

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Сергій ПЕРЕСАДА

“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

зі спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

освітня програма – електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність

на тему: Електропривод машини для пошиття засобів індивідуального захисту

Виконав : студент 4 курсу, групи ЕП-71

_____ Рибак Максим Пантелеймонович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник к.т.н., доцент Пушкар Микола Васильович – _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Консультант _____
(назва розділу) (посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.



Студент: Рибак М.П.

(підпис)

Київ – 2021 р.

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	141.7111.024.БР	Пояснювальна записка	83	
3	A1	141.7111.024.БР	Зовнішній вигляд машини для пошиття засобів індивідуального захисту	1	
4	A1	141.7111.024.БР	Схема електрична принципова	1	
5	A1	141.7111.024.БР	Схема розподільчої шафи	1	
6	A1	141.7111.024.БР	Схема з'єднань системи керування	1	

					141.7111.024.БР		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рибак М.П.			«Електропривод машини для пошиття засобів індивідуального захисту»	Літ.	Арк.
Перевір.		Пушкар М.В.					2
						83	
Н. Контр.						НТУУ «КПІ», ФЕА Кафедра АЕМС-ЕП Гр. ЕП-71	
Затверд.		Пересада С.М.					

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: ЕЛЕКТРОПРИВОД МАШИНИ ДЛЯ ПОШИТТЯ ЗАСОБІВ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет електроенерготехніки та автоматики

Кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – електромеханічні системи автоматизації, електропривод та електромобільність

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Сергій ПЕРЕСАДА**
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Рибак Максим Пантелеймонович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Електропривод машини для пошиття засобів індивідуального захисту _____

науковий керівник проекту к.т.н., доцент. Пушкар Микола Васильович _____ ,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом проекту 11.06.2021р _____

3. Об'єкт дослідження: напіваавтоматичний агрегат ПСР-002 для пошиття засобів індивідуального захисту _____

4. Предмет дослідження автоматизація виробничого процесу напіваавтоматичного агрегату ПСР-002.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Аналітичний огляд. 2. Опис та вимоги до системи керування. 3. Розробка функціональної схеми, розрахунок потужності електропривода. 4. Вибір обладнання та розробка шафи керування машиною. 5. Розробка системи автоматизації електропривода. 6.

Експериментальне дослідження системи атоматизації шляхом математичного моделювання.

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу 1. Зовнішній вигляд машини для пошиття засобів індивідуального захисту. 2. Схема електрична принципова. 3. Схема розподільчої шафи. 4. Схема з'єднань системи керування.

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

* Якщо визначені консультанти. Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

9. Дата видачі завдання 01.04.2021

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання	Примітка
1	Аналітичний огляд	До 26.04.2021	
2	Опис та вимоги до системи керування	До 30.04.2021	
3	Розробка функціональної схеми, розрахунок потужності електропривода	До 28.04.2021	
4	Вибір обладнання та розробка шафи керування машиною	До 10.05.2021	
5	Розробка системи атоматизації електропривода	До 17.05.2021	
6	Експериментальне дослідження системи атоматизації шляхом математичного моделювання	До 24.05.2021	
7	Графічна частина	До 31.05.2021	
8	Оформлення пояснювальної записки	До 11.06.2021	
9	Підготовка доповіді на захист дипломного проекту	До 12.06.2021	

Студент


 (підпис)

Максим РИБАК
 (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації



Микола ПУШКАР
 (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ



Дипломний проект містить 83 сторінки, з них 78 – основного тексту, 44 рисунків, 10 таблиць, 4 аркуші графічної частини.

Мета проекту є автоматизація електроприводу машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання.

В даній роботі було розроблено систему керування напівавтоматичним агрегатом ПСР-002. Системи автоматизації, системи керування електроприводами використані в опрацюванні поставленої задачі.

На основі ПЛК реалізована система керування. Методом математичного моделювання визначено, що система повністю відповідає вимогам поставленої задачі.

АГРЕГАТ, ПЛК, СТАНОК, ДВИГУН, РЕДУКТОР, ОБЛАДНАННЯ, РЕСПИРАТОР, МАШИНА, НАПІВАВТОМАТИЧНИЙ, ПРОГРАМА, ВІЗУАЛІЗАЦІЯ, ТЕРМОРЕГУЛЯТОР.

					141.7111.024.БР			
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Рибак М.П.				«Електропривод машини для пошиття засобів індивідуального захисту»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Пушкар М.В.						6	83
Рецензент						НТУУ «КПІ», ФЕА Кафедра АЕМС-ЕП Гр. ЕП-71		
Н. Контр.								
Затвердив	Пересада С.М.							

ABSTRACT



The diploma project contains 83 pages, from them 78 - the main text, 44 figures, 10 tables, 4 sheets of a graphic part.

The purpose of the project is to automate the electric drive of the machine for sewing personal respiratory protection.

In this work, a control system for the semi-automatic unit PSR-002 was developed. Automation systems, control systems for electric drives are used in the processing of the task.

A control system is implemented on the basis of the PLC. The method of mathematical modeling determined that the system fully meets the requirements of the problem.

AGGREGATE, PLC, MACHINE, ENGINE, REDUCER, EQUIPMENT, RESPIRATOR, MACHINE, SEMI-AUTOMATIC, PROGRAM, VISUALIZATION, THERMOREMULATION.

					141.7111.024.БР			
Змн.	Лист.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Рибак М.П.				«Електропривод машины для пошиття засобів індивідуального захисту»	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив	Пушкар М.В.						7	81
Рецензент						НТУУ «КПІ», ФЕА Кафедра АЕМС-ЕП Гр. ЕП-71		
Н. Контр.								
Затвердив	Пересада С.М.							

Зміст

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	11
1.1 Засоби індивідуального захисту органів дихання	11
1.2 Опис технологічного процесу виробництва респіраторних півмасок.....	18
1.3 Загальні відомості про машину для пошиття засобів індивідуального захисту	21
Висновки по розділу.....	28
2 ОПИС ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ	29
2.1. Призначення напівавтомата ПСР-002	29
2.2 Вимоги до системи автоматичного керування	29
2.3 Будова напівавтомата ПСР-002.....	29
2.4 Опис роботи апарату	31
Висновки по розділу.....	34
3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ, РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА	35
3.1 Функціональна схема	35
3.2 Розрахунок параметрів електродвигуна головного шпинделя	37
3.3 Редуктор черв'ячного типу Ч-100-63-51.....	40
Висновки по розділу:	42
4 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРОБКА ШАФИ КЕРУВАННЯ МАШИНОЮ	43
4.1 Розподіл обладнання на конструктиви	43
4.2 Вибір обладнання та розробка шафи керування	47
Висновки по розділу.....	62
5 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДА	63
5.1 Технічне завдання	63
5.2 Задані умови роботи схеми	63
5.3 Синтез системи керування	65
5.4 Написання програми для програмованого логічного контролера Lovato KINCO LRD20RD024P1	67
Висновки по розділу.....	70
6 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ШЛЯХОМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	71
6.1 Програма на мові LD в середовищі програмування CODESYS.....	71
6.2 Візуалізація програми за допомогою інструментів Codesys.....	73
Висновки по розділу.....	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	79
ЛІТЕРАТУРА.....	81

ВСТУП

Актуальність роботи:

Технологія та обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різномірних листових термопластичних матеріалів і переважно може бути використана для збірки респіраторів методом одномоментного точкового термічного зварювання завдяки високій температурі 135°C. нетканких і волокнистих шарів фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів в технологічному циклі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання. Засоби індивідуального захисту застосовуються в різних галузях промисловості: гірничодобувній, металургії, виробництві будівельних матеріалів, хімічній, в переробці і утилізації відходів/сміття; в рудниках і шахтах, в сільському господарстві. В даний час респіратори, напівреспіратори, півмаски та звичайні медичні маски активно застосовуються для запобігання поширення захворюваності від COVID-19. Для збільшення продуктивності обладнання необхідно його модернізувати з використанням сучасних засобів автоматизації.

Мета роботи і задачі дослідження:

Підвищення ефективності електроприводу машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання, розробивши автоматизовану систему керування застосувавши сучасні методи керування технологічними та енергетичними параметрами.

Методи дослідження:

Експериментальне дослідження системи автоматизації в програмному комплексі CODESYS.

Об'єкт дослідження:

Напівавтомат ПСР-002, що використовує метод термозварювання нетканного матеріалу для збірки респіраторних півмасок.

Предмет дослідження:

Технологічний процес виготовлення засобів індивідуального захисту та його автоматизація.

Вимоги до системи автоматичного керування:

Система автоматичного керування повинна забезпечувати виконання заданої послідовності технологічних операцій з дотриманням вимог безпеки праці та продуктивності. Апарат циклічного кулачкового дії з електромеханічним приводом. Автоматично виконуються наступні операції: формування краю фільтруючого матеріалу і його загинання, кріплення деталей респіратора точкової термофіксацією матеріалів з пресуванням і видача готового респіратора. Операції виконуються за один цикл роботи апарату.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Засоби індивідуального захисту органів дихання

ЗІЗ органів дихання повинні забезпечувати очищення повітря у фільтрах до значень, відповідних вимогам нормативно-правових актів та своєчасне використання респіраторів протягом всієї зміни або коли кількість шкідливих домішок перевищує гранично допустимі значення.

Надійне ізолювання органів дихання від шкідливого навколишнього середовища досягається у півмасках, лицева частина яких виконана з повітропроникного фільтруючого матеріалу, завдяки використанню смуги обтюраторії зі змінною геометрією, яка може видозмінюватись враховуючи антропометричні відмінності обличчя (рис. 1.1, рис. 1.2, рис. 1,3) або повітронепроникного матеріалу, наприклад силікону, який добре може повторювати контури обличчя(рис. 1.4) [1].

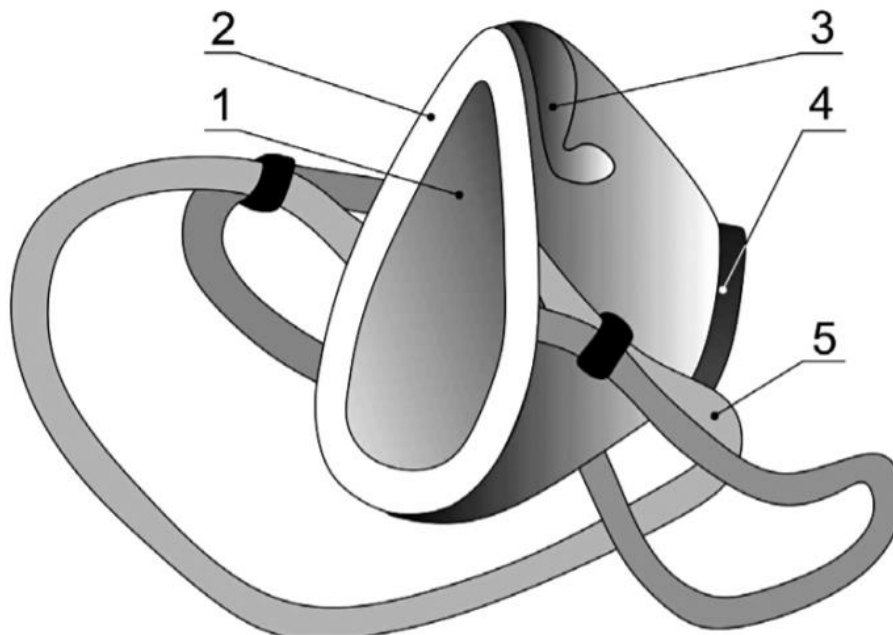


Рисунок 1.1 – Респіратор «Акація» FFP2: багатошарова фільтруюча півмаска 1, споряджена обтюратором 2 і гнучкою притисною пластинкою 3, вузол клапана видиху 4, наголів'я регульованої довжини 5.

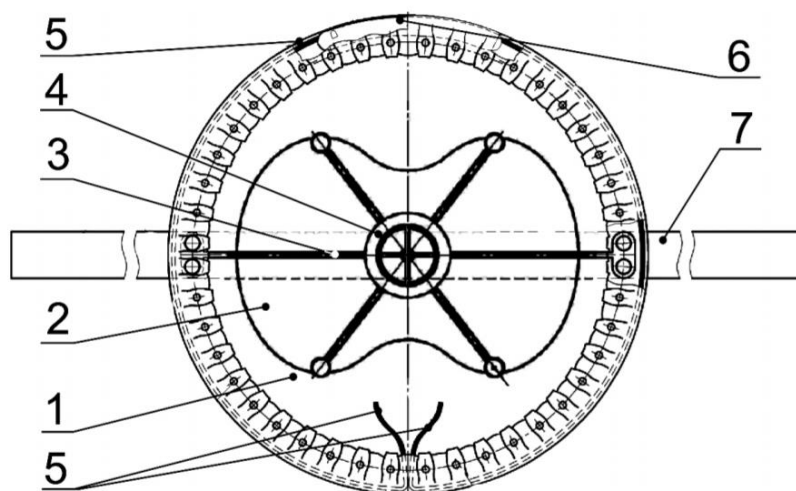


Рисунок 1.2 – Протипиловий респіратор «Хібіні» FFP2: змінна фільтруюча півмаски 1, вологопоглинаючий вкладиш 2, розпірки 3, вузол клапана видиху багаторазового використання 4, еластичний шнур 5, гнучка металева пластинка 6, стрічки наголів'я 7.

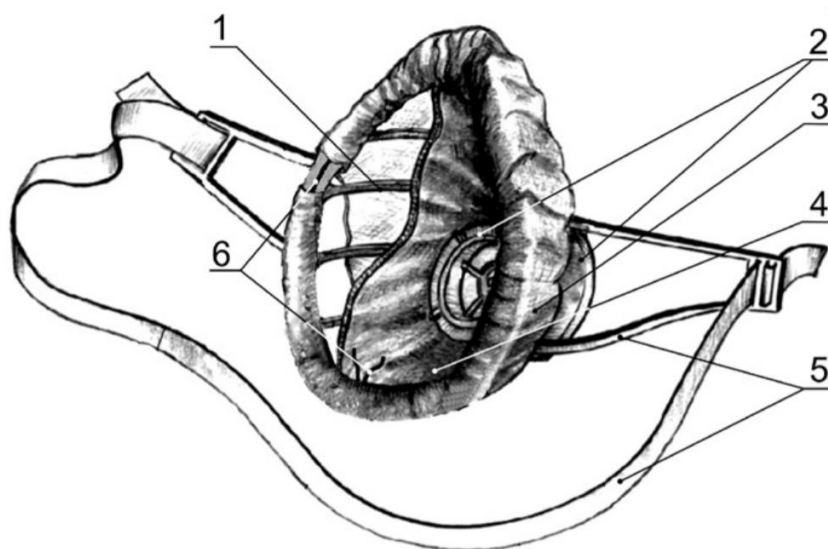


Рисунок 1.3 – Респіратор «Сніжок» ГП: півмаска, каркас 1 котрої, споряджений замінимими протипиловим фільтром (FMP2) 3 та протигазовим фільтром (FMГаз1) 4, вузол клапана видиху 2, наголовного гарнітура 5.

Приклад ЗІЗОД з спеціальним ущільнювачем за смугою обтюрації респіратор SoftSeal Masks фірми Sierra Safety зображено на рисунку 1.2

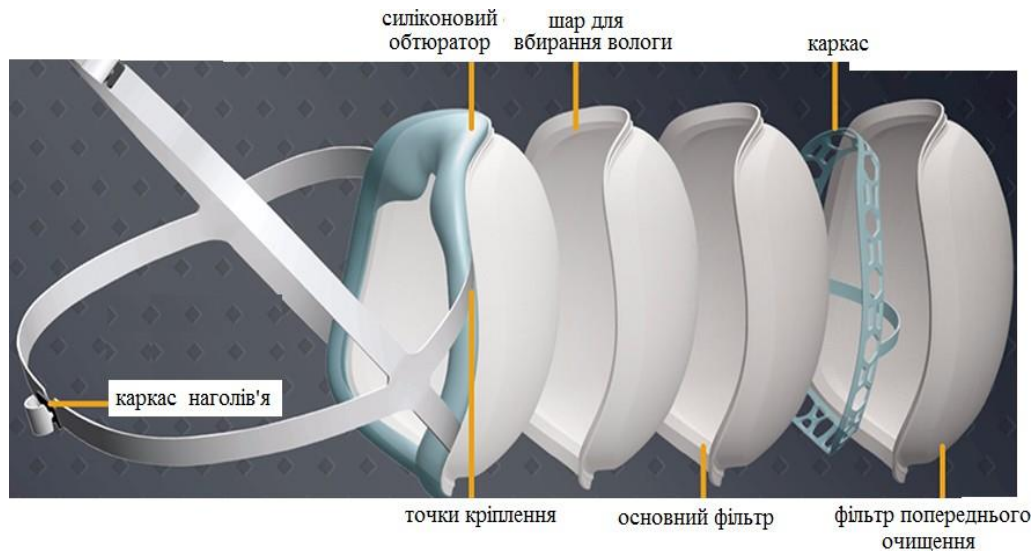


Рисунок 1.4 – Приклади ЗІЗОД з спеціальним ущільнювачем за смугою обтюрації респіратор SoftSeal Masks фірми Sierra Safety.

Слабким місцем обтюратора є зона перенісся, де і фіксується найбільша кількість підсмоктувань нефільтрованого повітря [2] табл. 1.1. Тому зусилля виробників направленні на вивчення змін антропометричних параметрів обличчя, зумовлених віком, умовами праці, національністю та інших. Це дозволяє побудувати найбільш прийнятний контур ущільнювача півмаски з використанням сучасних 3d-технологій.

Таблиця 1.1 -Розподіл місць просочування аерозолі за смугою обтюратора

Підгрупа, що перевірялась	Кількість учасників у яких було зафіксовано підсмоктування
Підсмоктування тільки біля носа	58
Підсмоктування біля носа і підбородка	24
Підсмоктування тільки за щоками	15
Підсмоктування біля носа і щік	26
Підсмоктування тільки у підборіддя	7

У випадку півмасок з еластомерною лицевою частиною, надійність

ізолювання залежить, від конструкції обтюратора та матеріалу з якого він виготовлений. Відомі наступні ущільнювачі між півмаскою і обличчям single- skin respirator seal (звичайна одиночна складка; буває пласкою (flat) та внутрішньою (inner fla)), airbag (надувний обтюратор).

Reflex (гнучка U-подібна складка, забезпечує дві смуги торкання) і double-bladed respirator seal (гофрований обтюратор з двома смужками торкання до обличчя) (рис. 1.5). Найкраща з них остання, але подібна конструкція значно зменшує внутрішній простір півмаски і тому використовується тільки в особливих випадках, наприклад у військових протигазах.

