

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Центр перепідготовки та післядипломної освіти

(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Методи функціональної діагностики та технічного обслуговування
промислових автоматизованих систем**

Виконав: студент II курсу, групи КАД-2
спеціальності 151 - "Автоматизація та комп'ютерно-
інтегровані технології"

(шифр і назва спеціальності)

_____ **Макаришкін Д.А.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Шкодзінський О.К.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ **Козбур І.Р.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач _____ **Савків В.Б.**
кафедри (підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ (прізвище та ініціали)
(підпис)

Тернопіль
2021

РЕФЕРАТ

Роботу виконано на кафедрі автоматизації технологічних процесів і виробництв Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв

Шкодзінський Олег Ксаверович,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв

_____,

Тернопільський національний технічний університет

імені Івана Пулюя

Захист відбудеться ___ грудня 2021 р. о 9.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії №43 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 401

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення надійності та функціональної безпечності. Під час проектування систем автоматизації технологічних процесів, виникає необхідність введення додаткових елементів для контролю стану схеми, з метою своєчасного виявлення відмов, у разі їх появи. Також, у разі виникнення ситуацій не безпечних для життя і здоров'я людини, необхідно щоб обладнання було негайно вимкнене. Тому дослідження методів підвищення функціональної надійності і безпечності є безумовно актуальними.

Метою роботи є удосконалення методів забезпечення функціональної надійності і безпечності для застосування їх під час розробки пристрою керування промисловим обладнанням.

Об'єкт дослідження є процес підвищення функціональної безпечності та надійності схеми автоматизованого керування устаткуванням.

Предмет дослідження: методи підвищення функціональної безпечності та надійності схеми автоматизованого керування устаткуванням.

Отримані результати:

Дістав подальшого розвитку метод станів і переходів забезпечення функціональної надійності та безпечності, що полягає у розробці графу станів та переходів системи автоматизованого керування, визначені станів які можуть перейти у непрацездатні та небезпечні стани та удосконалення графу з урахуванням непрацездатних і небезпечних станів.

Запропоновано удосконалену стратегію функціональної діагностики і відновлення обладнання, яув полягає у визначення черговості ремонту обладнання з умов потреб виробництва, етапах діагностики обладнання із застосуванням SCADA-систем і замовлення обладнання «на склад» для прискорення відновлення обладнання..

Практичне значення роботи:

Розроблено схему електричну принципову автоматизованого керування технологічним устаткуванням по пришиванню проклеюванню бахроми до килимового виробу із підвищеними вимогами до функціональної надійності і безпечності.

Розраховано середній час відновлення пристрою при виникненні непрацездатного стану при застосуванні методів підвищення функціональної надійності та без них. Середній час відновлення пристрої при застосуванні запропонованих методів знизився у 5,38 рази.

Апробація роботи. Результати роботи доповідались на засіданні Міжнародної конференції: «Українсько-Польські наукові діалоги», 20-23 жовтня 2021 р. у м. Кам'янець-Подільський

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 85 арк. формату А4, графічна частина – 5 аркушів формату А3, 15 слайдів.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі описана основна характеристика роботи. Визначені напрямки проведення досліджень і конструювання.

В аналітичній частині досліджено стан питання у літературі, визначена актуальність проведення роботи.

В технологічній частині проаналізовано умови виробництва, розроблено технічне завдання, визначено технологічну схему проведення пришивання і проклеювання бахромки до килимового виробу.

В науково-дослідній частині розроблено графі станів та переходів роботи пристрою керуванням технологічним обладнанням, запропоновано методи удосконалення графу із врахуванням вимог підвищення функціональної надійності і безпеки.

В конструкторській частині наведено розробку схеми електричної структурної та схеми електричної принципової, описано вибір елементів та їх взаємозв'язки.

В спеціальній частині проведена розробка алгоритму та блок-схеми алгоритму роботи програми пристрою керування, а також наведено розрахунки інтенсивності відмов, середнього напрацювання на відмову та середнього часу відновлення пристрою.

