв необхідно застосувати різні способи захисту та підвищувати їх стійкість до ЕМІ.

Найбільш вразливі до дії ЕМІ системи зв'язку, сигналізації, керування. Застосовані в цих системах кабелі та пристрої мають граничну електричну міцність не більше 10 кВ імпульсної напруги, що значно менше напруги ЕМІ ядерного вибуху.

Особливо уражається дією ЕМІ радіоелектронна апаратура, виконана на напівпровідниках та інтегральних мікросхемах, що працює на малих струмах та чутлива до впливу зовнішніх електричних та магнітних полів. ЕМІ пробиває ізоляцію, викликає короткі замикання в радіо пристроях або повністю знищує магнітні записи.

Встановлено, що при дії ЕМІ на апаратуру, найбільша напруга подається на вхідні контакти. В транзисторах спостерігається така залежність: чим вищий коефіцієнт підсилення, тим менша його електрична міцність.

ЕМІ також пошкоджує транзистори, викликає іскріння і їх між контактних з'єднаннях і деяких областях провідної поверхні. Це призводить до локального нагріву та порушення опору покриття. Для резисторів типу МЛТ та прецизійних, гранична напруга ≤ 10 кВ.

Найбільшу небезпеку ЕМІ складає для апаратури, що встановлена в особливо міцних спорудах, які витримують важкі надлишкові тиски ударної хвилі ядерного вибуху. В таких приміщеннях апаратура не виходить з ладу від механічних пошкоджень, проте ЕМІ може вивести з ладу всю незахищену апаратуру системи. Слід зазначити, що найбільших значень набувають напруги, що виникають між жилою кабелю та землею.

Напруженість електромагнітного поля всередині споруди в ряді випадків недостатня, для виводу з ладу обладнання, проте такі поля здатні викликати короточасний збій в роботі радіотехнічних засобів.

Таким чином, ЕМІ ядерного вибуху ефективно вражає електрорадіотехнічні пристрої, тому при вирішенні задачі підвищення стійкості роботи об'єктів у військовий час, важливо правильно оцінити ймовірність пошкодження систем керування, та знайти методи боротьби з наслідками такого впливу та захисту від проникнення імпульсів електромагнітної енергії у внутрішні кола обладнання.

4.3 Методи захисту від дії ЕМІ

Надійний захист системи керування можна забезпечити при комплексному рішенні проблеми, що включає питання як оцінки ймовірності пошкодження апаратури в результаті дії ЕМІ, так і визначення шляхів та способів боротьби з наслідками.

В кожному конкретному випадку повинно бути знайдено найбільш ефективні та економічно-доцільні засоби захисту електронної апаратури. Серед

усіх методів найпоширенішим є метод екранування та заземлення окремих частин системи, застосування пристроїв, що запобігають перенапруженню.

Металеві екрани відбивають електромагнітні хвилі та гасять високочастотну енергію в металевій товщі. Крізь систему заземлення струм ЕМІ стікає у землю. Товщину екрана та послаблення, що отримується з допомогою нього, можна розрахувати, знаючи потужність та густину потоку випромінювання, параметри екрану, частоту ЕМІ.

Для розширення спектру поглинання частот електромагнітних хвиль застосовують різноманітні типи екранів: з використанням різних матеріалів.

Стінки екранів можуть будуватись, як зображено на рис. 4.3

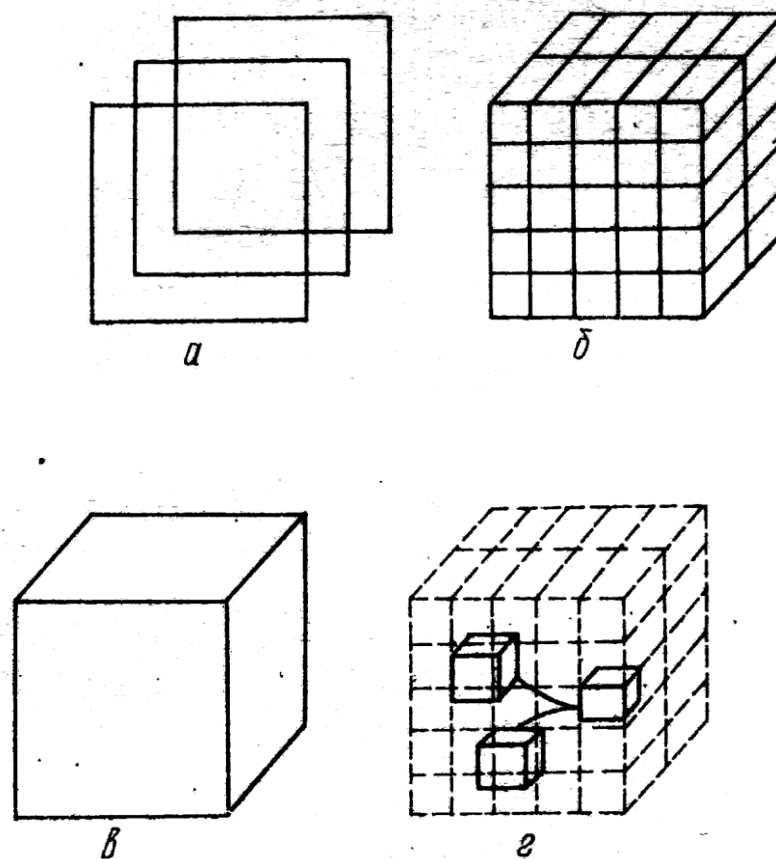


Рисунок 4.3. - Конструкції екранів:

а) зварна конструкція із замкнутих витків; б) зварна решітка з прутками, що пересікаються; в) оболонковий екран; г) для екранування окремих важливих елементів невеликого об'єму

З'єднувальна кабелі – невід'ємна частина електротехнічної системи, також потребують захисту. Напруги, що виникають під дією ЕМІ залежать від конструкції кабелів, природи кінцевих навантажень та конструкції роз'ємів, якості монтажу кабелю і зовнішнього оточення при його використанні.