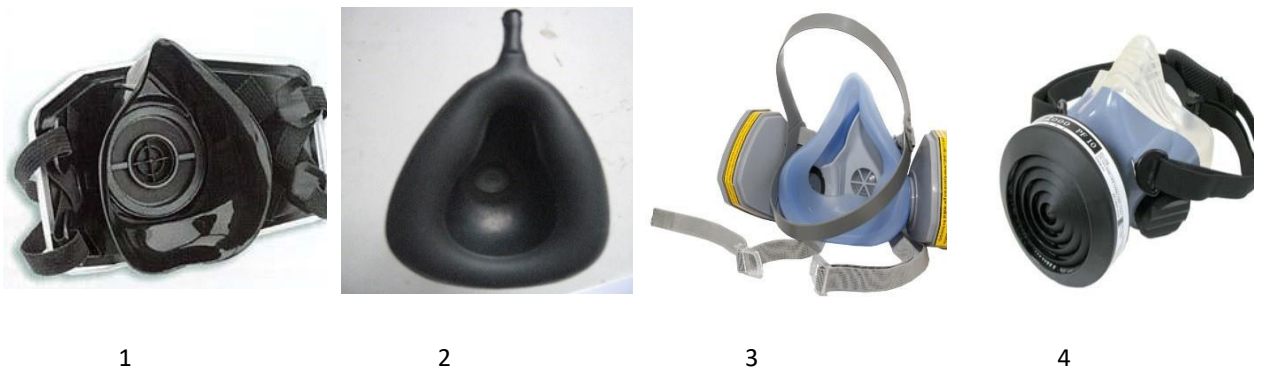


Рисунок 1.5. – Конструкції обтюраторів: 1 – одиночна складка;
2 –повітряний обтюратор; 3 – гнучкий и подібний обтюратор;4 –
гофрований обтюратор

У фільтруючих ЗІЗОД проникання аерозолів можливе, також, за рахунок конструкцій вузлів клапанів вдиху і видиху. Вони вирішують важливу задачу зменшують наявність вологи у підмасковому просторі і забезпечують його вентиляцію [10]. Однак через недосконалість конструкцій вузла клапана вдиху і видиху або його складових частин, можливе забруднення сідловини значно погіршуються ізолювальні властивості півмасок. Надійною конструкцією клапану видиху рахується грибкова (рис. 1.6).

Однак виробники сьогодні використовують більш прості дискові клапани.

Їх ефективність залежить від правильно підбраного матеріалу його товщини, зокрема і від комбінації між жорсткістю і еластичністю. Важливо, так підібрати ці параметри щоб клапан швидко спрацьовував при зміні фази дихання [4]. Клапани видиху зображено на рисунку 1.4.

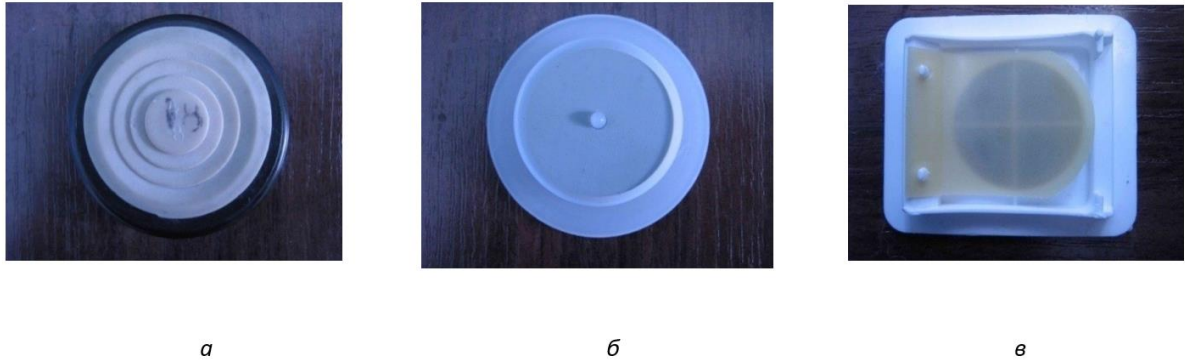


Рисунок 1.6. – Клапани видиху а – грибовий; б – дисковий; в – пелюстковий

Проблемним місцем практично кожного респіратора, як вказано вище є область перенісся, де фіксується майже 60 % всіх підсмоктувань за смугою обтюрації. Для вирішення цієї задачі у фільтрувальних півмасок використовують носовий затискач. Проблемою для виробників є вибір еластичного матеріалу для його виготовлення та розрахунок розмірів і вибір форми. Він в більшості випадків він являє собою пластинку з алюмінію, що може повторювати форму перенісся і тримати її певний час. Це здорожує півмаску і сприяє погіршенню герметичності після кілька разового одягання ЗІЗОД. Задачу можна вирішити за допомогою виготовлення спеціального каркасу, де буде передбачена можливість ущільнення проблемної ділянки зміною його геометрії та обтюратора, наприклад, у півмаски Мрія [5] (рис. 1.7).

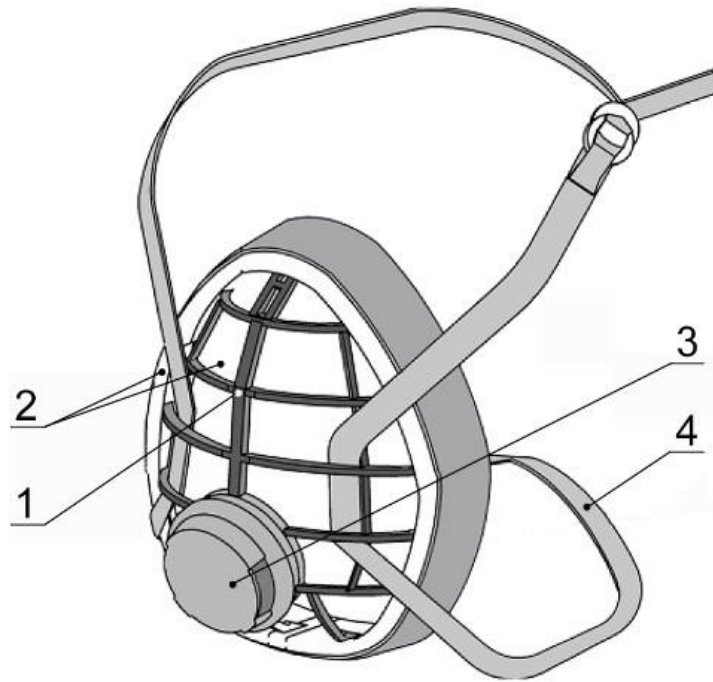


Рисунок 1.7. – Півмаска Мрія корпус 1 обтюратор 2, клапанний вузол 3, наголів'я з еластичної стрічки регульованої довжини 4.

У еластомерних півмасок – задача вирішується декількома шляхами. Найпростіший – це звуження обтюлятора; складніший – виготовлення гофрованої ділянки обтюлятора в цій області.

Важливим елементом забезпечення високих ізолювальних властивостей є наголів'я, яке відповідає за фіксацію півмаски на голові користувача та рівномірний розподіл зусиль за смугою обтюрації [9]. Існує чимало їх конструкцій, але частіше всього використовуються еластичні стрічки. Проблема над вирішенням якої сьогодні займаються провідні виробники – це пошук матеріалу, який забезпечував достатні притискні зусилля після декількох разів знімання одягання ЗІЗОД. Одним із перспективних напрямів є також відмова від використання стрічок. Складність використання, яких полягає ще й у визначенні їх місця кріплення, для забезпечення рівномірного притискання півмаски. д використання суцільного матеріалу. Так кріплення півмаски забезпечується за допомогою головного гарнітуру швидкого припасування з двох суцільних широких смуг, які кріпляться на голові (рис. 1.8).

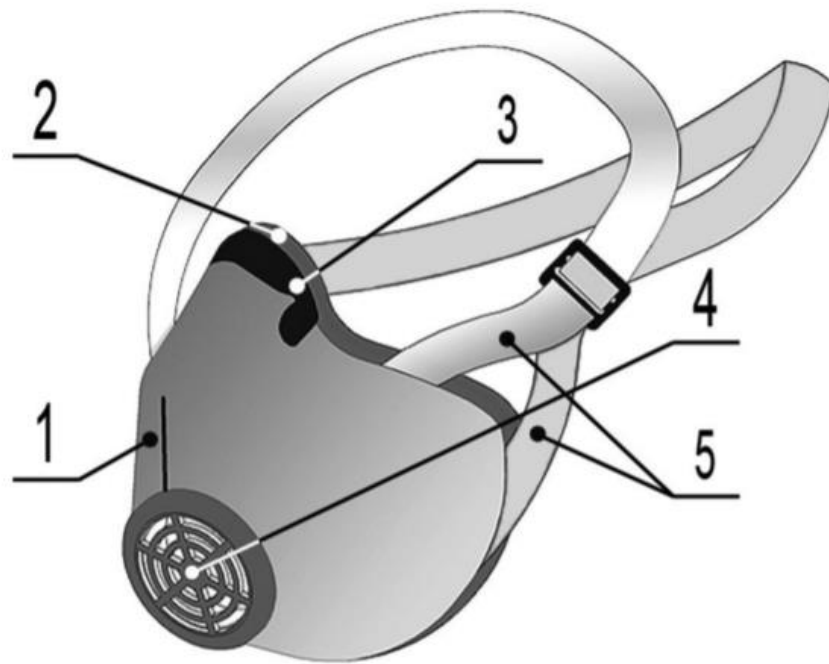


Рисунок 1.8 – Півмаска фільтрувальна з головним гарнітуром швидкого припасування

Ще однією важливою задачею є продовження терміну використання ЗІЗОД. Важливим питанням є їх утилізації у масовому масштабі, яка залишається відкритою. Рішення вбачається у використанні форфільтрів в комплекті зі змінними протиаерозольними високоефективними фільтрами. Хоча використання фільтрів попереднього очищення є досить поширеним у сучасних респіраторів. Більшість з яких виготовляють багат шаровими. Вирішення даної проблеми фахівці вбачають у використанні спеціальних матеріалів для використання ефекту автофільтрування, який значно збільшить термін захисної дії захисних пристроїв. При дії форфільта в режимі автофільтрації аеродисперсних частинок абсолютний (основний) фільтр не "спрацьовується". Його зміна здійснюється, коли опір диханню (сумарний опір форфільтра та абсолютного фільтра досягає критичної величини (>100 Па).

Користувач в цьому разі відчуває утруднення при диханні.

Якість сучасного респіратору залежить від трьох складових, якості фільтра, надійної герметизації між лицем і півмаскою і своєчасним його використанням протягом всієї зміни. Сьогодні промисловістю освоєно виготовлення високоефективних фільтрувальних елементів, для збільшення терміну захисної дії необхідно підібрати, розрахувати спеціальні фільтри попереднього очищення, які б працювали в режимі автофільтрування. Надійність герметизації є складною задачею, яка вимагає постійного пошуку нових рішень і в оцінці впливу антропометричних параметрів [8] обличчя і розрахунку каркасу півмасок розміщення наголів'я, підбору відповідного матеріалу для клапанів вдихання і видихання.

В комплексі всі рішення повинні направлені на підвищення комфорту використання півмасок, зменшення негативного впливу, больового відчуття, утруднення дихання, тобто забезпечення безперервного використання захисних пристроїв протягом роботи у небезпечних зонах.

1.2 Опис технологічного процесу виробництва респіраторних півмасок

Фільтруючі півмаски призначені для індивідуального захисту органів дихання від шкідливих полідисперсних аерозолів (пилу, диму, туману), в приміщеннях і на відкритому повітрі за умови присутності в повітрі робочої зони об'ємної частки кисню не менше 17%.

Фільтруючі півмаски забезпечують захист органів дихання від полідисперсних аерозолів:

- мінеральний пил (вугільний, наждачний, цементний скляний, вапняний, пил пігментів і добрив і т.д.);
- металевий пил (залізний, чавунний, сталевий, мідний, свинцевий і т.д.);
- дим і туман: масляний туман, зварювальний дим; возгони металів, радіоактивний пил;
- рослинний пил (прядив'яний, бавовняний, дерев'яний, тютюновий, борошняний, цукровий і т.д.);
- тваринний пил (вовняний, роговий, кістковий, шкіряний, пуховий і т.д.).

Респіраторна півмаска показана на рисунку 1.9.



Рисунок 1.9 – Респіраторна півмаска

Область застосування респіраторних півмасок:

- Гірничо-металургійна промисловість.
- Свинцево-цинкових і хіміко-металургійних підприємствах.
- Захист від зварювальних аерозолів на всіх виробництвах.
- Від радіоактивних аерозолів на атомних електростанціях.
- Заводи з виробництва будівельних матеріалів.
- Лісопильні підприємства.
- Агрохімія і професійне садівництво.
- У медицині (від бактерій туберкульозу, повітряно-крапельних інфекцій, грипу). Технологічний процес виготовлення фільтруючих півмасок [6] показано на рис.1.10.

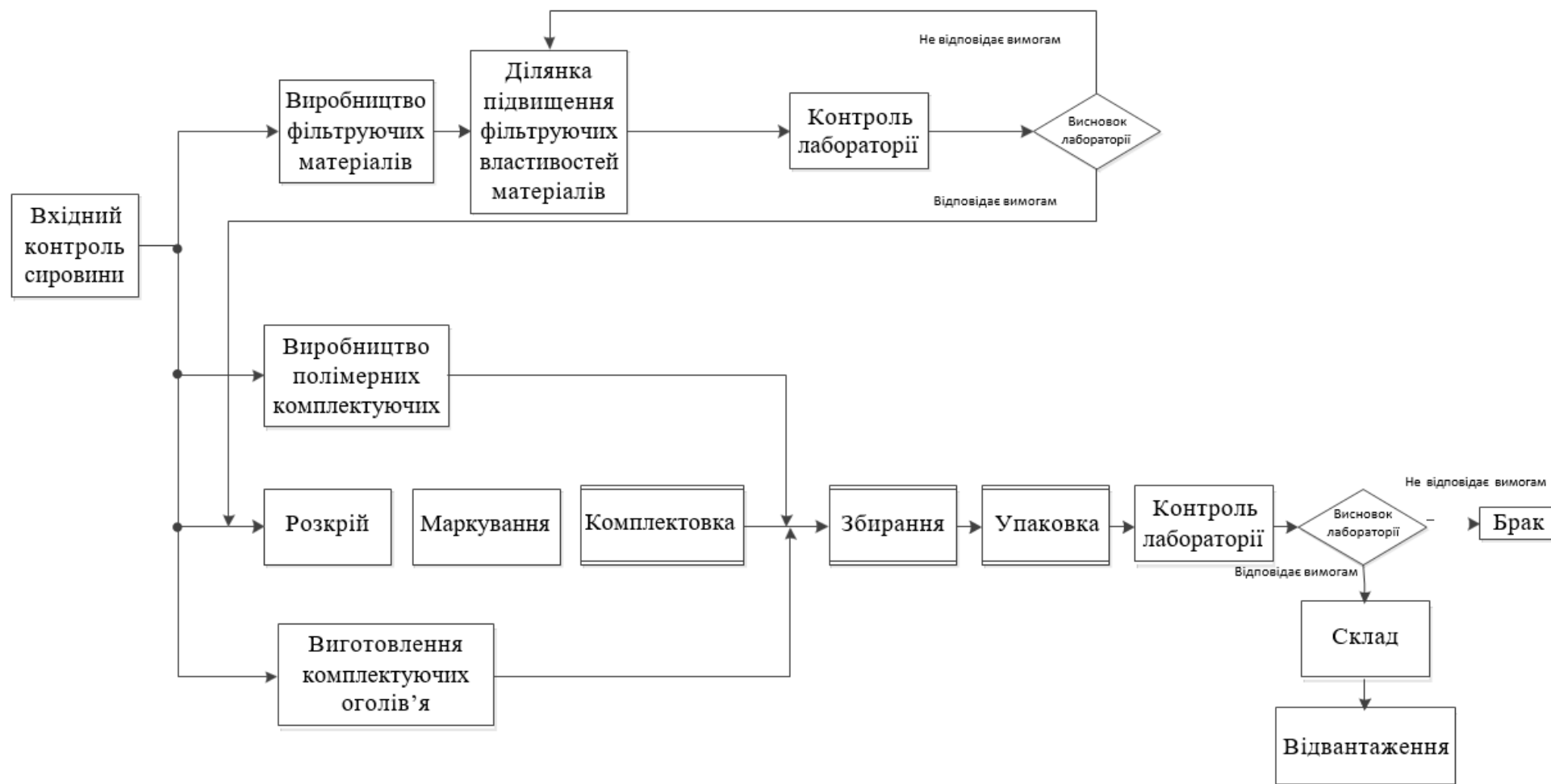


Рисунок 1.10 – Структурна схема технологічного процесу виробництва півмасок фільтруючих

Першим етапом виробництва є вхідний контроль сировини та комплектуючих. При вхідному контролі сировини визначається якість сировини і комплектуючих матеріалів встановленим вимогам відповідно до переліку вхідного контролю. Брак, виявлений при вхідному контролі підлягає утилізації або повернення постачальнику.

При виробництві фільтруючих матеріалів параметри установки регулюються вручну за результатами показань вимірювальних приладів: термоелектричний перетворювач типу ТХК-2488 - 4 шт. Регулювання температури здійснюється регуляторами температури по ПД закону. Виготовлений матеріал перевіряється в лабораторії на відповідність поверхневої густини опору постійному повітряному потоку за вимогами ТУ.

На ділянці підвищення фільтруючих властивостей фільтруючий матеріал пропускається через сильне електричне поле з напруженістю до 16 кВ / см. Джерелом напруги є 2 установки випрямні УВ-160. Після цього процесу лабораторія перевіряє поверхневу щільність, початковий опір і коефіцієнт проникнення на відповідність вимогам ТУ[7].

Поверхневу щільність фільтруючого матеріалу перевіряють за допомогою електронних аналітичних ваг з точністю 0,005 м. Згідно зі свідченням про калібрування ваг стандартна невизначеність вимірювань дорівнює 0,68 м

Визначення початкового опору проводиться за допомогою мікромановакууметра. Згідно зі свідченням про калібрування розширена невизначеність вимірювань становить 0,7 Па при $K = 2$.

Коефіцієнт проникнення визначають за допомогою фотометра. Згідно зі свідченням про калібрування розширена невизначеність вимірювань становить 6,53% при $K = 2,26$.

Процес виробництва полімерних комплектуючих відбувається на термопластавтоматах моделей ДЕ-3327 Ф1 і ДЕ-3132 однопозиційних з числовим програмним управлінням зусиллям замикання 0,5 МН (50 тс) і 1,0 МН (100 тс). Відбраковування полімерних комплектуючих проводиться оператором термопластавтоматів в момент виробництва.