В розділі охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях оглянуто питання створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці, планування і фінансування заходів щодо охорони праці, проведено розрахунок захисного заземлення ділянки виробництва.

У висновках сформульовано основні наукові і технічні рішення отримані у роботі.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано технологічну схему розміщення елементів виконання технічної операції та особливості її застосування. Результати показують, що товари, які подаються в швейну машину, подаються з обох сторін одночасно, тому датчики необхідні для визначення наявності товару з кожного боку.

Розробити технічні завдання на проектування та виготовлення виробів. Визначте основні техніко-експлуатаційні характеристики виробу.

Розроблено процес пошиття та приклеювання пензликів до килимових виробів. Процес складається з трьох етапів: подача килима на швейну машину; зшивання пензликів нетканою килимовою стрічкою; притискання та прогрівання швів стрічкою.

В результаті дослідження запропоновано розробку системи АСУ ТП, яка застосовує теорію графів до управління обладнанням для шиття та склеювання килимових виробів.

Визначення завдання підвищення надійності та безпеки обладнання потребує належного аналізу стану та діаграм переходу обладнання, що розробляється, та модернізації його відповідно до вимог надійності та безпеки. У виконанні цих двох завдань є протиріччя, оскільки для підвищення безпеки необхідно ввести додаткові вузли та модулі, що знизить надійність, і навпаки.

Наведено модернізовану схему стану АСУ ТП та переобладнання швейно-клеючого обладнання для килимових виробів, у якій введено відповідний стан надійності контролю та стану забезпечення безпеки.

Поєднуючи характеристики діаграми стану та діаграми переходу, з метою підвищення надійності та безпеки обладнання запропоновано

електрорегулюючий пристрій для шовного склеювання килимового виробу. Використання блоків у схемі було підтверджено.

Основний електричний план базується на плані електричної конструкції, підтверджується вибір елементів плану. На схемі показано співвідношення між елементами. Показує зовнішній вигляд конструктивних елементів програми.

Розроблено алгоритм роботи обладнання, що враховує основні етапи процесу пошиття та приклеювання пензликів до килимів. На основі розробленого алгоритму розробляється блок-схема алгоритму.

Після розрахунку інтенсивність відмов пристрою становить $7,664 \cdot 10^{-6}$ 1/год, а середній час роботи відмов – 1304,8 год. Розрахувати середній час відновлення обладнання в разі аналізу непрацездатних умов і без аналізу. У першому випадку середній час відновлення пристрою становив 1,5 години, а в другому – 8,07 години. Тому введення додаткових елементів аналізу непрацездатного стану підвищує надійність схеми.

Розглянуто стратегію функціональної діагностики. Для вдосконалення стратегії функціональної діагностики рекомендується враховувати сучасні виробничі умови.

Анотація

Макаришкін Д.А. Методи функціональної діагностики та технічного обслуговування промислових автоматизованих систем. 151 – автоматизовані і комп'ютерно-інтегровані технології. – Тернопільській національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2021.

У роботі розглянуто питання розробки методів підвищення функціональної надійності безпечності автоматизованих систем керування технологічним обладнанням. Запропоновано удосконалений метод підвищення функціональної надійності безпечності автоматизованих систем керування. Розроблено схемо-технічні рішення пристрою керування технологічним обладнанням пришивання і проклеювання бахромки до килимового виробу.

Ключові слова: автоматизована система, граф станів та переходів, технологічне обладнання, функціональна надійність і безпечність.

ABSTRACT

Makarishkin D.A. Methods of functional diagnostics and maintenance of industrial automated systems. 151 - Automation and computer-integrated technologies. - Ternopil National Technical University named after Ivan Puluj. - Ternopil, 2021.

The paper considers the development of methods to increase the functional reliability of automated control systems of technological equipment. An improved method for increasing the functional reliability of automated control systems is proposed. Schematic and technical solutions of the control device for technological equipment for sewing and gluing fringe to carpet products have been developed.