Для захисту з'єднувальних кабелів їх прокладають в земляних приміщеннях під цементною чи бетонною підлогою; або поміщають в спеціальні металеві коробки, які заземлюють.

Часто для захисту від ЕМІ застосовують розрядники, що встановлюють на входи та виходи апаратури. В повітряних та підземних лініях електрозв'язку, основними функціями електророзрядника – детектувати імпульс та розімкнути лінію, або відвести енергію. Існує два основних типи розрядників – „м'які” та „жорсткі” обмежувачі. „М'які” – нелінійні опори, що залежать від напруги (конденсатори, варистори); „жорсткі” – пристрої з пробоем (газові розрядники, діоди, кутові загороджувачі та інші). Довговічність розрядника повинна відповідати терміну служби системи, що захищається.

Для різного роду систем та матриць опір ліній електропередач - найбільш небезпечна (вертикальна) складова напруженості електричного поля, утвореного ЕМІ. В зв'язку з цим для їх захисту доцільно застосовувати грозозахисні пристрої та розрядники.

На основі вище написаного можна зробити висновки, що вхідні кола апаратури мають бути захищені, навіть тоді, коли вибух в районі даного об'єкту не очікується. Стійкість обладнання до дії ЕМІ в великій мірі залежить від справності та наявності засобів захисту. До важливих вимог належить періодична перевірка електричної міцності ізоляції лінії та вхідних кіл апаратури. Виявлення та усунення пошкодження заземлення, контроль справності розрядників, плавких вставок, тощо.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі було розроблено автоматизовану систему для формування фарфорової суміші із рідкої суспензії у масозаготівельному цеху ВАТ „Тернопільський фарфоровий завод”.

Розроблена автоматизована система, в порівнянні з існуючою, має ряд переваг. Вона дозволяє:

- зменшити час закачування фарфорової суспензії у камери фільтр–преса за рахунок модернізації мембранного насосу;
- полегшити розвантаження фільтр–пресів за рахунок розробленого пристрою звільнення плит фільтр–пресів від коржів фарфорової маси;
- автоматизувати етап розвантаження технологічного процесу за рахунок розробленого пристрою розвантаження вакуум–м’ялок.
- якісно покращити процес управління технологічним обладнанням за рахунок розробленої сучасної системи керування

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник. – Тернопіль: ТНТУ, 2020. – 80 с.
2. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навчальний посібник / Куцик А., Місюренко В.. — Львів: Львівська політехніка, 2011. — 200 с.
3. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: Навчальний посібник / Пупена О.М., Ельперін І.В.. — К.: Ліра-К, 2013. — 376 с..
4. Французова И.Г. «Общая технология фарфорового производства» М.: Высшая школа, 1987-570 с.
5. Ильевич А.П. «Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров» М.: Высшая школа, 1979-344с.
6. Справочник по производству фарфоровых изделий. Петров И.С. М.: Высшая школа, 1983, - 315с.
7. Дроздов Н.Б. «Механическое оборудование керамических предприятий» М.: Машиностроение; 1975., - 250 с.
8. Ах'ян В.В. «Механическое оборудование фарфоро – фаянсовой промышленности» М.: Машиностроение; 1981., - 280 с.
9. Общая технология фарфоровой промышленности под. Ред. Зайцева И.Р.; М.: Высшая школа; 1979., - 211 с.
10. Нинаев И.А. «Поршневые кривошипные насосы» Л.: Машиностроение; 1983., - 176 с.
11. Галкін П. В., Ключник І. І. Програмування ПЛК в CODESYS : навчальний посібник. Харків : ФОП Панов А. М., 2019. – 92 с.

12. Заплетаин В.А. Конструирование деталей механических устройств: Справочник. Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1990. - 667 с.
13. Клокова Н.П. Тензорезисторы. - К.: Машиностроение, 1990. - 224 с.
14. Справочник конструктора приборостроения / Г.А.Веркович, А.П. Головенкин, В.А. Голубков и др.; Под общ.ред. К.Н.Явлинского, Б.П.Тимофеева, Е.Е.Чаадаева. - Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. - 792 с.
15. Полищук Е.С. Измерительные преобразования - К.: Вища школа, 1981. - 296 с.
16. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин. - М.: Энергия, 1966. - 690 с.
17. Автоматизированная система управления предприятием. /Под ред. Власова Б.В. - М.: Высшая школа, 1977. - 224 с.
18. Автоматизированные системы управления предприятиями. /Под ред. Четверикова В.Н. - М.: Высшая школа, 1979. - 303 с.
19. Житецкий В.Ц. Основы охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
20. Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
21. Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302 с.
22. Каммерер Ю.Ю., Харкевич А.Е. Неотложные аварийные работы на коммунальных сетях в очаге ядерного поражения. – М. : Стройиздат, 1972.
23. Цивилев М.П. и др. Инженерно-спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы в очаге ядерного поражения. – М. : Воениздат, 1975. – 224 с.
24. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В.С.Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336 с.