На ділянці «Розкрій» проводиться настил матеріалів і розкрій матеріалів за допомогою шаблонів. Шаблони підлягають періодичній заміні. Шаблони заміряються за встановленою періодичністю за допомогою вимірювальної лінійки($\Delta = \pm 0,1$ мм).

Брак на ділянці виготовлення комплектуючих оголів'я обумовлений необхідністю налагоджування обладнання в процесі виготовлення. Налагоджування проводиться при виявленні невідповідностей оператором. На ділянці «Маркування» контролюється відповідність заготовок.

На ділянці комплектування перевіряють відповідність заготовок.

На ділянці «Збірка» оператор перевіряє виріб на відсутність дефектів.

Вироби, які мають дефекти відправляються на доопрацювання або бракуються.

При упаковці контролюється відповідність виробів і якість упаковки

З ділянки «Упаковка» вироби відбираються для перевірки в лабораторії.

Лабораторія видає результати вимірювань із зазначенням невизначеності:

- опір диханню;
- коефіцієнт проникнення.

З ділянки упаковки продукція надходить на склад, звідки відвантажується споживачеві.

1.3 Загальні відомості про машину для пошиття засобів індивідуального захисту

Машина для збірки респіраторних півмасок ПСР-002 відноситься до технології та обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різномірних листових термопластичних матеріалів і переважно може бути використано для напівавтоматичного збірки в пакет методом одномоментного точкового

термічного зварювання тканих і волокнистих шарів фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів в технологічному циклі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання, перш за все легенів респіраторів. Машина для збірки респіраторних півмасок ПСР-002 показана на рисунку 1.9:



Рисунок 1.9 – Машина для збірки респіраторних півмасок ПСР-002

Верстат для виробництва медичних масок, здійснює повний цикл виробництва медичної маски. Одразу використовує матеріал з 4-х рулонів зображено на рисунку 1.10

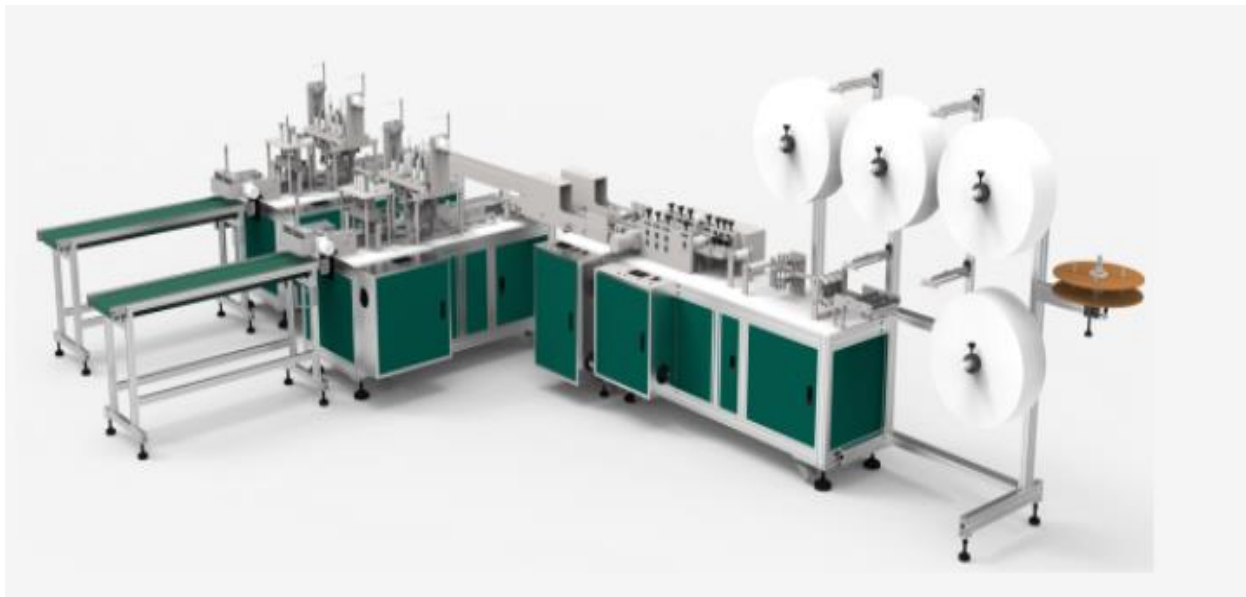


Рисунок 1.10 – Верстат для виробництва медичних масок



Рисунок 1.11 – Верстат для виробництва напівмасок типу «У»



Рисунок 1.12 – Ультразвуковий агрегат для виробництва респіраторних півмасок типу «Хібіни»

Даний агрегат - це повністю автоматична лінія для виробництва складних масок респіраторного типу «Хібіни». Використовуючи ультразвукову технологію, можна зварити від 3 до 5 шарів нетканого матеріалу з поліпропілену, видуває з розплаву тканини, активованого вугілля і фільтруючих матеріалів. Залежно від використовуваного сировини, вироблені маски можуть відповідати стандартам FFP1 / FFP2 / FFP3.

На рисунку 1.13 зображено ультразвукову лінію для виробництва респіраторів HD-0235, яка виробляє респіраторні маски з клапаном виходу. Дана лінія проводить автоматичну подачу матеріалів і інші процеси, такі як зварювання носового затиску і вушної петлі, нанесення логотипу, пробивка отвори для клапана, установка клапана і т. д.

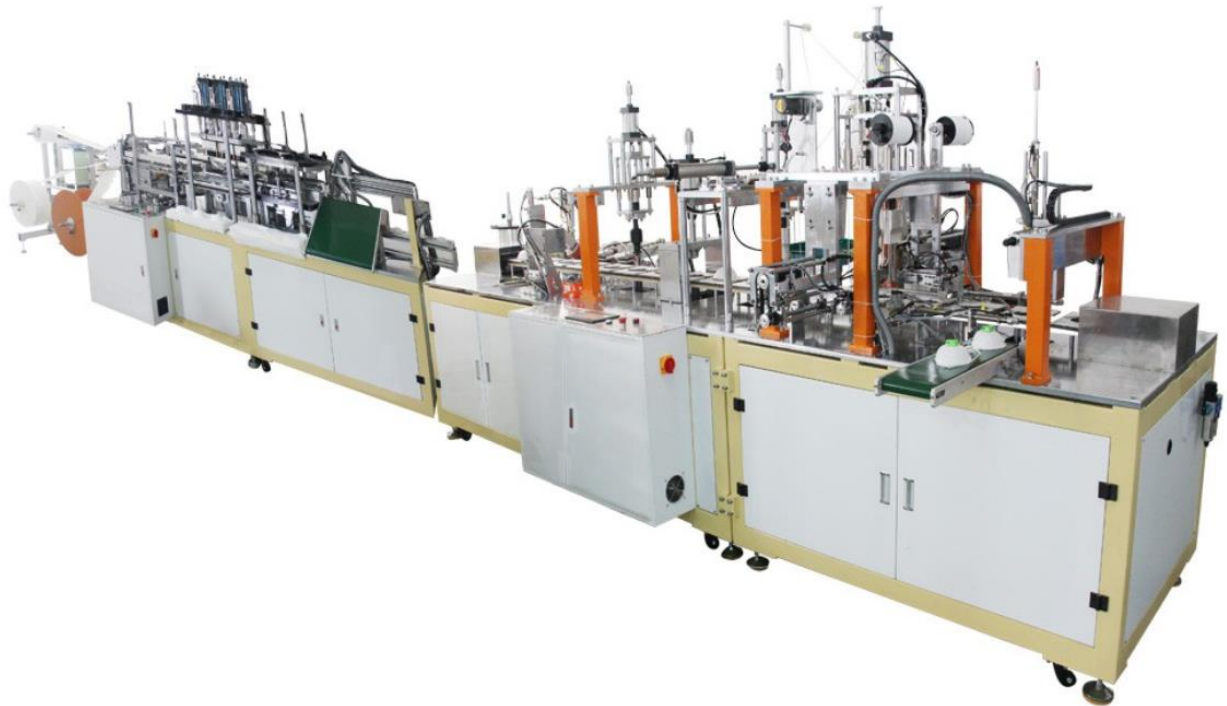


Рисунок 1.13 – Лінія для виробництва респіраторів HD-0235

Автоматична лінія по виробництву респіраторних масок з клапаном виходу

Верстат для виробництва респіраторів класу FFP2 HD-0101 виробляє заготовки респіраторів за допомогою системи електронного та ультразвукового зварювання та технології гарячого пресування. Сенсорний екран і система управління ПЛК роблять верстат повністю автоматизованим і простим в експлуатації. Готова продукція відповідає стандарту N95 і FFP2.

Верстат для виробництва респіраторів здійснює автоматичну подачу від 2 до 6 шарів матеріалу, такого як перфорований бавовна, нетканий і фільтрувальний матеріал. Збільшення ефективності обробки досягається завдяки автоматизованим процесам, таким як подача матеріалу, зварювання, випуск і підрахунок готової продукції і т. д.

Параметри:

- Потужність 7500 Вт
- Напруга: 110 В / 220 В / 380 В
- Тиск повітря: 3-6 кг / см²
- Продуктивність: 10-20 шт / хв

Верстат для виробництва респіраторів класу FFP2 HD-0101 зображено на рисунку 1.14:



Рисунок 1.14 – Верстат для виробництва респіраторів класу FFP2 HD-0101

Ультразвукова машина для формування респіратора D-0218 автоматично виробляє респіратори.

Даний верстат для формування з постійною температурою гарячого пресування дозволяє виготовити респіратор високої якості з привабливим зовнішнім виглядом і тривимірним малюнком.

Параметри:

- Розмір: 4500мм · 5000мм · 2000мм
- Продуктивність: 20-35 шт / хв
- Напруга: 110 В / 220 В / 380 В
- Тиск повітря: 5 кг / см²
- Потужність: 8000 Вт
- Вага: 800 кг

Характеристика:

- Ультразвукова машина автоматично подає, ріже і складає.
- Устаткування є високоефективної і автоматизованої з ПЛК системою.
- Забезпечує безперебійність роботи.

Ультразвукова машина для формування респіратора D-0218 зображена на рисунку 1.15:



Рисунок 1.15 – Ультразвукова машина для формування респіратора D-0218

Висновки по розділу:

В даному розділі розглянуто конструкцію напівавтоматичного апарату ПСР-002, який відноситься до обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різнорідних листових термопластичних матеріалів і переважно може бути використаний для збірки респіраторів методом одномоментного точкового термічного зварювання завдяки високій температурі 135°C. нетканих і волокнистих шарів фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів в технологічному циклі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання, перш всього легких респіраторів. Розглянуто технологічний процес виробництва масок за допомогою цього верстату.

2 ОПИС ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

2.1. Призначення напівавтомата ПСР-002

Напівавтомат ПСР-002, призначений для виготовлення шаруватих виробів з різнорідних листових термопластичних матеріалів і переважно може бути використано для напівавтоматичного збірки в пакет методом одномоментного точкового термічного зварювання тканих і волокнистих шарів фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів в технологічному циклі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання, насамперед легких респіраторів.

2.2 Вимоги до системи автоматичного керування

Система автоматичного керування повинна забезпечувати виконання заданої послідовності технологічних операцій з дотриманням вимог безпеки праці. Апарат циклічного кулачкового дії з електромеханічним приводом. Автоматично виконуються наступні операції: формування краю фільтруючого матеріалу і його загинання, кріплення деталей респіратора точкової термофіксацією матеріалів з пресуванням і видача готового респіратора. Операції виконуються за один цикл роботи апарату.

2.3 Будова напівавтомата ПСР-002

Апарат складається з станини 1 (рис. 2.1), на якій кріпляться привід, вузол головного штока, формуюча головка, формуючий гніздо і електрообладнання.

Привід розташовується в нижній частині станини і складається з електродвигуна 2, клинопасової передачі 3 і черв'ячного редуктора 4, на вихідних валах якого закріплені кулачки 5 і 6 спільно з опорними дисками 7 і 8. Вузол головного штока кріпиться на верхній плиті 9 станини і складається з головного штока 10, змонтованого з кодовою посадкою у верхній 12 і нижній 13 балках, з'єднаних колонами 14 і 15, жорстко закріпленими у верхній плиті станини. На нижньому кінці штока закріплена вилка 70 з роликом 16, прокочується по кулачку 6. Примикання ролика штока до кулачку

здійснюється пружиною 17, а осьової поворот штока і вертикальне відхилення його кінця усуваються планкою 18 з роликами 19, жорстко скріпленої з вилкою 70.

У верхній частині головного штока змонтований з ходовою посадкою консольний важіль 20, на якому закріплений хитний вильчатий важіль 21 підйому конусної муфти 22. Важіль навантажений пружиною 23 і зафіксований в нижньому положенні муфти вертикальним кінцем уголкового качає важеля 24, шарнірно закріпленого на бічній поверхні консольного важеля і навантаженого пружиною 25. на горизонтальному кінці важеля 24 змонтований відкидний язичок 26, навантажений пружиною 27. мова змонтований таким чином, що при ході формуючої головки вниз він, проходячи регульований упор 28, закріплений на одній з колон, повертається, а при ході головки вгору він повертає кутовий ричаг 24, розкриваючи вильчатий важіль 21. При підході головки в крайнє верхнє положення вильчатий важіль фіксується в вихідному положенні за рахунок запірної штанги 71.

Формуюча головка складається з притискного столу 35, з'єднаного за допомогою штока 11 з консольним важелем 20 вузла головного штока. У радіальних пазах столу 35 розміщені уголкові повзуни 36, кільцем 37 до конусної муфти 22, вертикально ковзної по штоку 11. Конусная муфта через регульовану напів-муфту 38 з півосями 39 пов'язана з хитним вильчатим важелем 21 вузла головного штока 3.

Знизу притискного столу змонтовані регульовані підпружинені упори 45 для кріплення розпірки респіратора.

Формуюче гніздо змонтовано на плиті 9 апарату і складається з жорстко закріплених на фланцевому кільці 64 електронагрівача 47 з контактами 48, кільця 49 з регульованими упорами 50 і відбійного кільця 51. На стійках 52 змонтована кільцева оправа 53, в радіальних пазах якої встановлені на індивідуальних осях 54 клавішні важелі 55 з притискними наконечниками 56. Кількість важелів дорівнює кількості зварних точок на респіраторі, а

розташування їх таке, що в момент зварювання притискні наконечники протіволежат торцевих поверхонь контактів 48 внаслідок розвороту важелів при їх взаємодії з упорами 50. Упори змонтовані у втулках 57 і навантажені пружинами 59.

У центрі формуючого гнізда змонтований приймальний стіл 60 з отворами для проходження наконечників 56 в момент склеювання. Стіл встановлений на конусному підставі 1 і підтримується пружинами 62 з напрямними 63.

Фланцеве кільце 64 пов'язане з регульованим штоком 65, на нижньому кінці якого закріплена вилка 66 з роликом 67, обкатувати по кулачку 5. Вертикальне відхилення штока усувається планкою 68 з роликами 69, жорстко скріпленої звилкою 66. Апарат додатково забезпечений бічними столиками для розміщення деталей респіраторів. Привід апарату захищений стулками, а формуючий гніздо і головний шток мають знімні захисні огороження.

2.4 Опис роботи апарату

Апарат, з попередньо нагрітими контактами електрообігрівача, запускається одночасним натисканням двох пускових кнопок. При цьому включається електродвигун приводу, обертальний рух якого через клиноременну передачу 3, черв'ячний редуктор 4, кулачок 5 і шток 10 перетворюється в вертикальний рух консольного важеля 29 вниз, а після обертальний рух від електродвигуна приводу через кулачок 6 і шток 65 перетвориться в вертикальний рух фланцевого кільця 64 вгору.

При ході консольного важеля з формуючої головкою вниз відбувається вертикальна загинання країв заготовки респіатора внаслідок вдавнення його в формуючий гніздо.

Провівши вертикальний загин країв заготовки, формуюча головка зупиняється в крайньому нижньому положенні, після чого розпочнеться спільне рух кільця 49 з упорами 50 і електронагрівача 47 вгору, при цьому

упори 50 розгортають клавішні важелі 54, які своїми наконечниками 55 через отвори столика 60 справляють горизонтальну

загину країв заготовки респіратора і притиснуть їх до контактів 47 нагрівача між кутиковими повзунами 36. За сигналом колійного вимикача електродвигун приводу зупиняється на заданий час для розплавлення полімерного матеріалу корпусу респіратора з утворенням точкового шва.

Після закінчення часу склейки, електродвигун автоматично включається, електронагрівач з кільцем 49 зворотний рух вниз, при цьому відбійне кільце розгортає важелі в початкове становище. Після цього формуюча головка розпочинає свій зворотний рух вгору. При виході головки з гнізда кінець язичка 26 стосується упору 28, повертаючи важіль-фіксатор 29, звільняючи тим самим хитний важіль 21, який за рахунок пружини 23 переміщує конусну муфту 22 вгору, кутові повзуни 36 при цьому за рахунок еластичного кільця 37 радіально сходяться до центру .

При підході головки до крайнього верхнього положення запірний штанга 71, впираючись своїм нижнім кінцем в нижню площину плити 9, повертає важіль 21, повертаючи конусну муфту вниз. Після приходу головки вгору відбувається фіксація важеля 21 засувкою 24 і зупинка електродвигуна за сигналом колійного вимикача. На цьому закінчується робочий цикл апарату.

Схему будови апарату показано на рисунку 2.1.