Keywords: automated system, state and transition graph, technological equipment, functional reliability and safety.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	2
ЗМІСТ	8
ВСТУП	10
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	12
1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами	12
1.2 Актуальність виконання роботи	15
1.3 Методи вирішення поставленої задачі	16
1.4 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу магістра	17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Характеристика виробу та його призначення	18
2.1.1 Аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей	18
2.1.2 Аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його роботи	19
2.1.3 Розробка та аналіз технічного завдання на розробку виробу	21
2.2 Розробка технологічного процесу подвійного пришивання та проклеювання бахромки до килимових виробів	24
2.3 Висновки до розділу 2	25
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	26
3.1 Характеристика об'єкту та предмету дослідження	26
3.2 Розробка графу системи автоматичного керування машини пришивання і проклеювання	29
3.3 Удосконалення графу системи автоматичного керування машини пришивання і проклеювання	33
3.5 Висновки по розділу 3	38
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	39
4.1 Розробка схеми електричної структурної	39
4.2 Схема електрична принципова	43
4.2.1 Вхід силової мережі змінного струму ~380В, 50Гц	43
4.2.2 Блок живлення	45

4.2.3 Реле безпеки.....	47
4.2.4 Промисловий контролер.....	49
4.2.5 Частотний перетворювач.....	53
4.2.6 Панель оператора.....	55
4.3 Висновки по розділу 4.....	57
5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	58
5.1 Розробка блок схеми алгоритму керування пристроєм.....	58
5.2 Аналіз надійності приладу.....	60
5.3 Стратегія функціональної діагностики.....	64
5.4 Висновки по розділу 5.....	66
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	67
6.1 Вступ.....	67
6.2 Створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці на об'єкті, що проектується.....	68
6.3 Планування і фінансування заходів щодо охорони праці.....	71
6.2 Розрахунок захисного заземлення.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	84

ВСТУП

Функціональна діагностика і пошук несправностей у системах автоматизації виробничого обладнання потребує застосування специфічних підходів та глибокого знання принципів роботи системи, а також кожної підсистем і окремих елементів. Можливість більш зручного і швидкого пошуку підсистем і окремих елементів що вийшли з ладу закладається під час проектування усієї системи автоматичного керування. Для цього використовуються додаткові функціональні елементи що контролюють ввімкнення окремих підсистем та елементів, застосування різноманітних додаткових датчиків що забезпечують паралельне контролювання технологічних параметрів, перевірка результатів вимірювання технологічних параметрів на відхилення від заданих граничних (верхніх або нижніх) діапазонів у програмному коді, розробка різноманітних таблиць можливих поломок і способів їх усунення тощо. Залежно від складності промислового обладнання застосування відповідних підсистем функціональної діагностики може бути різною і визначається економічною доцільністю, тому як введення додаткових підсистем призводить до удорожчання обладнання. З іншого боку, необґрунтоване спрощення підсистеми функціональної діагностики обладнання або ігнорування внесення додаткових елементів в схему, може призвести в наслідок виходу з ладу окремих підсистем до ще більших руйнацій обладнання і навіть травматизму на виробництві.

Згідно стандарту ІЕС 61508 [1] функціональна безпечність є «...властивість системи, при виході з ладу її окремих підсистем чи модулів, переходити в такий режим роботи, в якому вона не несе загрози життю людей, навколишньому середовищу чи іншим системам».

Дослідженням методів функціональної діагностики і створенням ефективних стратегій технічного обслуговування займаються провідні вчені: Н. Бар, З. Блувбанд, К. Ерікссон, А. Верма, І. Кнєзевич, Х. Кумамото, А. Можаяев, І. Рябінін, Х. Фам, В. Харченко, Е. Хенлі, М. Чепін, Ю. Бобало, Б. Мандзій, Б. Волочій, Л. Озірковський та інші.

В системах автоматизації важливим є забезпечити баланс між рівнем надійності і рівнем безпеки. Введення додаткових блоків що підвищують безпеку системи можуть призвести до зниження надійності, і навпаки. Тому дослідження методів підвищення функціональної надійності і безпеки систем автоматизації є задачею актуальною.