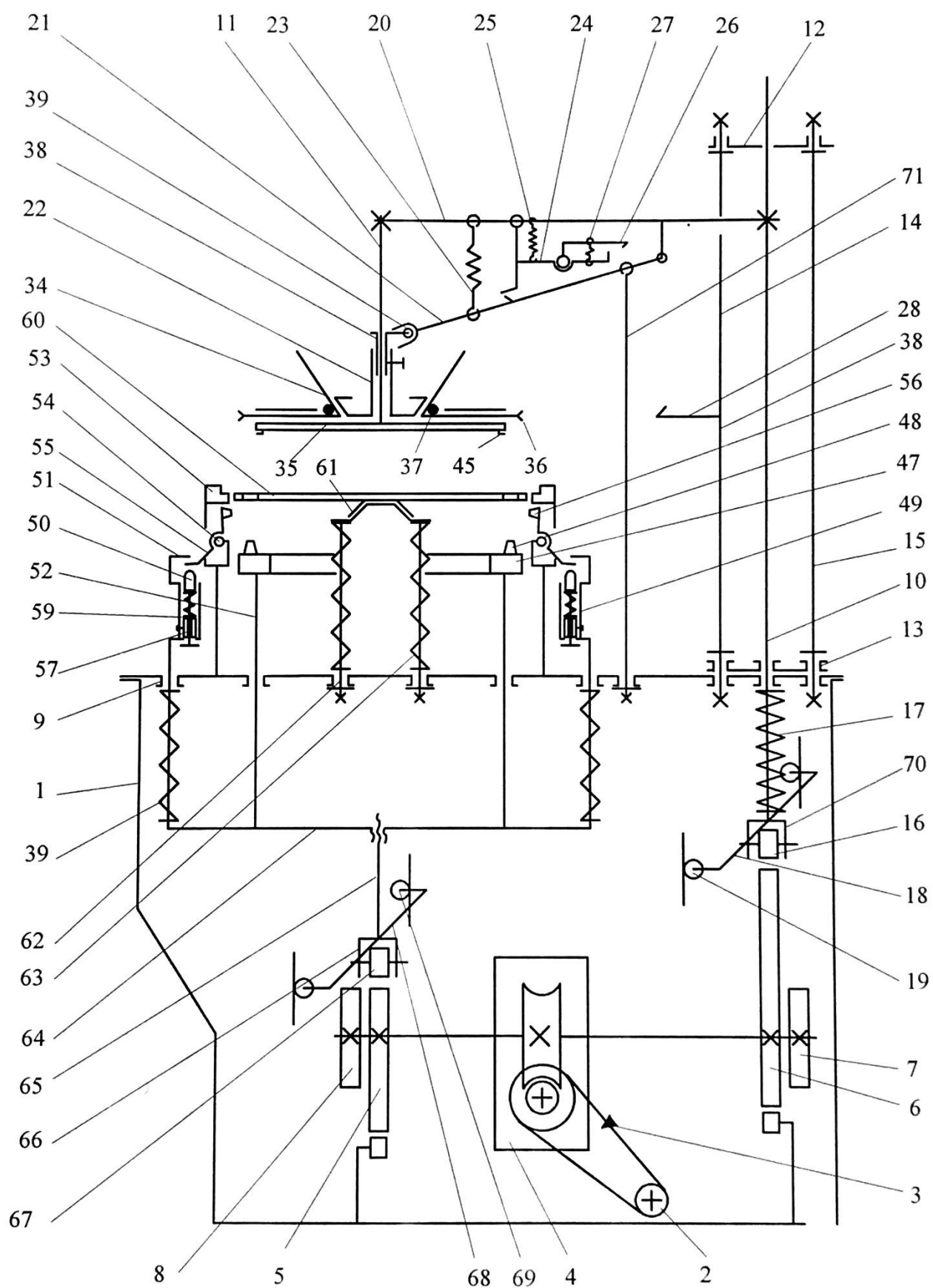


Рисунок 2.1 – Схема будови напівавтомата ПСР-002

Висновки по розділу:

В даному розділі розглянуто призначення напівапарату ПСР-002, який відноситься до технології та обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різнорідних листових термопластичних матеріалів і переважно може бути використаний для збірки респіраторів методом одномоментного точкового термічного зварювання завдяки високій температурі 135°C. нетканих і волокнистих шарів фільтруючих і сорбційно-фільтруючих матеріалів в технологічному циклі виготовлення засобів індивідуального захисту органів дихання, перш всього легких респіраторів. Пристрій для збирання респіраторів містить станину, привід, встановлений на станині вузол головного штока, що знаходиться у взаємодії з приводом.

3 РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ, РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

3.1 Функціональна схема

Функціональна схема містить інформацію про способи реалізації пристроєм заданих функцій. За такою схемою можна визначити, як здійснюються перетворення і які для цього необхідні функціональні елементи. Кожен функціональний елемент містить лише ті входи і виходи, які необхідні для його коректної роботи.

Схема складається з блоків керування: панель керування, сигнали кінцевих вимикачів та датчиків, блок ручного керування, блок автоматичного керування, привід агрегату ПСР-002, світлова індикація.

Блоки керування:

- 1) З блоку панель керування виходять сигнали які будуть подаватися вручну (вибір режиму роботи, кнопки пуск, стоп);
- 2) З блоку сигналів кінцевих вимикачів виходять їх сигнали, відповідно;
- 3) Блок ручного керування – призначений для наладки, або поетапного крокового ремонту напіваавтоматичного агрегату;
- 4) Блок автоматичного керування – призначений для роботи стабільного, безперебійного алгоритму та покращення швидкості та якості роботи заготовок;
- 5) Привід агрегату ПСР-002 – це блок керування електроприводом, двигуна АИР71А6У3 та черв'ячного редуктора Ч-100.
- 6) Світлова індикація – призначений для розуміння працездатності схеми та її елементів через світловий індикатор, а саме лампочку.

Функціональна схема, згідно завдання представлена на рисунку 3.1:

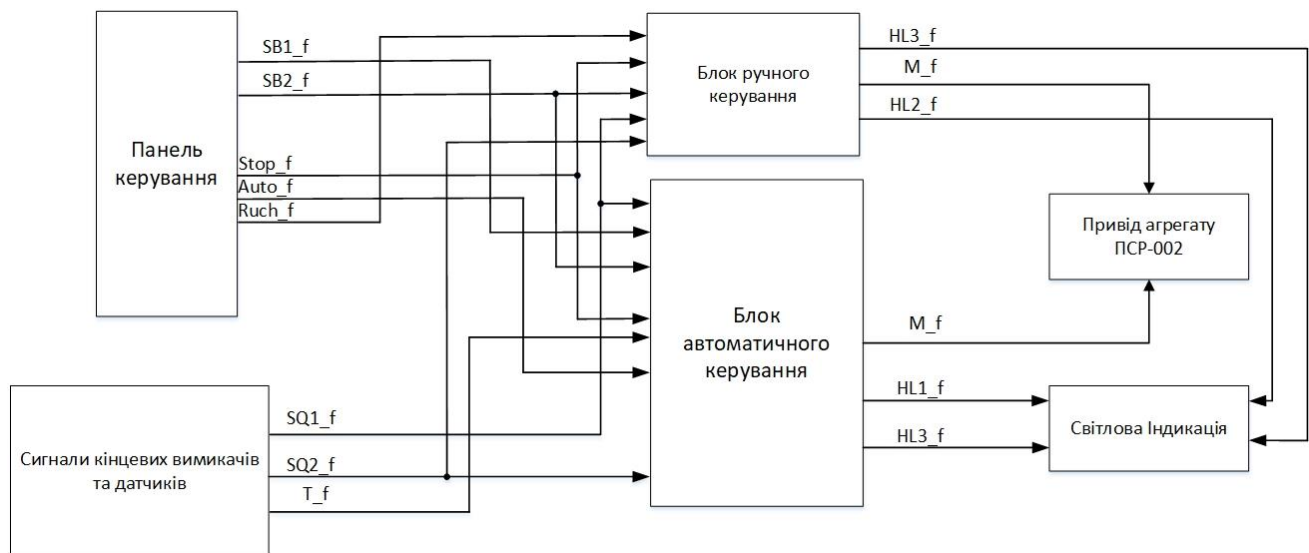


Рисунок 3.1 – Функціональна схема

Функціональна схема, яка зображена на рисунку 3.1 містить шість блоків керування, назви та призначення сигналів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Назви та призначення сигналів

№ п/п	Назва сигналу на функціональній схемі	Призначення сигналу	Назва сигналу в програмі/ при синтезі	Схема з'єднань внутрішніх	
				Контакти	Номер провідника
1	2	3	4	5	6
Ручний режим					
1	SB2_f	Кнопка пуску №2	SB2	-XT1:10 =A2-X11:18	16
2	Ruch_f	Ручний режим роботи	Ruch	-XT2:1 =A2-X11:19	17
3	Stop_f	Кнопка стоп	STOP	-XT2:1 =A2-X11:20	14
Автоматичний режим					
1	2	3	4	5	6

1	2	3	4	5	6
4	Auto_f	Автоматичний режим	Auto	-XT2:1 =A2-X11:11	23
5	Stop_f	Кнопка стоп	STOP	-XT2:1 =A2-X11:12	24
6	SB1_f	Кнопка пуску №1	SB1	-XT2:1 =A2-X11:13	25
7	SB2_f	Кнопка пуску №2	SB2	-XT3:1 =A2-X11:14	34
8	T_f	Сигнал від таймеру часу	T	-XT3:1 =A2-X11:15	32
Кінцевики циклів роботи силової головки					
9	SQ1_f	Кінцевик переднього важеля	SQ1	-XT1:1 =A2-X10:16	1
10	SQ2_f	Кінцевик заднього важеля	SQ2	-XT1:1 =A2-X12:17	2
Вихідні сигнали					
11	M_f	Сигнал для приводу агрегату ПСР-002	M	-XT2:1 =A2-X11:11	14
12	HL1_f	Світлова індикація автоматичного режиму	HL1	-XT2:1 =A2-X11:12	15
13	HL2_f	Світлова індикація ручного режиму	HL2	-XT2:1 =A2-X11:13	16
14	HL3_f	Світлова індикація роботи електродвигуна	HL3	-XT3:1 =A2-X11:14	18

3.2 Розрахунок параметрів електродвигуна головного шпинделя

Даний напівавтоматичний агрегат оснащений електродвигуном типу АИР71А6У3. Технічні дані якого наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічні дані двигуна АИР71А6У3

Потужність, кВт	0,37 кВт
Частота обертання, об/хв.	1 000
Номінальна лінійна напруга, В	380
Номінальний струм, А	1,3
Момент інерції, кг · м ²	0,00015
ККД, %	62%
$\cos\varphi$	0,7
M _{max} /M _n	2,0
Номінальне ковзання, %	5,8
Критичне ковзання, %	34,5
Параметри Г-подібної схеми заміщення в номінальних одиницях	
Індуктивний опір розсіювання статора	$X_1' = 0,078$
Активний опір статора	$R_1' = 0,12$
Приведений індуктивний опір розсіювання статора	$X_2'' = 0,12$
Приведений активний опір ротора	$R_2'' = 0,060$
Індуктивний опір намагнічування	$X_\mu' = 1,9$

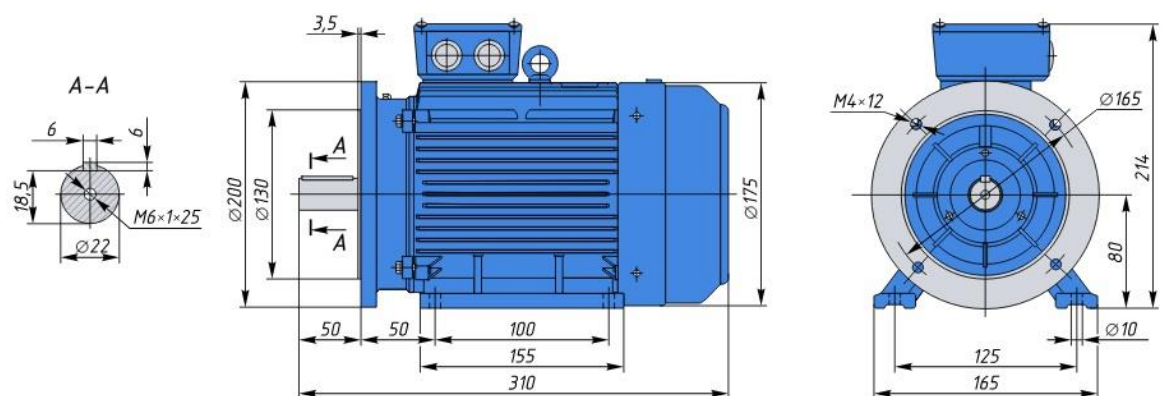


Рисунок 3.2 – Габаритні розміри електродвигуна

Розрахунок параметрів схеми заміщення електропривода:

1. Номінальний струм фази статора:

$$I_{1\phi H} = \frac{P_{2H}}{3 \cdot U_{1\phi H} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{0.370}{3 \cdot 380 \cdot 0,7 \cdot 0,862} = 4.4A \quad (3.1)$$

2. Номінальна кутова швидкість магнітного поля статора двигуна:

$$\omega_{1HOM} = \frac{\pi n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \frac{\text{рад}}{\text{сек}} \quad (3.2)$$

3. Номінальна кутова швидкість валу двигуна:

$$\omega_{HOM} = \frac{\pi n_{HOM}}{30} = \frac{3,14 \cdot 1420}{30} = 148,6 \frac{\text{рад}}{\text{сек}} \quad (3.3)$$

4. Номінальний момент двигуна:

$$M_{HOM} = \frac{P_{HOM} \cdot 10^3}{\omega_{HOM}} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{148,6} = 10,1 \text{ Нм} \quad (3.4)$$

5. Максимальний момент двигуна:

$$M_{max} = \lambda \cdot M_{HOM} = 2,2 \cdot 10,1 = 22,2 \text{ Нм} \quad (3.5)$$

$$\psi_n = \frac{\sqrt{2} \cdot U_{1\phi H \max}}{\omega_0} = \frac{\sqrt{2} \cdot 310,269}{314} = 0,988 \text{ Вб} \quad (3.6)$$

6.

Розрахунок параметрів Т-подібної схеми заміщення в абсолютних одиницях:

Активний опір статора:

$$R_1 = R'_1 \cdot \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}} = 0,12 \cdot \frac{220}{3,4} = 7,765 \text{ Ом} \quad (3.7)$$

Індуктивний опір статора:

$$X_1 = X'_1 \cdot \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}} = 1,9 \cdot \frac{220}{3,4} = 122,941 \text{ Ом} \quad (3.8)$$

Активний опір ротора, приведений до статора:

$$R'_2 = R''_2 \cdot \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}} = 0,060 \cdot \frac{220}{3,4} = 3,882 \text{ Ом} \quad (3.9)$$

Індуктивний опір ротора, приведений до статора:

$$X'_2 = X''_2 \cdot \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}} = 0,078 \cdot \frac{220}{3,4} = 5,047 \text{ Ом} \quad (3.10)$$

Індуктивний опір розсіювання:

$$X_{\mu} = X'_{\mu} \cdot \frac{U_{1\phi H}}{I_{1\phi H}} = 0,13 \cdot \frac{220}{3,4} = 8,412 \text{ Ом} \quad (3.11)$$

Індуктивність намагнічуючого контуру:

$$L_m = \frac{X_{\mu}}{\omega_{0c}} = \frac{8,412}{157,08} = 0,054 \text{ Гн} \quad (3.12)$$

Індуктивність розсіювання статора:

$$L_{1\sigma} = \frac{X_1}{\omega_{0c}} = \frac{122,941}{157,08} = 0,783 \text{ Гн} \quad (3.13)$$

Індуктивність розсіювання ротора:

$$L_{2\sigma} = \frac{X'_2}{\omega_{0c}} = \frac{5,047}{157,08} = 0,032 \text{ Гн} \quad (3.14)$$

Індуктивність статора:

$$L_1 = L_m + L_{1\sigma} = 0,054 + 0,783 = 0,837 \text{ Гн} \quad (3.15)$$

Індуктивність ротора:

$$L_2 = L_m + L_{2\sigma} = 0,054 + 0,032 = 0,086 \text{ Гн} \quad (3.16)$$

3.3 Редуктор черв'ячного типу Ч-100-63-51

Умови застосування редуктора:

- Навантаження постійне і змінне одного напрямку і реверсивне;
- Робота тривала (до 24 годин на добу) або з періодичними зупинками;
- Обертання валів в будь-який бік;
- Частота оберту валу до 1500 об/хв.;
- Атмосфера типу I і II по ГОСТ 15150 при запиленні повітря не більше 10 мг/м³;
- Кліматичні виконання – У1, У2, У3, УХЛ4, Т1, Т2, Т3 і О4 по ГОСТ 15150.

В таблиці 3.3 вказані технічні характеристики редуктора Ч-100-63-51.

Таблиця 3.3 — Технічні характеристики редуктора Ч-100-63-51

Назва параметра	Призначення параметру
Частота обертання валу	До 1500 об/хв
Номінальний крутний момент	462 Н·м
Передаточні числа	Від 8 до 80
Кількість ступенів	один
Положення осей	перехресне
ККД	0,58-0,92
Вага, кг	55

На рисунку 3.3 зображено габаритні розміри редуктора.

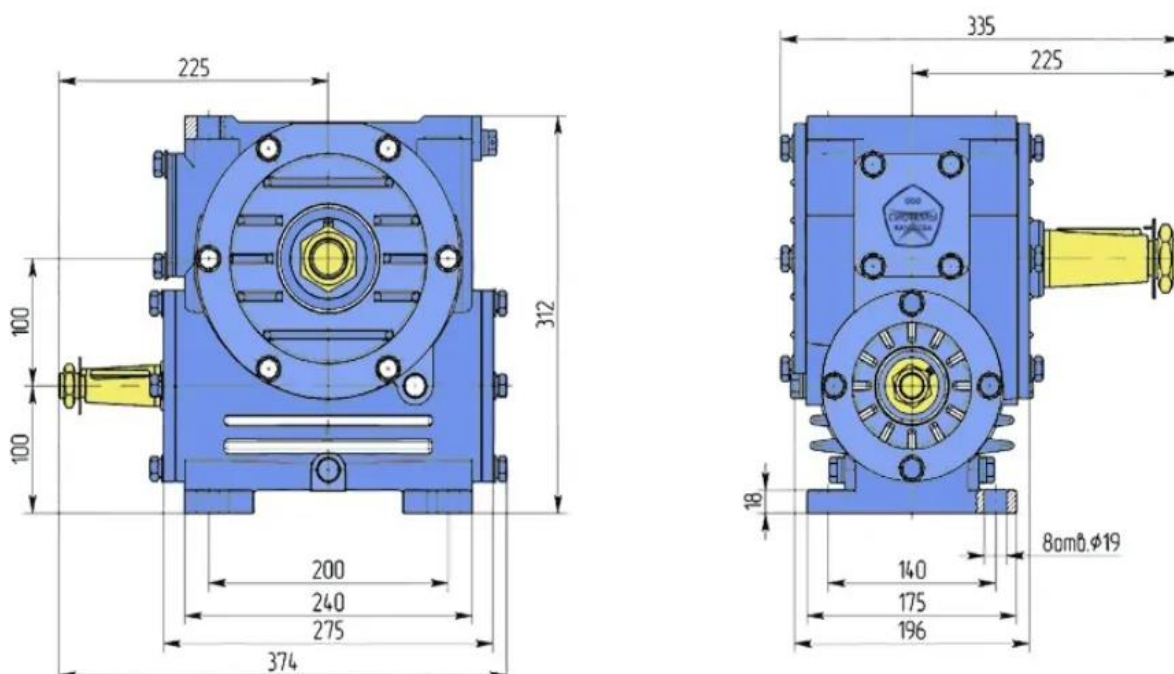


Рисунок 3.3 – Габаритні розміри редуктора

Висновки по розділу:

В даному розділі було побудовану функціональну схему, за такою схемою можна визначити, як здійснюються перетворення і які для цього необхідні функціональні елементи. Кожен функціональний елемент містить лише ті входи і виходи, які необхідні для його коректної роботи. Схема складається з блоків керування: панель керування, сигнали кінцевих вимикачів та датчиків, блок ручного керування, блок автоматичного керування, привід агрегату ПСР-002, світлова індикація. Також проведено розрахунок параметрів електродвигуна головного шпинделя та черв'ячного редуктора типу ч-100, побудована таблиця призначення сигналів, що дасть змогу розробити схему з'єднань даних елементів.

4 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ТА РОЗРОБКА ШАФИ КЕРУВАННЯ МАШИНОЮ

4.1 Розподіл обладнання на конструктиви

Занесемо всі елементи та їх позначення до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Елементи та їх позначення

Змінна	Призначення
SB1	Кнопка пуск №1
SB2	Кнопка пуск №2
Stop	Стоп
SQ1	Кінцевий вимикач переднього важеля
SQ2	Кінцевий вимикач заднього важеля
HL1	Світлова індикація автоматичного режиму
HL2	Світлова індикація ручного режиму
HL3	Світлова індикація роботи двигуна
M	Запуск двигуна

Розділимо все обладнання на конструктиви (табл. 4.2), для того щоб мати розуміння, який з апаратів та елементів де має бути встановлений.

Таблиця 4.2 – Поділ електрообладнання на конструктиви

Шафа керування (A1)	Механізм (A2)	Пульт керування (A3)	Кінцеві вимикачі (A4)
KM1, QF1,QF2,QF3, XT1, ПЛК, БЖ	M	SB1,SB2, HL1, HL2, HL3	SQ1, SQ2

Для уникнення невірних з'єднань під час монтажу схеми виконується таблиця зовнішніх з'єднань (табл. 4.3), яка дає розуміння про всі підключення, звідки та куди має бути підключений кожен з провідників.

Таблиця 4.3 – Зовнішні з'єднання

№ сигналу сх. ел. принц.	№ провідника	Звідки	Куди	Марка проводу
1	2	3	4	5
Кабель 1				
L1	1	=A1-XT1:1	РЦ1	ВВГ 1х1.5
L2	2	=A1-XT1:2	РЦ1	ВВГ 1х1.5
L3	3	=A1-XT1:3	РЦ1	ВВГ 1х1.5
N	4	=A1-XT1:4	РЦ1	ВВГ 1х1.5
Кабель 2				
L12	1	=A1-XT1:5	=A2-M1:U1	ВВГ 1х1.5
L22	2	=A1-XT1:6	=A2-M1:V1	ВВГ 1х1.5
L32	3	=A1-XT1:7	=A2-M1:W1	ВВГ 1х1.5
Кабель 3				
2	1	=A3-SB1:1	=A1-XT1:8	ВВГ 1х1
4	2	=A3-SB1:2	=A1-XT1:9	ВВГ 1х1
2	3	=A3-SB2:1	=A1-XT1:10	ВВГ 1х1
5	4	=A3-SB2:2	=A1-XT1:11	ВВГ 1х1
2	5	=A3-SB3:1	=A1-XT1:12	ВВГ 1х1
6	6	=A3-SB3:2	=A1-XT1:13	ВВГ 1х1
2	7	=A3-SB4:1	=A1-XT1:14	ВВГ 1х1
7	8	=A3-SB4:2	=A1-XT1:15	ВВГ 1х1
L3	9	=A3-QF1:1	=A1-XT1:16	ВВГ 1х1
1	10	=A3-QF1:2	=A1-XT1:17	ВВГ 1х1
12	11	=A3-HL1:1	=A1-XT1:18	ВВГ 1х1
3	12	=A3-HL1:2	=A1-XT1:19	ВВГ 1х1
13	13	=A3-HL2:1	=A1-XT1:20	ВВГ 1х1
3	14	=A3-HL2:2	=A1-XT1:21	ВВГ 1х1
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
14	15	=A3-НA1:A1	=A1-XT1:22	ВВГ 1х1
3	16	=A3-НA1:A2	=A1-XT1:23	ВВГ 1х1
Кабель 4				
2	1	=A4-SQ1:1	=A1-XT1:24	ВВГ 1х1
8	2	=A4-SQ1:2	=A1-XT1:25	ВВГ 1х1
2	3	=A4-SQ2:1	=A1-XT1:26	ВВГ 1х1
9	4	=A4-SQ2:2	=A1-XT1:27	ВВГ 1х1

Для уникнення невірних з'єднань під час монтажу шафи керування виконується таблиця з'єднань шафи (табл. 4.4), яка дає розуміння про всі підключення в середині шафи, звідки та куди йде кожен з провідників.

Таблиця 4.4 – Внутрішні з'єднання шафи

№ провідника	Звідки	Куди	Марка проводу
1	2	3	4
L1	=A1-QF2:1	=A1-XT1:1	ВВГ 1х1.5
L2	=A1-QF2:3	=A1-XT1:2	ВВГ 1х1.5
L3	=A1-QF2:5	=A1-XT1:3	ВВГ 1х1.5
L11	=A1-KM1:1	=A1-QF2:2	ВВГ 1х1.5
L21	=A1-KM1:3	=A1-QF2:4	ВВГ 1х1.5
L31	=A1-KM1:5	=A1-QF2:6	ВВГ 1х1.5
L11	=A1-KM2:5	=A1-QF2:2	ВВГ 1х1.5
L21	=A1-KM2:3	=A1-QF2:4	ВВГ 1х1.5
L31	=A1-KM2:1	=A1-QF2:6	ВВГ 1х1.5
L12	=A1-XT1:5	=A1-KM1:2	ВВГ 1х1.5
L22	=A1-XT1:6	=A1-KM1:4	ВВГ 1х1.5
L32	=A1-XT1:7	=A1-KM1:6	ВВГ 1х1.5
L12	=A1-XT1:5	=A1-KM2:2	ВВГ 1х1.5
1	2	3	4

1	2	4	5
L22	=A1-XT1:6	=A1-KM2:4	BBГ 1x1.5
L32	=A1-XT1:7	=A1-KM2:6	BBГ 1x1.5
1	=A1- AA1:L	=A1-XT1:17	BBГ 1x1
N	=A1- AA1:N	=A1-XT1:4	BBГ 1x1
2	= AA2-Input:+	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:8	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:10	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:12	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:14	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:24	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	=A1-XT1:26	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	= AA2-Q1:1	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	= AA2-Q2:1	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	= AA2-Q3:1	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	= AA2-Q4:1	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
2	= AA2-Q5:1	=A1- AA1:24V	BBГ 1x1
3	= AA2- Input:-	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
3	=A1-KM1:A2	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
3	=A1-KM2:A2	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
3	=A1-HL1:2	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
3	=A1-HL2:2	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
3	=AA2-HA1:A2	=A1- AA1:GND	BBГ 1x1
4	=AA2- Input:I1	=A1-XT1:8	BBГ 1x1
5	= AA2- Input:I2	=A1-XT1:10	BBГ 1x1
6	= AA2- Input:I3	=A1-XT1:12	BBГ 1x1
7	= AA2- Input:I4	=A1-XT1:14	BBГ 1x1
8	= AA2- Input:I5	=A1-XT1:24	BBГ 1x1
9	= AA2- Input:I6	=A1-XT1:26	BBГ 1x1

4.2 Вибір обладнання та розробка шафи керування

ПЛК призначений для вирішення простих завдань автоматизації з логічної обробкою інформації, заміни традиційних схем управління, виконаних на релейній апаратурі. Основні сфери застосування модулів знаходяться в управлінні систем освітлення, обігріву та вентиляції, контролю доступу, підйомниками, транспор-терами і верстатами, дверима і воротами і т.д.

Вибираємо контролер Lovato KINCO LRD20RA024P1, який має 12 входів, та 8 релейних виходів, цього цілком вистачить для даної системи автоматизації та модернізації її в майбутньому. ПЛК зображений на рис. 4.1.



Рисунок 4.1 – ПЛК Lovato KINCO LRD20RA024P1

ПЛК містить джерело живлення, клавіатуру, пам'ять і дисплей в одному корпусі. Всі модулі містять годинник реального часу.

Загальні характеристики:

- модулі розширення на 4 входи та 4 виходи;
- максимально досяжна конфігурація 36 I / O (In / Out);
- годинник реального часу (Real Time Clock - RTC);

- серійний інтерфейс RS232 для приєднання до комп'ютера або програмна пам'ять;
- дисплей освітлений, 4 лінії і 12 знаків;
- методи програмування: Ladder - максимально 200 ліній;
FBD (Function Block Diagram) - максимально 99 блоків;
- мови для програмування "on-board": італійський, англійський, іспанський, французький, німецька, португальська і китайський;
- мови для програмування через комп'ютер: англійська, італійська та іспанська.

Технічні характеристики:

- релейні виходи $I_{th} = 8A$;
- транзисторні виходи 0,3A-24V DC (версія DC);
- діапазон вибіркового контролю: 5-20мс (Ladder)
2-10мс (FBD);
- виконання: модульне для установки на DIN-рейку або на гвинтах;
- затискачі: гвинтові;
- ступінь захисту: IP20.

Всі інші компоненти вибираються у відповідності з технічним завданням, розраховані на потужність електричного струму що в них буде протікати. Найперше вибираємо автоматичні вимикачі $I_n=10A$, 3п, С, 6кА Nager, який з запасом витримує максимальне навантаження навіть при підключенні споживача до контактора КМ1. (рис. 4.2).



Рисунок 4.2 – Автоматичний вимикач Hager

Короткі особливості даного автоматичного вимикача:

- Кількість полюсів – 3
- Номінальний струм – 10 А
- Номінальна напруга ізоляції – 500 В
- Код кривої – С
- Механічна міцність – 20000 циклів
- Електрична міцність – 10000 циклів
- Ступінь захисту – IP20

Для підключення живлення для плк та термоконтролера вибираємо автоматичний вимикач $I_n=10\text{A}$, 1п, С, 6кА Hager



Рисунок 4.3 – Одинарний автоматичний вимикач Hager

Короткі особливості даного автоматичного вимикача:

- Кількість полюсів – 1
- Номінальний струм – 10 А
- Номінальна напруга ізоляції – 500 В
- Код кривої – С
- Механічна міцність – 20000 циклів
- Електрична міцність – 10000 циклів
- Ступінь захисту – IP20

Як контактор вибираємо Магнітний пускач ПМ 2-25-10 (LC1-D2510) від виробника АскоУкрем (рис. 4.4)



Рисунок 4.4 – Магнітний пускач ПМ 2-25-10 (LC1-D2510)

Його основні характеристики:

- Номінальна напруга кола керування – 230 AC
- Номінальна імпульсна напруга – 6 кВ
- Напруга ізоляції – 660 В
- Номінальний струм – 9 А
- Номінальна робоча напруга – 230, 400, 660 В
- Ступінь захисту – IP20

Також потрібно вибрати блок живлення для ПЛК. Обираємо ОВЕН БП60К (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – ОВЕН БП60К

Короткі технічні характеристики блоку живлення:

- Вихідний струм – 2.5 А
- Вихідна напруга – 24 В
- Вхідна напруга – 110/230 В
- Тип блоку – Імпульсний
- Тип стабілізації – За напругою

Для керування агрегатом потрібні перемикачі та сигнальні лампи. Виберемо сигнальні лампи AD22DS(LED), D22мм (рис. 4.6), та кнопки LAY5-BA31 зелена ІЕК (рис. 4.7)



Рисунок 4.6 – Сигнальна лампа AD22DS(LED)



Рисунок 4.7 – Кнопка LAY5-BA31

Din-рейку обираємо звичайну TS-35, 35мм (рис. 4.8).



Рисунок 4.8 – TS-35

У відповідності з технічним завданням, нам потрібен кінцевий вимикач. Отже, вибираємо кінцевий вимикач ME8108 (рис. 4.13).



Рисунок 4.13 – Кінцевий вимикач ME8108

Попередньо провівши розрахунки, вибираємо за необхідними розмірами корпус ЩМР-12 (рис. 4.14).



Рисунок 4.14 – Щит монтажний розподільний ЩМР-12

Також, для покращення зовнішнього вигляду та для впорядкування проводів всередині щита використовуємо кабель-канал Кабель канал 20x10 ЕЛЕКОР (рис.4.15).

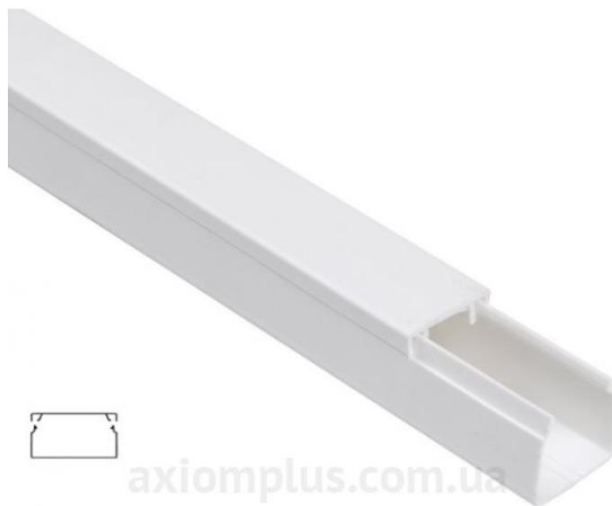


Рисунок 4.15 – Кабель канал 20x10 ЕЛЕКОР

Для з'єднання компонентів використовуємо провід ПВС 2×1,5 мм² та ПВС 3×1,1 мм².

Перелік та розрахунок вартості наведено в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Перелік обладнання

Позначення	Найменування	Кількість	Примітка	Вартість, грн
1	2	3	4	5
Автоматичний вимикач				
QF1-2	In=10A, 1п, C, 6кА Hager	2		175/шт
QF3	In=10A, 3п, C, 6кА Hager	1		560/шт
Кнопки				
SB1-SB5	LAY5-BA31	5		42,22/шт
Світлова сигналізація				
HL1-HL3	AD22DS(LED)	3		29/шт
Контактор				
KM1	ПМ 2-25-10 (LC1- D2510)	1		420/шт
Клемні колодки				
XT1	XT-2	12		8,94/шт
ПЛК				
	Lovato KINCO LRD20RA024P1	1		4500/шт
Блок живлення				
	ОВЕН БП60К	1		1226,4/шт
Шафа				
	ЩМП-3-0 36 УХЛЗ IP31, ІЕК	1		660/шт
Провідники				
	ВВГ 1x1.5	10м.		5.51/м
	ВВГ 1x1	5м.		4.49/м
1	2	3	4	5

1	2	3	4	5
Кінцевий вимикач				
SQ1-SQ2	ME8108	2		134/шт
Din-рейка				
	TS-35, 35мм	1		10/шт
Кабель-канал				
	20x10 ЕЛЕКОР	3		15/шт

Проведемо розрахунок вартості даної системи керування без врахування вартості проведення робіт по встановленні електрообладнання.

Загальна вартість всіх необхідних для даної системи керування елементів сягає:

$$З.В.=175 \cdot 2 + 560 + 42,22 \cdot 5 + 29 \cdot 3 + 2500 + 8,94 \cdot 12 + 420 + 1226,4 + 660 + 55,1 + 25 + 134 \cdot 2 + 10 + 15 \cdot 3 = 1122,75 + 87 + 2500 + 107,28 + 420 + 1226,4 + 660 + 55,1 + 25 + 268 + 55 = 7600 \text{ (грн)}$$

Отже, вартість елементів, необхідних для даної системи керування дорівнює 9600 грн.

Розробимо схему розподільчої шафи, де позначимо всі вище перераховані елементи, та розташуємо їх з масштабом 1 до 1. В середині розподільчої шафи буде знаходитися блок живлення, автоматичні вимикачі, магнітний пускач, програмований логічний контролер та клемні колодки, зовні 5 кнопок керування та 3 світлових індикатори у вигляді лампочок. Схема розподільчої шафи зображена на рисунку 4.16