В роботі проведемо розробку системи автоматизації пошивочно-послієчної технологічної лінії із забезпеченням достатнього рівня функціональної надійності та безпеки.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Килим — це тканий виріб з кольорової вовни або шовку, бавовняної або лляної пряжі. Килими переважно ворсисті, іноді — гладкі. Здавна люди прикрашали килимами своє житло: вистилали ними підлоги і меблі, вішали на стіну. І зараз килими широко використовуються в декоруванні житлового і громадського інтер'єру. [2]

Давній Єгипет і Ассирія, Індія і Китай уславилися рідкісними килимами. Торговими шляхами, як посольські дари або військова здобич, вони розходилися по всьому світу. Народи різних континентів (Азія, Латинська Америка, Європа) внесли до мистецтва килимарства своє розуміння законів краси, традицій, функціональності, символіки. [2]

Край килима – його вразливе місце. Тому важливо знати, як обробити килим, щоб зберегти його та запобігти швидкому розшарування.

Щоб вибрати найкращий варіант обробки краю килима, потрібно взяти до уваги:

- висоту ворсу;
- щільність;
- матеріали, з яких він виготовлений;
- розмір;
- текстуру;
- колір;
- форму;
- дизайн.

Як обробити край килима з оверлоком

Найчастіше ідеальним варіантом для красивої обробки краю килима буде оверлок. Краєобметочна машина була винайдена американцем Джозефом Мерроу – молодшим у 1877 році для обробки країв чоловічих шкарпеток. Вона імітувала позначку ручними стібками. Принцип її дії полягав у переплетенні

трьох ниток трьома механізмами: нижнім петлювачами і голкою. Винахід патентного механізму для красобмічного стібка виявився настільки вдалим, що його використовують і зараз [3]. Приклад виконання обробки краю килима оверлоком наведено на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Приклад обробки краю килима оверлоком

Ще одним способом обробки краю килима є проклеювання і пришивання до краю килима бахромки, для підвищення естетичних властивостей килима [4]. Приклад виконання оздоблення краю килима бахромой наведено на рисунку 1.2.

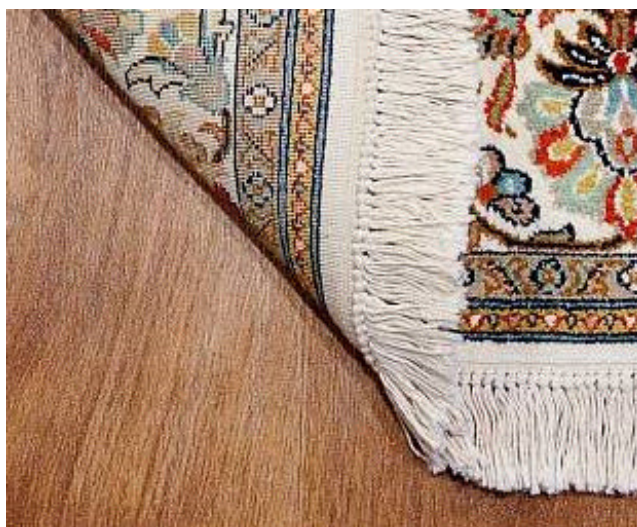


Рисунок 1.2 – Приклад обробки оздоблення килима бахромой

Спочатку бахрома була видимою частиною ниток основи килима. Однак вона швидко зношувалась, що вело до деформації самого полотна. Тому її стали замінювати накладною бахромою у вигляді щільної стрічки зі звисаючими скрученими нитками з однієї зі сторін. При такому способі оформлення краю з'являється більше можливостей для гри з кольором та фактурою пряжі [4].

Актуальним є використання новітнього обладнання на виробництві ТОВ «Карат», м. Хмельницький. Дане підприємство проводить постачання продукції більше ніж у 50 країн світу. На ньому розвивається виробництво килимів і килимових виробів – воно виробляє широкий асортимент килимових виробів в якості VCF, Heat-Set, Frieze и Flex TPE а також з використанням різної щільності виробу – от 150 000 до 1 000 000 ворсових пучків на м². Для потреб виробництва килимів відбувається виробництво поліпропіленової нитки – на ньому є власний виробничий комплекс з виготовлення поліпропіленових ниток VCF. Комплекс був оснащений сучасним обладнанням з використанням передових технологій в області виробництва поліпропіленової пряжі, що дозволяє нам виготовляти пряжу триколон.

Підприємство має більше 100 одиниць різноманітних станків для випуску продукції, серед них:

- 9 екструдерів поліпропіленової нитки;
- 21 ткацький станок.



Рисунок 1.3 – Екструдер для виробництва поліпропіленової нитки на ТОВ «Карат»

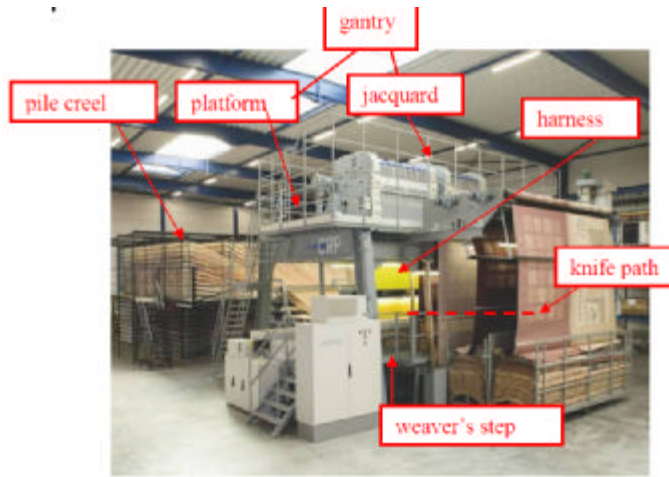


Рисунок 1.4 – Ткацький станок для виробництва килимів на ТОВ «Карат»

Окрім цього обладнання є декілька ліній пакування готової продукції – килимів та килимових виробів. Тому повстає задача створення нових технологічних ліній для розширення виробництва.

1.2 Актуальність виконання роботи

Для килимів застосовують спеціальний килимовий оверлок. Деякі різновиди розумної машинки не тільки обмітають, а й обрізають килимовий виріб. Оверлоки можуть робити красиву декоративну хвилясту обмітку краю, яку назвали черепашковою.

Призначення килимового оверлока:

- посилити та захистити край виробу;
- збільшити термін експлуатації килима;
- не допустити, щоб край розлохмачувався;
- покращити естетичні властивості килиму.

Для приклеювання бахромі використовується подвійна клеєва машина. Вона проклеює бахрому з обох сторін килимової доріжки на конвеєрі. Під час оверложування високи швидкості руху голки створюють небезпеки, також під час проклевання діють високі температури, до 180°C, що також створює небезпеку для робітників що забезпечують роботу машини. Для запобігання

травматизму під час травматизму, необхідно додатково ввести в конструкцію станка елементи безпеки, що забезпечать унеможливлення роботи станка при попаданні в робочу зону рук людини.

Тому розробка подвійно-поклесечної машини у складі конвеєру із елементами контролю працездатності станка, а також елементами безпеки є актуальною задачею.

1.3 Методи вирішення поставленої задачі

Подвійно-поклесечні машини призначені для оздоблення коврової продукції із приклеюванням до канту килима бахроми, що підвищує естетичні властивості килиму. Дана операція проводиться на конвеєрі, що збільшує продуктивність праці і прискорює виробництво продукції.

Для вирішення поставленої задачі пропонується застосувати аналітичні методи аналізу графа виконання операцій подавання килимової продукції на конвеєрі, проклеювання на предмет контролю вмикання окремих елементів схеми і появи небезпек. За результатами аналізу графа переходів, потрібно ввести додаткові елементи контролю працездатності схеми автоматизації подвійно-поклесечної машини, та елементи безпеки, що будуть контролювати безпечність користування машиною з боку робочого та обслуговуючого персоналу.