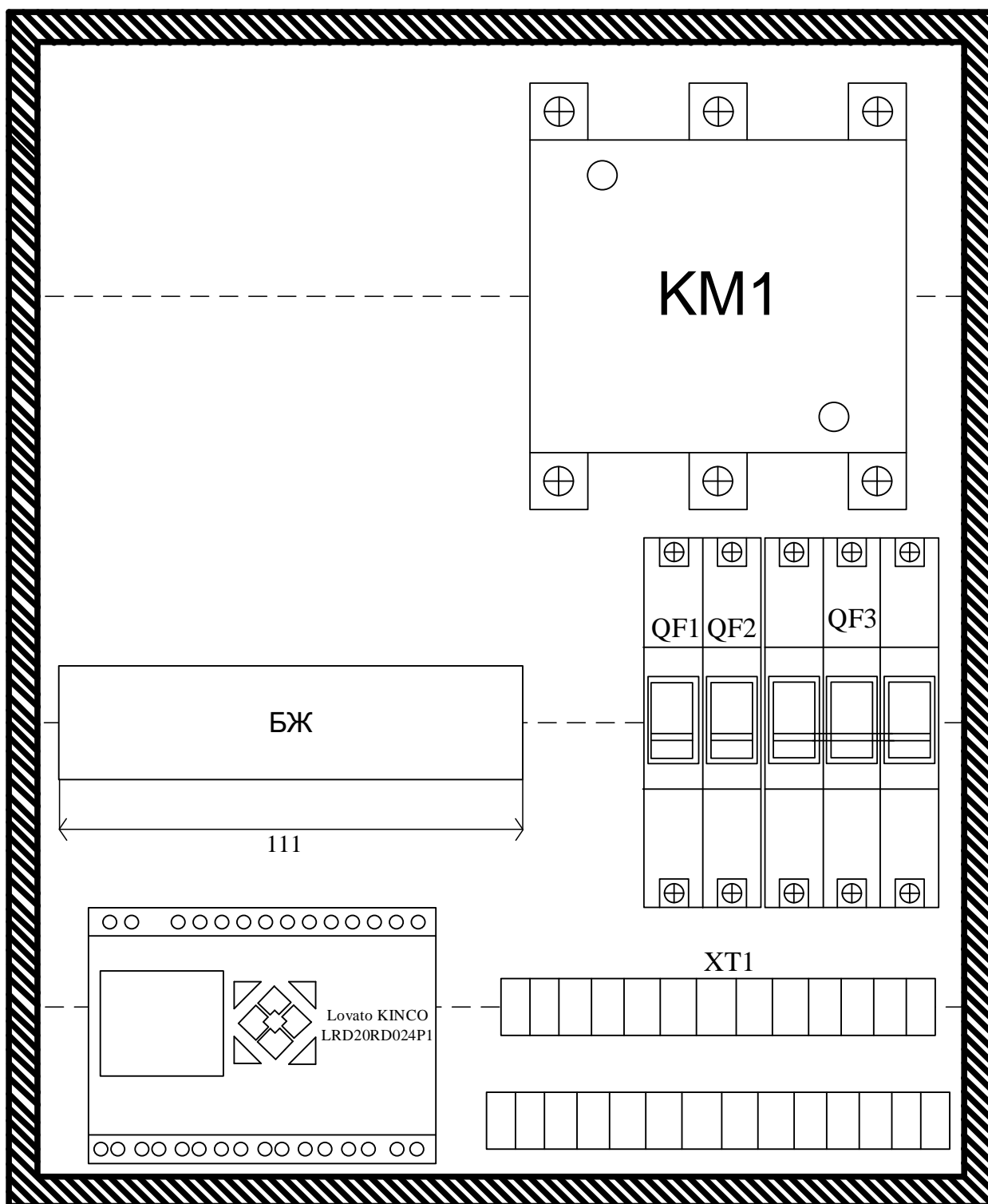


Рисунок 4.16 – Схема розподільчої шафи

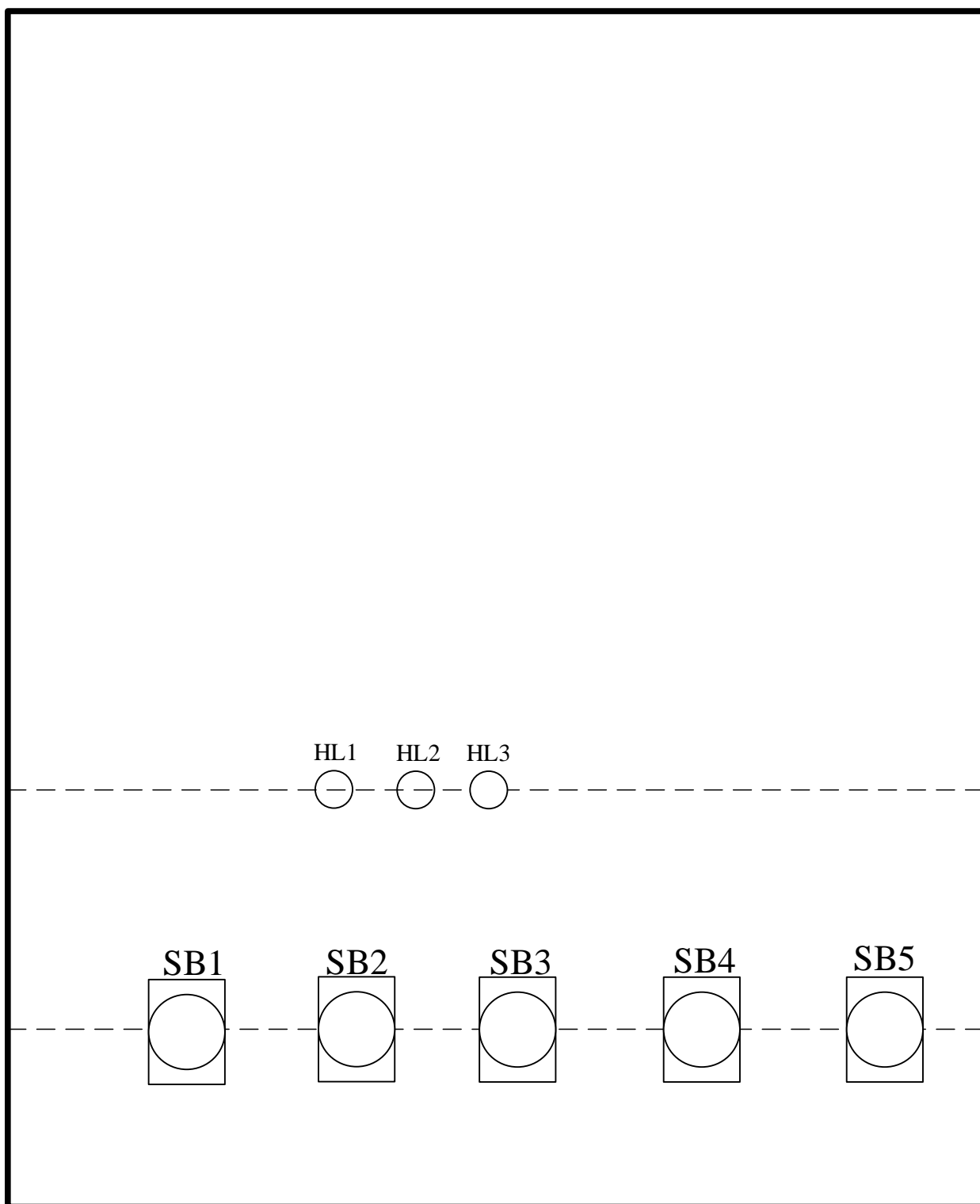


Рисунок 4.17 – Схема розподільчої шафи (продовження)

Також розробимо схему з'єднань для правильного підключення всіх елементів, яка зображена на рисунку 4.18

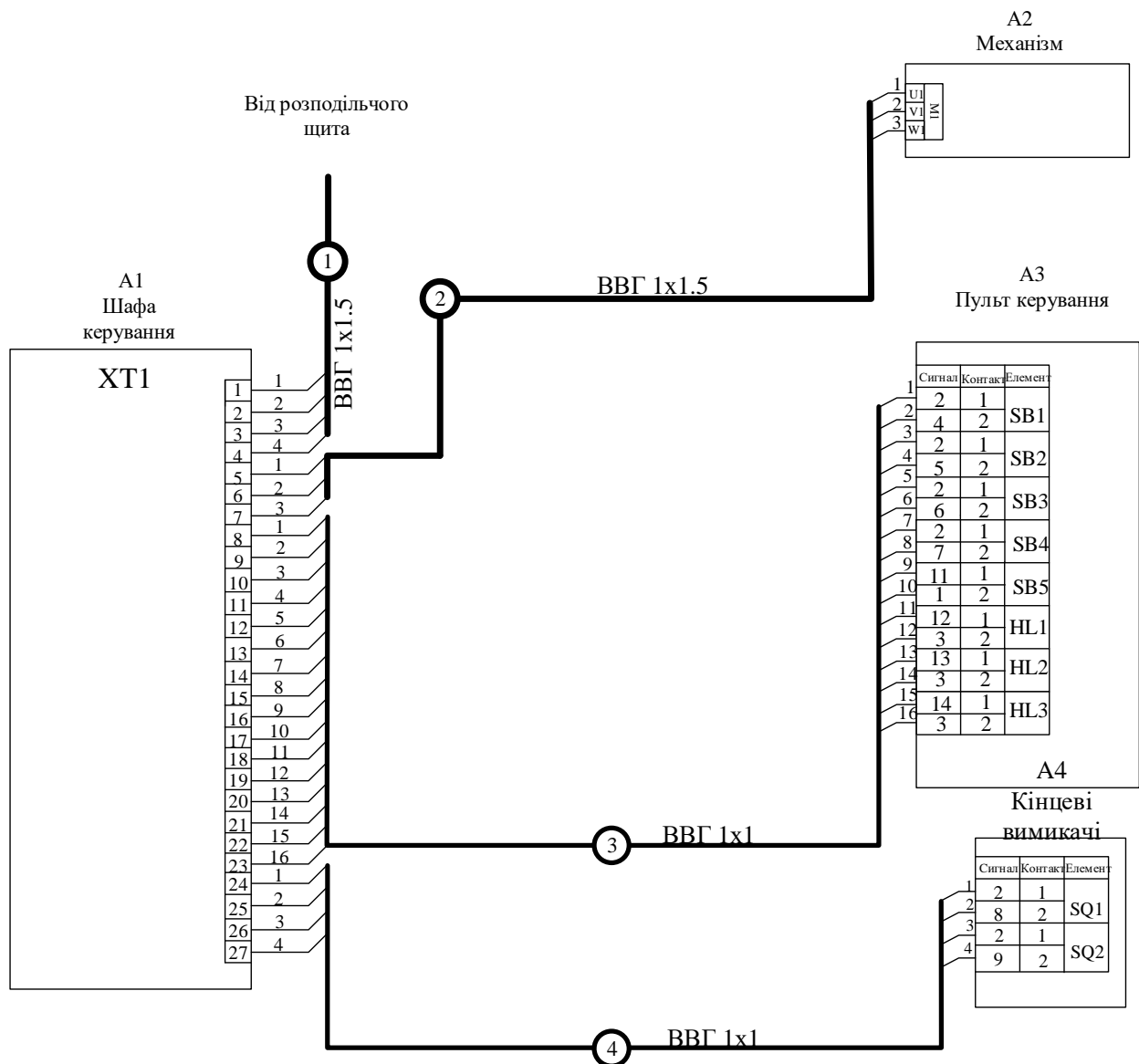


Рисунок 4.18 – Схема з'єднань

За допомогою схеми з'єднань наносять всі пристрої та елементи, які входять до складу виробу та їх з'єднання — проводи, джгути, кабелі, вхідні і вихідні елементи (з'єднувачі, затискачі, плати та ін.). Схема повинна містити відомості про проводи, кабелі (марку, переріз проводу, кількість та переріз жил в кабелі та ін.), які поміщають або біля ліній, якими зображують проводи і кабелі, або в таблиці з'єднань.

Наступна схема електрично принципова, яка забезпечує загальний вигляд підключення елементів. Схема електрична принципова зображена на рисунку 4.19:

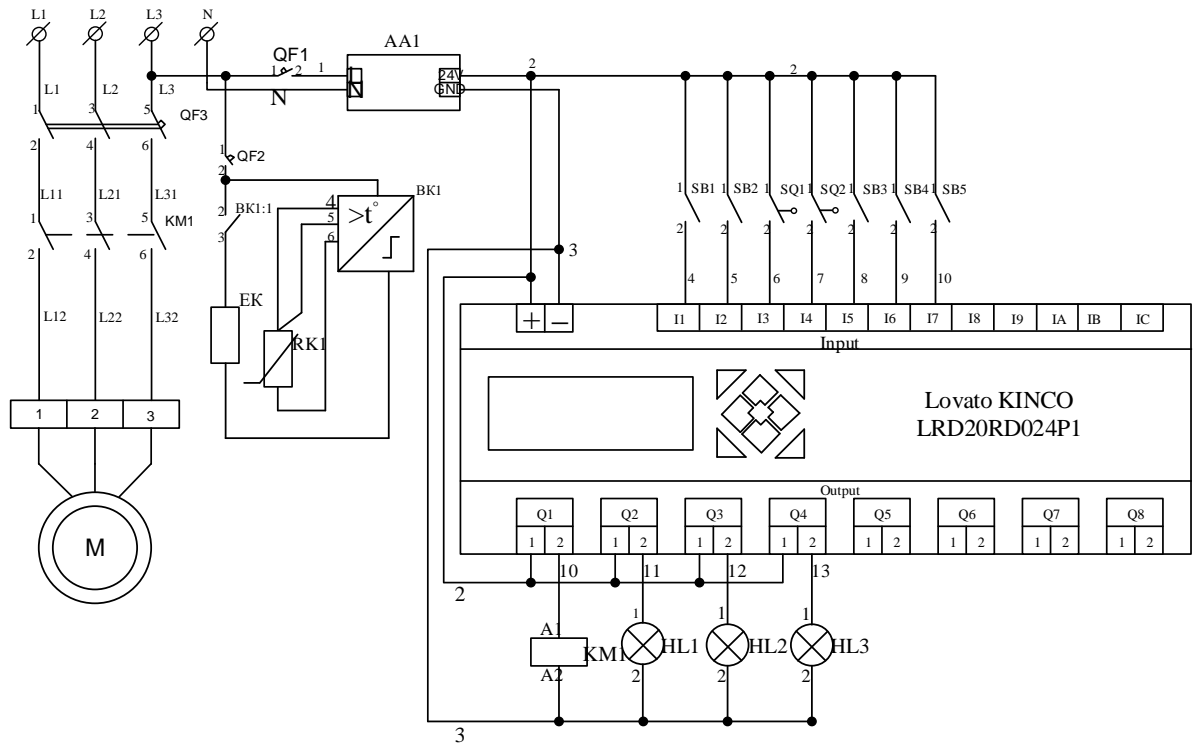


Рисунок 4.19 – Схема електрична принципова

На рисунку 4.19 зображено схему електрично принципову на якій присутні наступні елементи:

- Блок живлення – це блок, який відповідає за живлення ПЛК та елементів індикації. Він складається з трансформатора, стабілізатора напруги, діодного мосту, згладжуючого фільтра та світлодіодом індикації.
- Автоматичний вимикач – це контактний комутаційний апарат, що спроможний вмикати, проводити та вимикати струм навантаження, коли електричне коло в робочому стані, а також вмикати, проводити протягом певного встановленого часу і вимикати аварійний струм в електричному колі.
- Магнітний пускач – це електро cơchanічний комутаційний апарат, призначений для керування живленням електродвигунів: їх пуску, розгону, забезпечення неперервної роботи, відключення живлення та захисту електродвигунів від перевантажень.

- Температурний контролери високої точності – Температурні ПІД-контролери серій TZN оснащені двохшвидкісним контуром ПІД-управління температурою, що забезпечує або високошвидкісне, або високоточне управління температурою. Ці температурні контролери відрізняються високою точністю відображення даних $\pm 0,3\%$, мають 2-крокову функцію автонастройки і підтримують до 13 різних типів входів, забезпечуючи точніше управління температурою при невеликих витратах.
- Програмований логічний контролер – електронний пристрій, який використовується для автоматизації технологічних процесів таких як, керування конвеєрною лінією, насосами на станціях водопостачання, верстатами з числовим програмним керуванням то що. Призначений для запуску операційної системи реального часу і прикладних програм, що реалізують потрібні алгоритми.

Висновки по розділу:

В даному розділі виконано вибір обладнання для реалізації системи керування, побудовано таблиці для зовнішніх та внутрішніх з'єднань. Виконано розрахунок вартості всіх елементів та розроблено схему розподільчої шафи, схему з'єднань та схему електричну принципову. Даний розділ дає розуміння будови системи автоматизації машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання. Слід відмітити, що система керування машиною, яка розроблена в даному розділі було під час практики на підприємстві ТОВ «Технічні фільтруючі матеріали» реалізована на практиці, і успішно використовується для виробництва масок.

5 РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

5.1 Технічне завдання

Необхідно автоматизувати напіваавтоматичний станок ПСР-002 та модернізувати його технічне обладнання. До нього висуваються наступні вимоги:

Дослідний двигун та редуктор:

Двигун типу АИР71А6У3 та редуктор Ч-100 залишаємо, оскільки їхні технічні характеристики повністю задовольняють умови роботи агрегату.

ПЛК:

Для поставлених цілей неважливо якого виробника брати ПЛК, але обов'язкова наявність восьми цифрових та восьми релейних виходів.

Блок живлення для ПЛК:

Для забезпечення живлення ПЛК потрібен блок живлення 24В DC з номінальним струмом навантаження до 2 А.

Захист:

В ролі захисту повинен виступати автоматичний вимикач, який розрахований на струм живлення усього агрегату при повному навантаженні. Також агрегат повинен бути заземлений для запобігання аварійних ситуацій.

Живлення:

Для живлення станка використовується трифазне джерело змінного струму.

5.2 Задані умови роботи схеми

При увімкненні живлення до агрегату автоматичним вимикачем QF1, вмикається терморегулятор, який виводить електронагрівач на задану температуру. Як тільки температура досягнута можна розпочинати роботу, вибір режиму роботи здійснюється двома кнопками Rush (ручний режим роботи) та Auto (автоматичний режим роботи).

Якщо вибраний ручний режим роботи, спрацьовує світлова індикація лампочкою HL2, запуск здійснюється однією кнопкою SB2, вмикається двигун М, який супроводжується світловою індикацією лампочки HL3, двигун обертає черв'ячний редуктор, рух якого перетворюється в вертикальний рух двох важелів, переднього та заднього, передній важель піднімається вгору до кінцевого вимикача SQ1, а задній навпаки опускається вниз і відпускає кінцевий вимикач SQ2, коли кінцевик SQ1 спрацює, двигун М вимикається, спрацьовує зварювання нетканного матеріалу температурою, очікується натиск на кнопку SB2 від оператора, як тільки кнопка натиснута, знову вмикається двигун М, важелі передній та задній розпочинають рух, передній важель вимикає кінцевий вимикач SQ1, задній вмикає кінцевик SQ2, агрегат повертається в початковий стан.

Якщо вибраний автоматичний режим роботи, спрацьовує світлова індикація лампочкою HL1, запуск здійснюється двома кнопками SB1 та SB2, вмикається двигун М, який супроводжується світловою індикацією лампочки HL3, двигун обертає черв'ячний редуктор, рух якого перетворюється в вертикальний рух двох важелів, переднього та заднього, передній важель піднімається вгору до кінцевого вимикача SQ1, а задній навпаки опускається вниз і відпускає кінцевий вимикач SQ2, коли кінцевик SQ1 спрацює, двигун М вимикається, спрацьовує зварювання нетканного матеріалу температурою за час Т, який задається в ручну, після того як таймер спрацював, вмикається двигун М, важелі передній та задній розпочинають рух, передній важель вимикає кінцевий вимикач SQ1, задній вмикає кінцевик SQ2, агрегат повертається в початковий стан далі відбувається повторення заданого алгоритму.

При натисненні кнопки STOP в обох режимах, агрегат вимикає двигун, а схема повертається в початковий стан, якщо кнопка STOP буде постійно нажата агрегат не реагуватиме на будь який сигнал.