1.4 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу магістра

1. В результаті проведено дослідження джерел інформації, встановлено що підвищення якості та естетичності коврової продукції забезпечують шляхом пришивання і приклеювання бахроми.
2. Для виконання пришивання і приклеювання бахроми застосовують подвійні проклеювальні станки. Усі операції виконуються на конвеєрі, на транспортній стрічці.
3. При розробці схеми автоматизації станка необхідно врахувати потребу у застосуванні елементів контролю працездатності станка і елементи безпеки, що призначені для запобігання травматизму робочого персоналу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.

2.1 Характеристика виробу та його призначення

2.1.1 Аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей

Подвійно-поклеєчна машина працює у складі конвеєру по оверложуванню і упаковці коврової продукції. Дана машина забезпечує пришивання і проклеювання стрічки із бахромою по двох краях килимової продукції. Уся транспортна стрічка конвеєра поділена на робочі зони:

- зона порізки;
- зона оверложування;
- зона подвійної проклейки;
- зона змотування;
- зона упаковки.

Технологічні операції виконуються на кожній зоні незалежно одна від одної по мірі поступлення товару. Тому немає необхідності забезпечувати загальне керування усією системою конвеєра. Така конфігурація дозволяє нарощувати конвеєрну лінію шляхом додавання додаткового устаткування що виконуватиме різноманітні технологічні операції. Такою модернізацією конвеєра є додавання установки подвійного проклеювання. Дана технологічна лінія встановлена на підприємстві ТОВ «Карат» м. Хмельницький, яке займається виготовленням килимової продукції. Для збільшення номенклатури продукції, керівництвом було прийняте рішення додати устаткування для подвійного проклеювання краю килима. Дане устаткування встановлюється після установки оверложування та перед змотуванням.

2.1.2 Аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його роботи

Конструктивно технологічна частина лінії представляє конвеєрну стрічку по обох сторонах встановлені пристрої пришивання (швейна машина) та проклеювання. Схема розташування технологічних елементів установки подвійного проклеювання наведено на рис. 2.1.

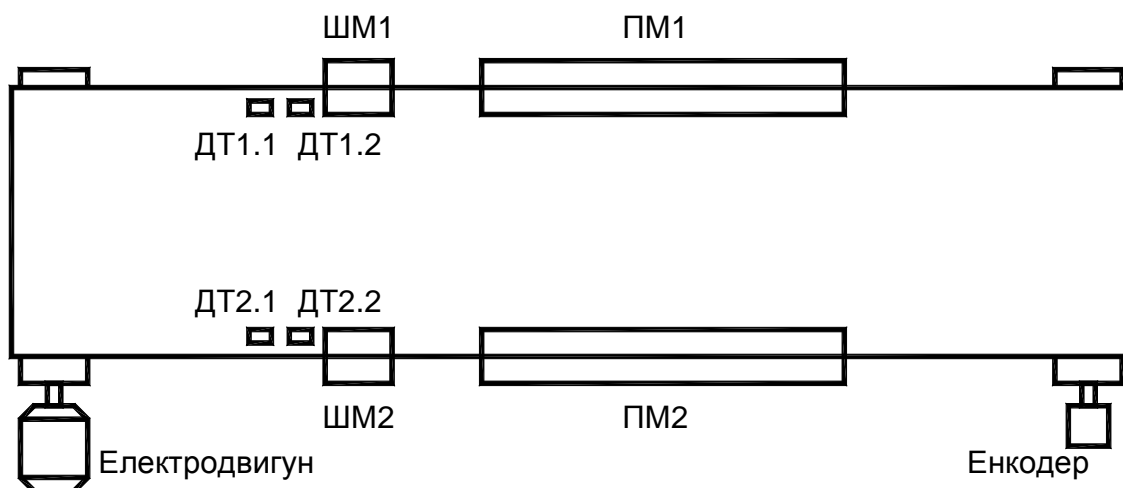


Рисунок 2.1 – с

В технологічній схемі устаткування подвійного проклеювання застосовано наступні елементи:

- дві швейні машини (ШМ1 і ШМ2);
- дві поклеєчні машини (ПМ1 і ПМ2);
- Давачі товару (ДТ1.1, ДТ1.2, ДТ2.1 і ДТ2.2);
- Електродвигун;
- Енкодер;
- Транспортна стрічка.

Робота устаткування відбувається наступним чином. Електродвигун обертаючись тягне транспортну стрічку, чим забезпечує подавання товару із постійною швидкістю. Контроль руху стрічки забезпечується вимірюванням швидкості обертання другого валу транспортної стрічки за допомогою

енкодера. Також, енкодер контролює вірність напрямку руху стрічки. За допомогою датчиків товару (ДТ1.1 і ДТ1.2) з лівої сторони і (ДТ2.1 і ДТ2.2) з правої сторони визначається подача товару на швейні машини ШМ1 з лівої сторони і ШМ2 з правої сторони. Внаслідок особливостей укладання товару на транспортну стрічку, подавання товару на швейні машини з ліва і з права може відбуватись не одночасно. Причому, за допомогою двох датчиків визначається початок товару і його закінчення. Діаграма визначення початку товару і його закінчення наведена на рис. 2.2.

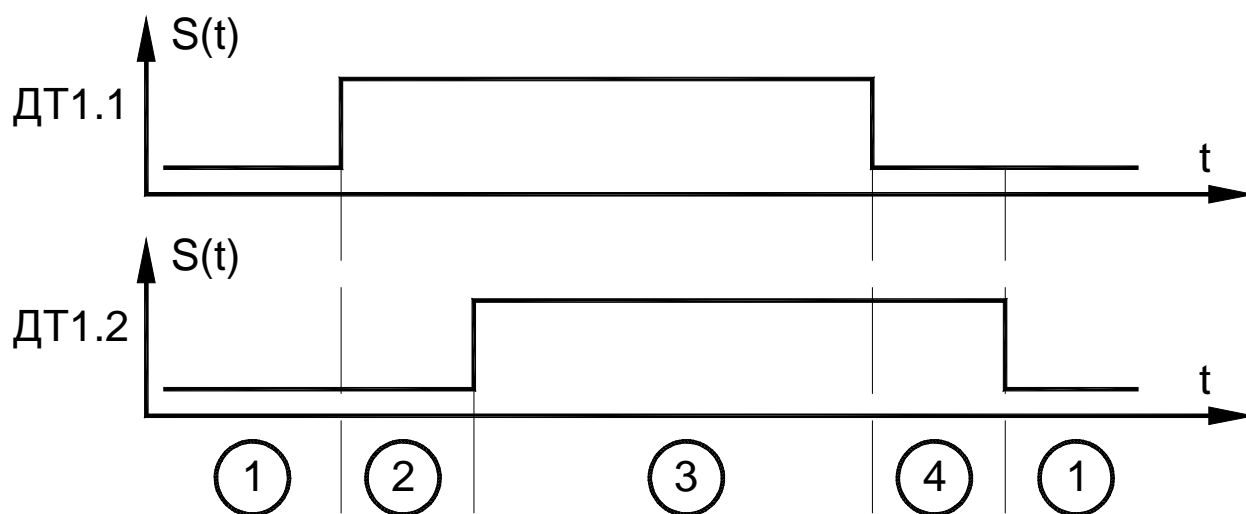


Рисунок 2.2 – Діаграма визначення початку товару і його закінчення

В зоні 1 коли обидва датчики дають сигнал «0» товар відсутній. В зоні 2, наявний сигнал «1» на виході датчика ДТ1.1, а на виході датчика ДТ 1.2 сигнал «0», що вказує на наявність товару на датчику ДТ1.1 і його відсутності на датчику ДТ1.2. В зоні 3 сигнал «1» спостерігається на виході обох датчиків товару, тобто товар наявний на кожному датчику. Таким чином, якщо ситуація яка спостерігається в зоні 3 слідує за ситуацією що наявна в зоні 2, можна зробити висновок про рух початку килима в напрямку швейної машини. В зоні 4 ситуація зворотна до зони 2, сигнал «1» на виході датчика ДТ1.2, а на виході ДТ1.1 сигнал «0». В такому випадку, можна зробити висновок про рух кінця килиму в на вихід з швейної машини. Датчики на протилежній стороні працюють аналогічно.