5.3 Синтез системи керування

Проведемо адресацію входів/виходів ПЛК в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Вхідні та вихідні сигнали схеми

Вхідні сигнали	
SB1	Пуск №1
SB2	Пуск №2
Stop	Стоп
Auto	Автоматичний режим
Ruch	Ручний режим
SQ1	Кінцевий вимикач для верхньої точки переднього важеля
SQ2	Кінцевий вимикач для верхньої точки заднього важеля
Вихідні сигнали	
M	Запуск двигуна
HL1	Світлова індикація автоматичного режиму роботи
HL2	Світлова індикація ручного режиму роботи
HL3	Світлова індикація роботи електродвигуна

Складемо графоперехід за заданими умовами роботи (рис. 5.1):

Умови встановлення та скидання третього тригера:

$$S_{p3} = Ruch \cdot p_1 \cdot \overline{p_2} \cdot \overline{p_4} + SB1 \cdot SB2 \cdot \overline{Stop} \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot \overline{p_4} + SQ_2 \cdot \overline{p_1} \cdot \overline{p_2} \cdot \overline{p_4}; \quad (5.5)$$

$$R_{p3} = SQ_2 \cdot \overline{p_1} \cdot \overline{p_2} \cdot \overline{p_4} + SQ_2 \cdot \overline{p_1} \cdot p_2 \cdot \overline{p_4} + Stop \cdot \overline{p_1} \cdot \overline{p_2} \cdot p_4 + \\ + Stop \cdot p_1 \cdot \overline{p_2} \cdot p_4 + Stop \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot p_4; \quad (5.6)$$

Умови встановлення та скидання четвертого тригера:

$$S_{p4} = SB2 \cdot \overline{Stop} \cdot p_1 \cdot \overline{p_2} \cdot p_3 + \overline{SB1 \cdot SB2 \cdot Stop} \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 + \\ + Stop \cdot \overline{p_1} \cdot \overline{p_2} \cdot p_3 + Stop \cdot p_1 \cdot p_2 \cdot p_3; \quad (5.7)$$

$$R_{p4} = SB2 \cdot \overline{Stop} \cdot \overline{p_1} \cdot \overline{p_2} \cdot p_3 + T \cdot \overline{Stop} \cdot \overline{p_1} \cdot p_2 \cdot p_3 + Stop \cdot p_1 \cdot \overline{p_2} \cdot \overline{p_3}; \quad (5.8)$$

Умова роботи таймера:

$$T = \overline{p_1} \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot p_4; \quad (5.9)$$

Рівняння для вихідних змінних:

$$M = \overline{p_1} \cdot p_3 \cdot \overline{p_4} + p_1 \cdot p_3 \cdot p_4 + p_2 \cdot p_3 \cdot \overline{p_4}; \quad (5.10)$$

$$HL_1 = p_2 \cdot p_3 + p_1 \cdot \overline{p_3} \cdot p_2 \cdot \overline{p_4}; \quad (5.11)$$

$$HL_2 = \overline{p_2} \cdot p_3; \quad (5.12)$$

$$HL_3 = M = \overline{p_1} \cdot p_3 \cdot \overline{p_4} + p_1 \cdot p_3 \cdot p_4 + p_2 \cdot p_3 \cdot \overline{p_4}; \quad (5.13)$$

5.4 Написання програми для програмованого логічного контролера

Lovato KINCO LRD20RD024P1

Для написання програми та коректної її роботи на ПЛК, потрібно внести заміну вхідним та вихідним змінним.

Вхідні змінні:

I1 – SB1;

I2 – SB2;

I3 – SQ1;

I4 – SQ2;

I5 – Stop;

I6 – Auto;

I7 – Ruch;

Вихідні змінні:

Q1 – M;

Q2 – HL1;

Q3 – HL2;

Q4 – HL3;

Код програми на мові Lovato:

m2	—	m3	—	m4	—	M5
M2	—	M3	—	M4	—	M6
m2	—	m3	—	M4	—	M7
I4	┐	M5	┐	--	—	↑M1
I5	—	M5	┐			
I5	—	M6	┐			
I5	—	M7	┐			
M1	—	m3	—	m4	—	M8
I6	—	M8	—	--	—	↑M2
M1	—	m2	—	m4	—	M9
M1	—	M2	—	M4	—	MA
I2	—	i5	—	MA	—	MB
m1	—	m2	—	m4	—	MC
I7	—	M9	┐	--	—	↑M3
I1	—	MB	┐			
I4	—	MC	┐			
M1	—	m2	—	m3	—	MD
i1	—	i2	—	i3	—	ME
M1	—	M2	—	M3	—	MF
m1	—	m2	—	M3	—	MG
m1	—	m2	—	m3	—	MH
I2	—	i5	┐	MD	—	↑M4
ME	—	MF	┐			
I5	—	MG	┐			

I5	—	MH	⌋			
m2	—	M3	—	M4	—	MI
M2	—	M3	—	M4	—	MJ
M4	—	m2	—	m3	—	MK
I3	—	i5	—	MI	⌈	↓M1
I3	—	i5	—	MJ	⌈	
I5	—	MK	—	--	⌋	
m1	—	M3	—	m4	—	ML
M1	—	m3	—	M4	—	MM
I4	—	ML	⌈	--	—	↓M2
I5	—	MM	⌋			
m1	—	m2	—	m4	—	MN
m1	—	M2	—	m4	—	MO
m1	—	m2	—	M4	—	MP
M1	—	m2	—	M4	—	MQ
M1	—	M2	—	M4	—	MR
I4	—	MN	⌈	--	—	↓M3
I4	—	MO	⌈			
I5	—	MP	⌈			
I5	—	MQ	⌈			
I5	—	MR	⌋			
m1	—	m2	—	M3	—	MS
m1	—	M2	—	M3	—	MT
M1	—	m2	—	m3	—	MU
I2	—	i5	⌈	MS	—	↓M4
T	—	i5	⌈			
I5	—	MU	⌋			
M2	—	M3	—	M4	—	MV

m1	—	MV	—	--	—	(T
m1	—	M3	—	m4	┐	(Q1
M1	—	M3	—	M4	┐	
M2	—	M3	—	m4	┐	
M2	—	M3	—	--	┐	(Q2
M1	—	m3	—	--	┐	
M2	—	m4	—	--	┐	
m2	—	M3	—	--	—	(Q3
Q1	—	--	—	--	—	(Q4

Висновки по розділу:

Даний розділ дипломного проекту присвячено логічному синтезу системи керування електроприводом машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання, в даному розділі було реалізоване технічне завдання, яке враховує умови роботи даного агрегату, виконано синтез, побудовано графоперехід за яким складені умови встановлення та скидання для тригерів, умови спрацювання таймерів та вихідних змінних у вигляді сигналу на пуск двигуна та світлової інікації. Побудовано програму для програмованого логічного контролера, що дає змогу швидко запрограмувати та змінювати програму для подальшої модернізації даного агрегату.

6 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ШЛЯХОМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

6.1 Програма на мові LD в середовищі програмування CODESYS

Для перевірки правильності логічного синтезу використаємо середовище програмування Codesys та зберемо схему для керування агрегатом на мові програмування LD. Для цього використаємо рівняння вмикання та скидання тригерів, а також рівняння вихідних змінних та таймерів. Для початку пропишемо всі змінні в код програми.

Задання змінних для програми:

PROGRAM PLC_PRG

VAR

SQ2: BOOL;

P2: BOOL;

P3: BOOL;

P4: BOOL;

SQ1: BOOL;

STOP: BOOL;

Auto: BOOL;

p1: BOOL;

Rush: BOOL;

SB1: BOOL;

SB2: BOOL;

T: BOOL;

M: BOOL;

L1: BOOL;

T1: TON;

KK: TIME := T#5.00S;

TT: TIME;

HL2: BOOL;

END_VAR

Програма на мові LD зображено на рисунках (6.1-6.2):

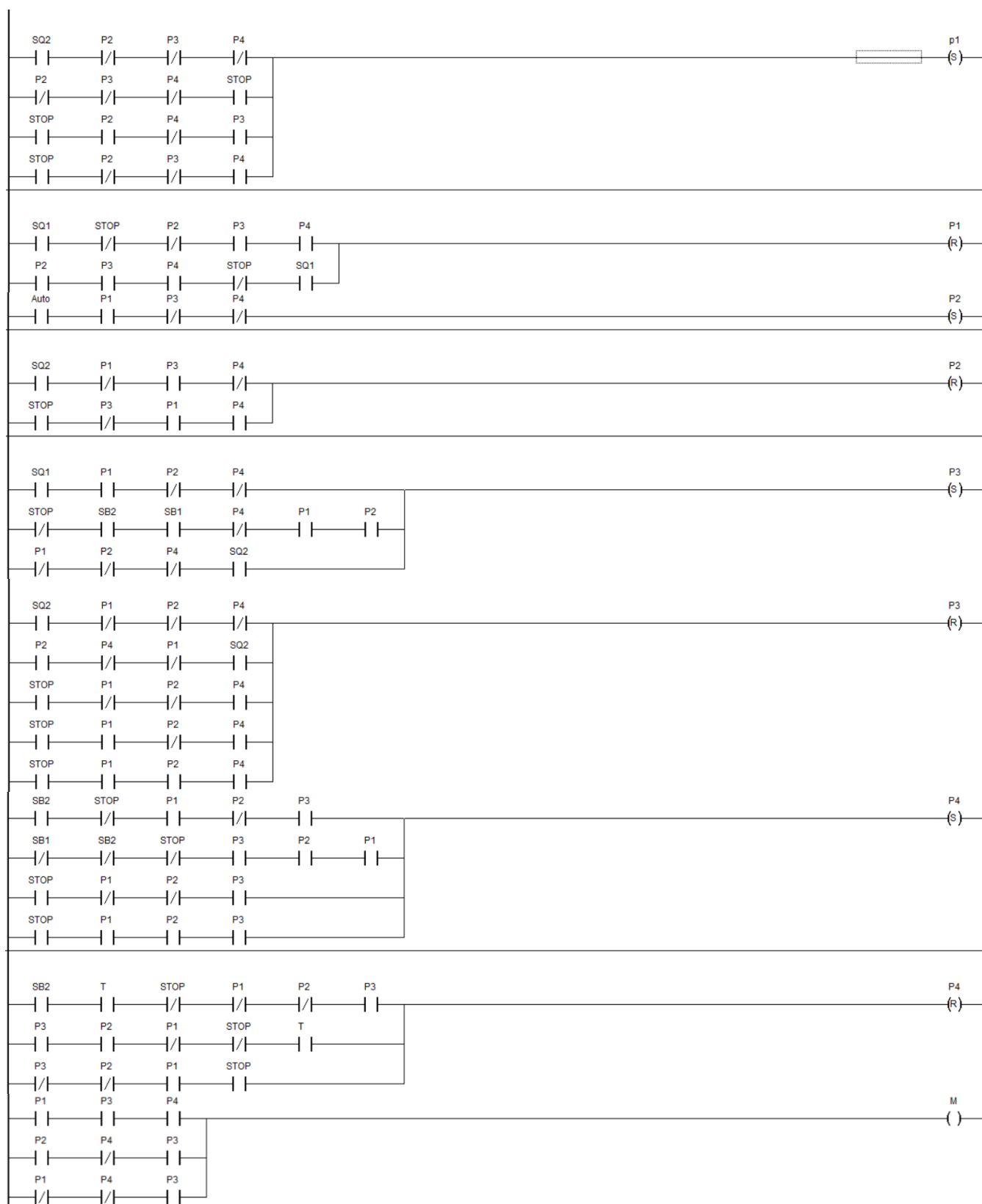
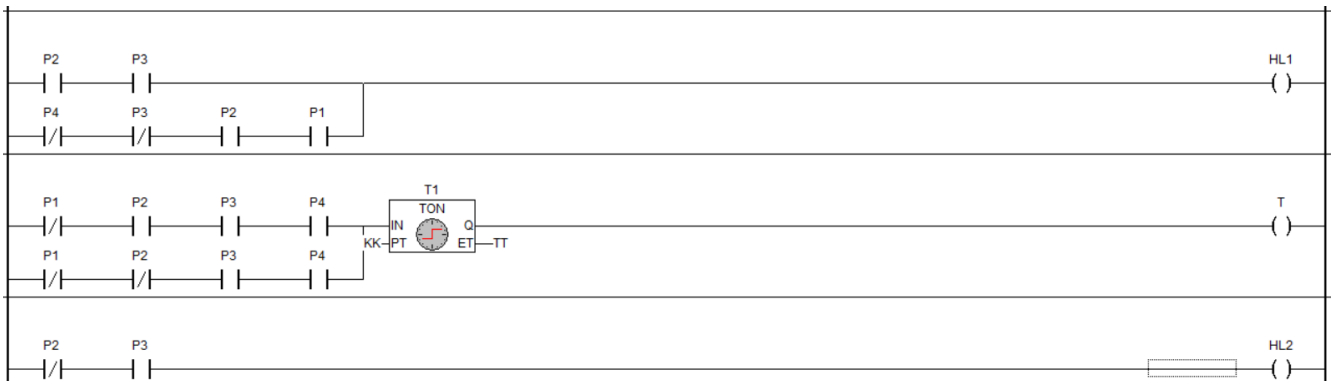


Рисунок 6.1 – Програма для ПЛК на мові LD



6.2 Візуалізація програми за допомогою інструментів Codesys

Для перевірки розроблених логічних функцій для реалізації автоматизації робочих режимів напівавтоматичного станка ПСР-002 за допомогою інструментів Codesys зберемо макет даного агрегату та блок керування ним. Панель керування зображено на рисунку 6.3:

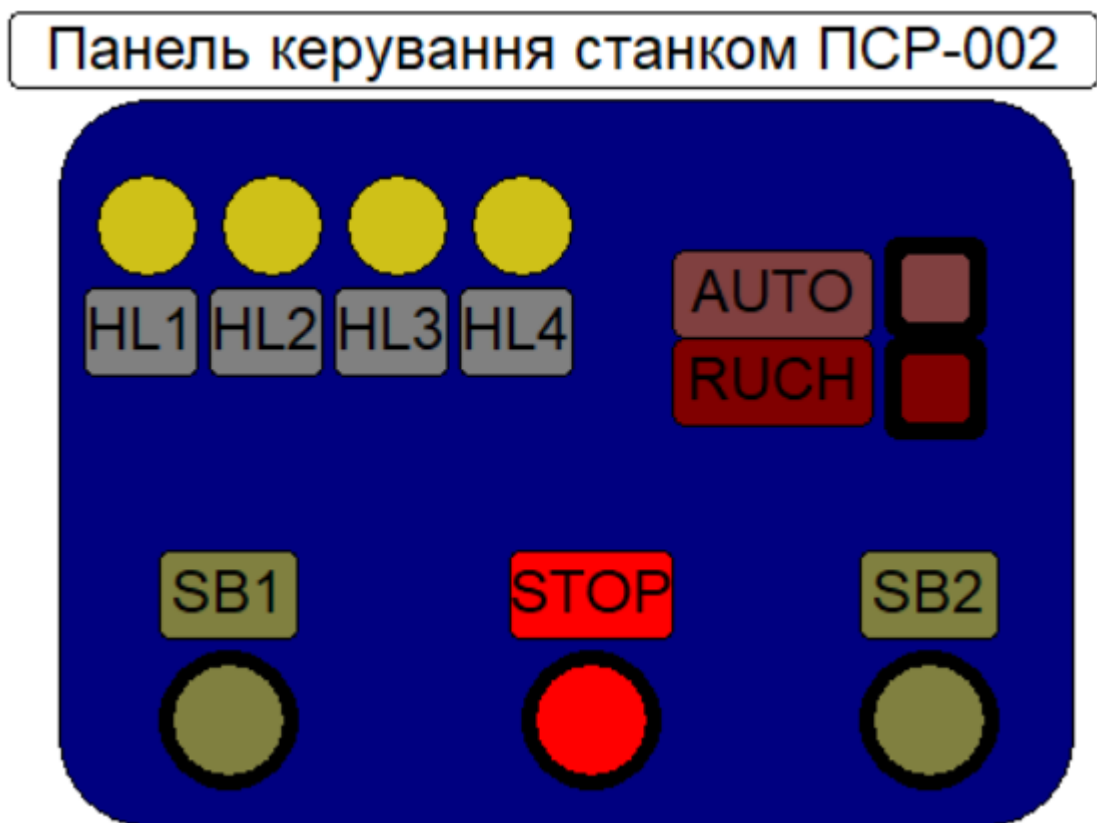


Рисунок 6.3 – Панель керування станком ПСР – 002

Макет агрегату зображено на рисунку 6.4:

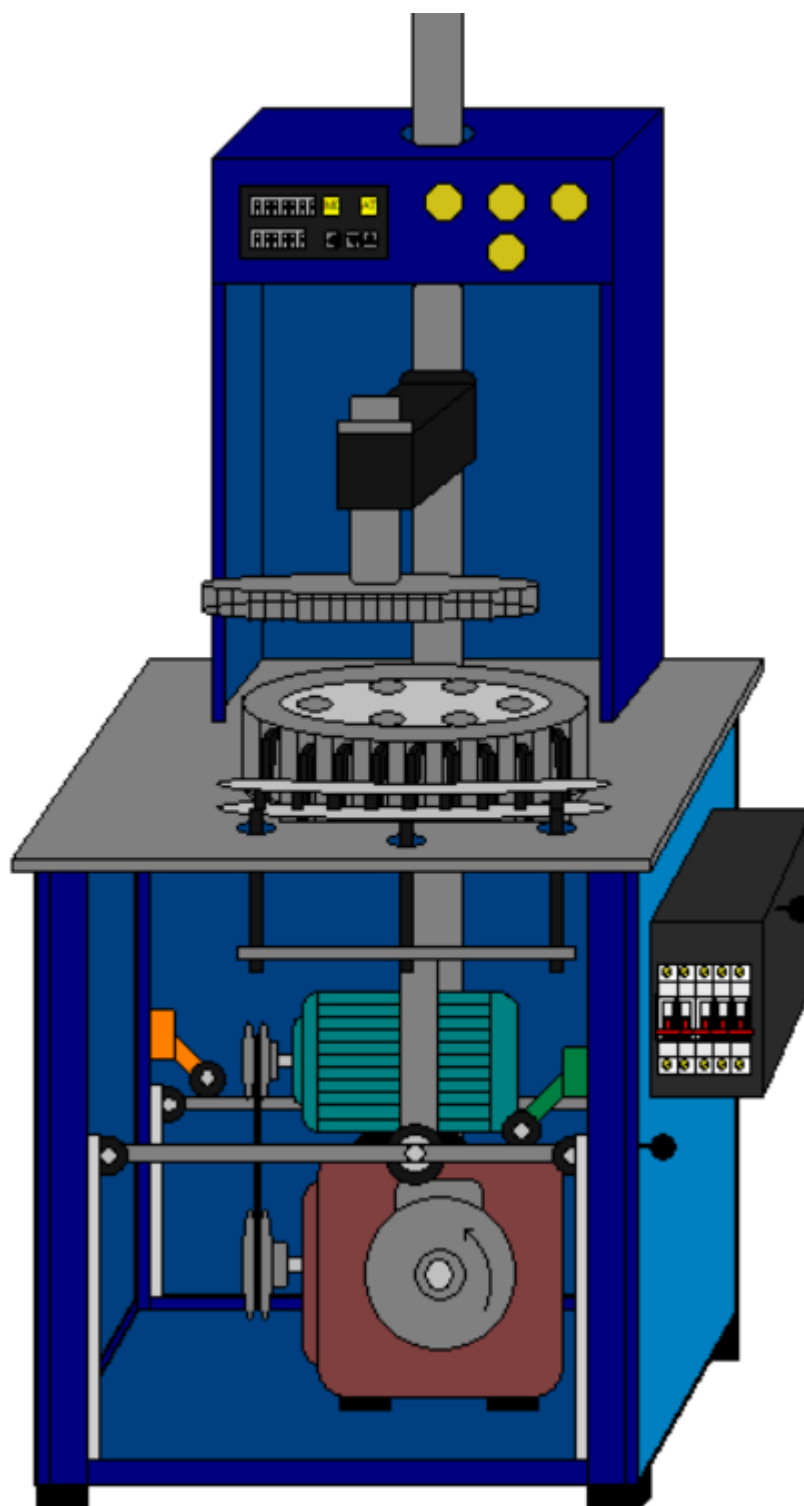


Рисунок 6.4 – Макет напівавтоматичного станка ПСР-002

Повний вигляд візуалізації програми зображено на рисунку 6.5:

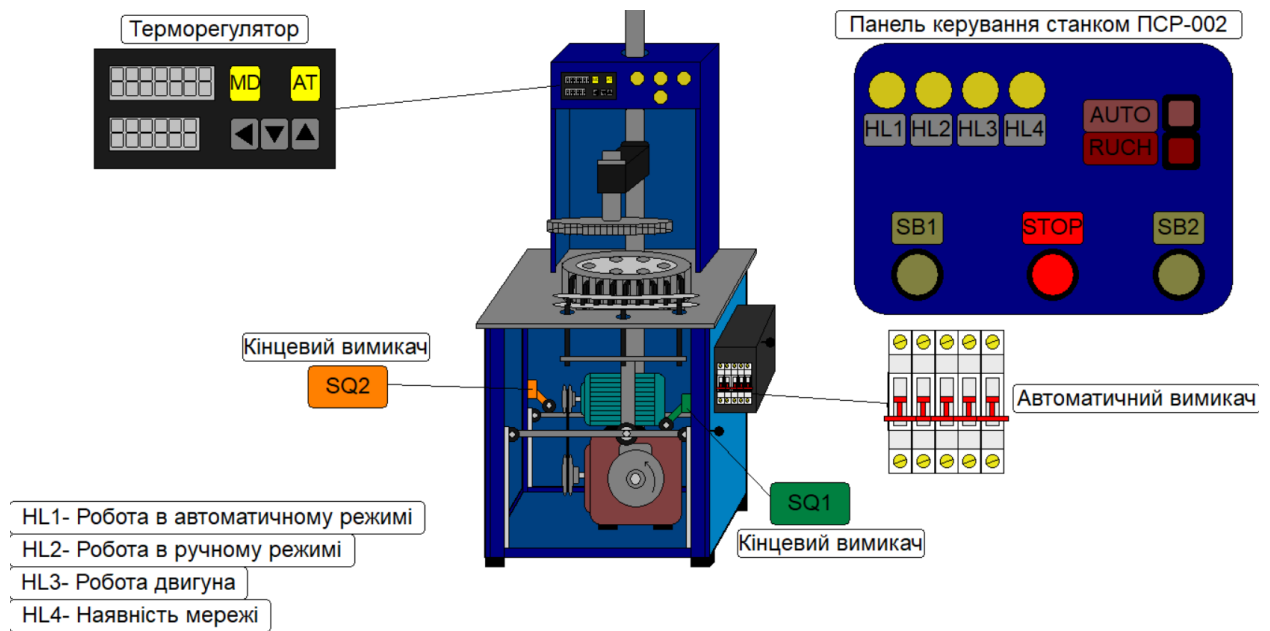


Рисунок 6.5 – Повний вигляд візуалізації програми

Візуалізацію проведемо, якщо вибраний автоматичний режим роботи. Спрацює світлова індикація лампочкою HL1, запуск здійснюється двома кнопками SB1 та SB2, вмикається двигун М, який супроводжується світловою індикацією лампочки HL3, двигун обертає черв'ячний редуктор, рух якого перетворюється в вертикальний рух двох важелів, переднього та заднього, передній важель піднімається вгору до кінцевого вимикача SQ1, а задній навпаки опускається вниз і відпускає кінцевий вимикач SQ2, коли кінцевик SQ1 спрацює, двигун М вмикається, спрацює зварювання нетканного матеріалу температурою за час Т, який задається в ручну, після того як таймер спрацював, вмикається двигун М, важелі передній та задній розпочинають рух, передній важель вмикає кінцевий вимикач SQ1, задній вмикає кінцевик SQ2, агрегат повертається в початковий стан далі відбувається повторення заданого алгоритму.

Поетапну роботу візуалізації зображено на рисунках (6.6 - 6.8):

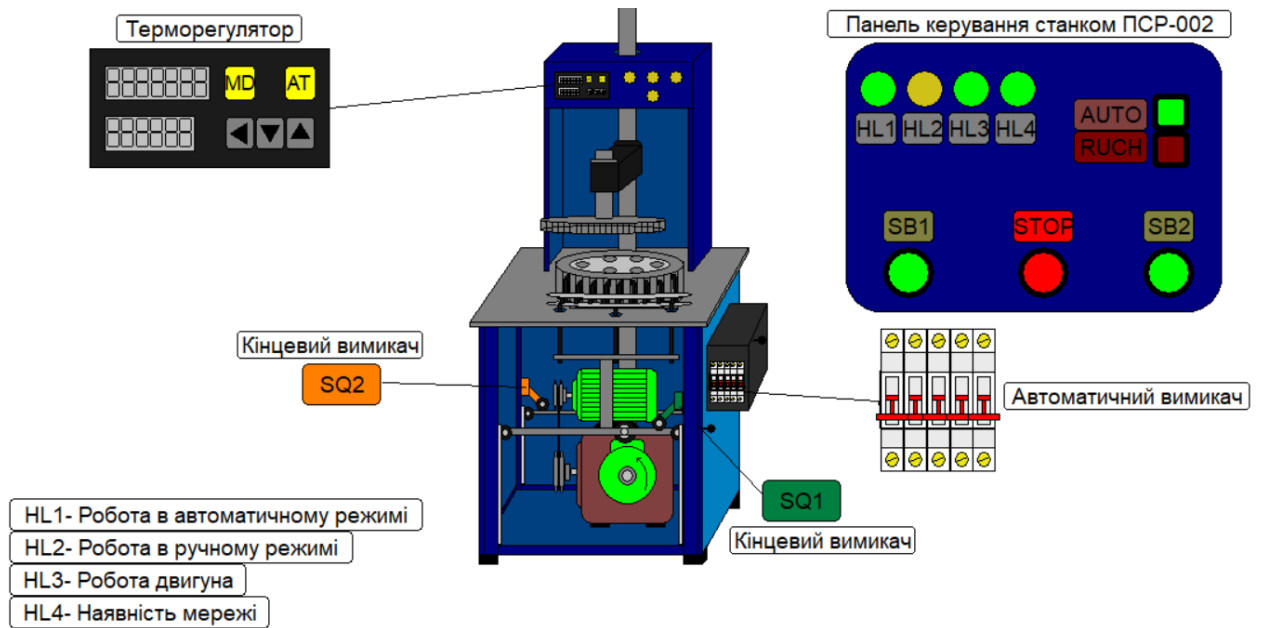


Рисунок 6.6 – Візуалізація технологічного процесу

Як бачимо з рисунку 6.6 при увімкненні кнопок SB1 та SB2 та вибору автоматичного режиму роботи, відбувається включення електродвигуна та роботу черв'ячного редуктора. Кінцевий вимикач SQ2 нажаний з самого початку.

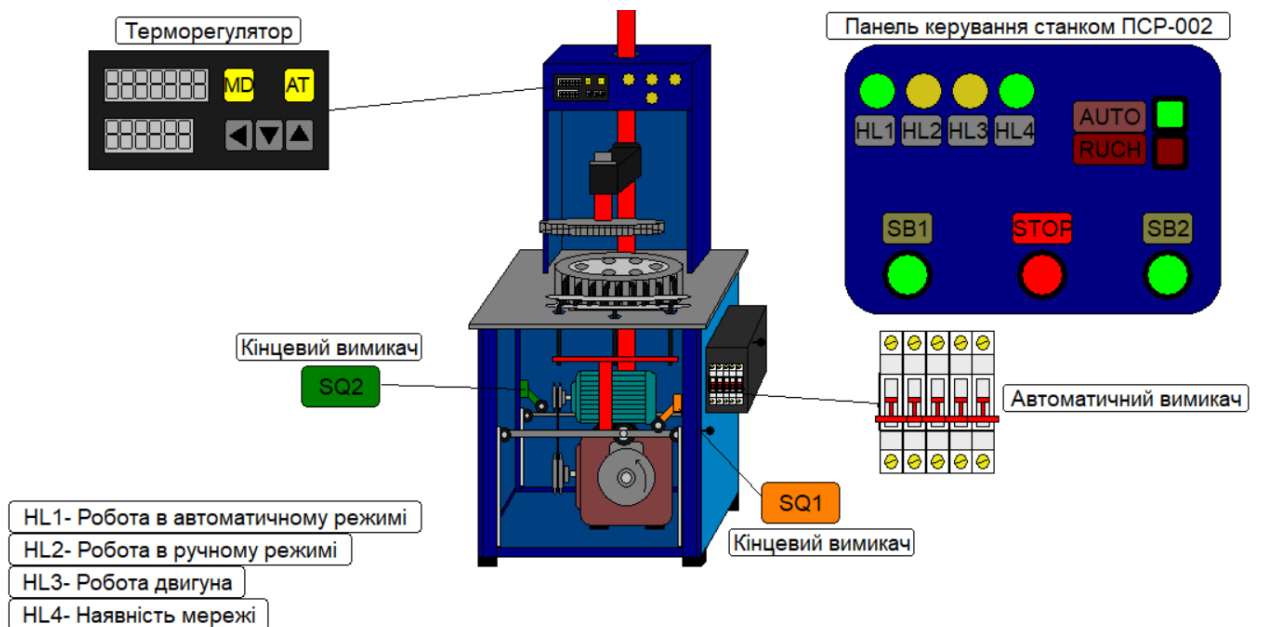


Рисунок 6.7 – Візуалізація технологічного процесу (продовження)

З рисунку 6.7 бачимо, що передній важель досягнув кінцевого вимикача SQ1, який в свою чергу вимкнув двигун, а задній важель відпустив кінцевий вимикач SQ2, елементи позначені червоним кольором рухалися під час роботи

двигуна. На даному етапі роботи відбувається зварювання нетканного матеріалу високою температурою. Як тільки спрацює таймер часу двигун М знову запуститься.

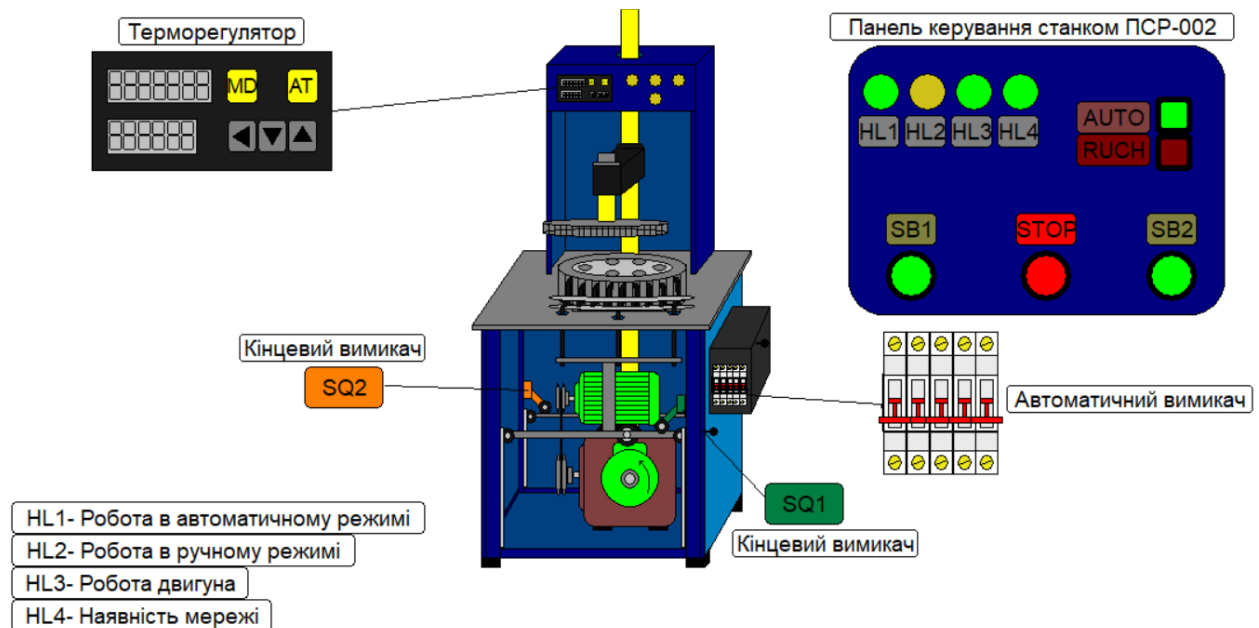


Рисунок 6.8 – Візуалізація технологічного процесу (продовження)

На рисунку 6.8 видно, що таймер Т спрацював, двигун М знову увімкнувся, передній важель більше не тисне на кінцевий вимикач SQ1, а задній важель дійшов та нажав кінцевий вимикач SQ2, елементи позначені жовтим кольором повернулися до початкового стану, двигун М вимикається, нетканний матеріал пройшов температурну зварку. Для подальшої роботи циклу потрібно поставити нову заготовку. Як бачимо в результаті імітації роботи, система повністю відповідає вимогам поставленої задачі.

Висновки до розділу:

В середовищі програмування CODESYS зібрано програму та мові LD, прокомпільовано та повністю перевірено її роботоздатність. Зібрано макет напівавтоматичного агрегату ПСР-002, терморегулятор, кінцеві вимикачі, панель керування та автоматичні вимикачі. Проведено поетапну візуалізацію технологічного процесу та опис його роботи. В результаті моделювання роботи, визначено, що система повністю відповідає вимогам та задачам

поставлених в завданні до дипломного проекту. Всі робочі режими синтезовано та промодельовано, помилок не виявлено. Розроблений програмний код було також завантажено в ПЛК реальної установки та перевірено на працездатність. Розроблена система керування знайшла своє застосування на практиці при виробництві масок на підприємстві ТОВ «Технічні фільтруючі матеріали».

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті вирішено актуальне питання технологій та обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різнорідних листових термопластичних матеріалів для збірки респіраторів методом одномоментного точкового термічного зварювання. Було досягнуто основної мети проекту, а саме модернізація та підвищення ефективності електроприводу машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання, оскільки попередня система керування немогла належним чином забезпечити постійну роботу агрегату, виходячи з ладу та невірного відпрацювання алгоритму роботи.

При цьому отримані наступні результати:

1. Розглянуто типи засобів індивідуального захисту органів дихання, а саме: медичні маски, респіратори, напівмаски та фільтри та технологію їх виготовлення. Також приділено увагу різного роду технологічному обладнанню яке використовується при їх виготовленні, яке залежить від багатьох факторів, головний з них це тип виробничої лінії або агрегату для збірки респіраторних півмасок, збірка масок виконується багатьма способами, найпоширеніші з яких це ультразвукове зварювання та термозварювання.
2. Розглянуто конструкцію напівавтоматичного апарату ПСР-002, який відноситься до обладнання для виготовлення шаруватих виробів з різнорідних листових термопластичних матеріалів. Розглянуто технологічний процес виробництва масок за допомогою цього агрегату.
3. Побудовано функціональну схему, кожен функціональний елемент містить лише ті входи і виходи, які необхідні для його коректної роботи. Схема складається з блоків керування: панель керування, сигнали кінцевих вимикачів та датчиків, блок ручного керування, блок автоматичного керування, привід агрегату ПСР-002, світлова індикація. Також проведено розрахунок параметрів електродвигуна

головного шпинделя та черв'ячного редуктора типу ч-100, побудована таблиця призначення сигналів.

4. Здійснено вибір обладнання для реалізації системи керування, побудовано таблиці для зовнішніх та внутрішніх з'єднань. Виконано розрахунок вартості всіх елементів та розроблено схему розподільчої шафи, схему з'єднань та схему електричну принципову.
5. Виконано логічний синтез системи керування електроприводом машини для пошиття засобів індивідуального захисту органів дихання, реалізовано технічне завдання, яке враховує умови роботи даного агрегату, побудовано графоперехід за яким складені умови встановлення та скидання для тригерів, умови спрацювання таймерів та вихідних змінних у вигляді сигналу на пуск двигуна та світлової інікації. Побудовано програму для програмованого логічного контролера, що дає змогу швидко запрограмувати та змінювати програму для подальшої модернізації даного агрегату.
6. В середовищі програмування CODESYS зібрано програму та мові LD, прокомпільовано та повністю перевірено її роботоздатність. Зібрано макет напівавтоматичного агрегату ПСР-002, терморегулятор, кінцеві вимикачі, панель керування та автоматичні вимикачі. Проведено поетапну візуалізацію технологічного процесу та опис його роботи. Всі робочі режими синтезовано та промодельовано, помилок не виявлено. Розроблений програмний код було також завантажено в ПЛК реальної установки та перевірено на працездатність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування засобів індивідуального захисту працюючих.
Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/147458325.pdf>
2. Сучасні засоби індивідуального захисту.
Режим доступу: <https://vl.nmc.dsns.gov.ua/>
3. Організація аварійно-рятувальних робіт. Режим доступу:
https://nuczu.edu.ua/images/menu/it_tehnologii/publish/9761.html
4. Дослідження захисних властивостей засобів індивідуального захисту населення.
Режим_доступу:https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/lab._zan._cz-syz.pdf
5. Засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри людини
Режим доступу: <https://buklib.net/books/32034/>
6. Порівняльний аналіз технічних характеристик сучасних моделей засобів індивідуального захисту органів дихання. Режим доступу:
<http://protox.medved.kiev.ua/index.php/ua/issues/2019/3/item/617-comparative-analyses-of-technical-characteristics-of-modern-models-of-personal-respiratory-protective-equipment>
7. Вивчення ізолюючих регенеративних респіраторів. Режим доступу:
<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/560/m8282.pdf?sequence=1&isallowed=y>
8. Персональний захист органів дихання в контексті інфекційного контролю.
Режим_доступу:https://phc.org.ua/sites/default/files/users/user90/personalni_zahyst_organiv_dyhannia_v_konteksti_infektsiinogo_kontroliu.pdf
9. Індивідуальні засоби захисту органів дихання.
Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/dpju/24388/>
10. Класифікація засобів індивідуального захисту.
Режим доступу: <https://uadoc.zavantag.com/text/26748/index-1.html>