Після визначення що початок килиму по транспортній стрічці рухається у напрямку швейної машини, повинна включитись швейна машина на відповідній стороні. Коли визначається ситуація що кінець килима рухається до швейної машини, швейна машина повинна вимкнутись через час рівний часові потрібному щоб кінець килима проїхав від давача ДТ1.2 або давача ДТ2.2 до відповідної швейної машини із невеликим зазором.

Одночасно із швейної машиною повинний вмикатись двигун поклеєної машини. Вимкнення двигуна повинно відбуватись через час необхідний щоб кінець килима виїхав із поклеєної машини.

Поклеєчна машина, для виходу на робочий режим, для виходу на робочий режим повинна нагрітись до заданої температури. Температура встановлюється на панелі оператора поклеєної машини і залежить від типу килиму та клею. Під час підготовки до режиму, запуск конвеєрної стрічки та швейних машин повинен бути заборонений.

2.1.3 Розробка та аналіз технічного завдання на розробку виробу

Прилад повинен бути виконаний у вигляді моноблочної конструкції. На передній панелі пристрою необхідно розташувати органи керування та сигналізації. Всередині корпусу розташовується усі елементи схеми. В ході проектування повинно бути проаналізовано вимоги контролю працездатності окремих елементів схеми, забезпечено безпечне користування пристроєм електро-технологічним персоналом, а саме введено елементи що унеможливають попадання у небезпечні місця кінцівок людини та ураження її електричним струмом, попадання під дію рухомих частин механізмів та високих температур.

Спосіб встановлення пристрою

Пристрій встановлюється безпосередньо у зручному місці для монатжу близько до транспортної стрічки, швейних та поклеєчних машин. Він ен повинен становити перешкод для електро-технологічного, а також ремонтного і обслуговуючого персоналу.

Конструкторські вимоги

Клас виконання	наземна
Група виконання	стаціонарна
Підгрупа використання	промислова
Кліматичний варіант виконання	УХЛ
Група виконання	1
Категорія розміщення	КР-4.2

Загальні норми кліматичних впливів

По стійкості до кліматичних і механічних і механічних впливів, пристрій повинен витримувати наступні нормативні впливи (згідно ГОСТ-1148-88) :

Теплостійкість :

- робоча температура, °С	+35
- гранична температура, °С	+50

Холодостійкість :

- робоча температура, °С	+10
- гранична температура, °С	-10

Атмосферний тиск, кПа

- від	700
- до	800

Вологостійкість, %

98

при температурі, °С

25

Механічний вплив на прилад під час експлуатації відсутній. Пристрій повинен витримувати наступний механічний вплив під час транспортування :

Міцність при транспортуванні (в упакованому вигляді) :

- прискорення, g 15
- тривалість ударного імпульсу, мс 11
- кількість ударів, не менше 1000

Вимоги до надійності

Розроблений пристрій повинен відповідати наступним вимогам :

- термін служби , рік 5
- середній час роботи на відмову, год. 3000
- ремонтоздатність, год. 5

Вимоги ергономіки та естетики

Пристрій повинен відповідати антропологічним вимогам (фізичним можливостям людини), психофізіологічним вимогам (можливості людини у сприйнятті та обробці інформації), гігієнічним вимогам (параметри освітлення, рівень шуму) та естетичним вимогам (інформаційна виразність).

Вимоги до технологічності та уніфікації

Конструкція пристрою повинна відповідати умовам серійного виробництва.

Вимоги по техніці безпеки

Прилад повинен бути сконструйований та виготовлений таким чином, щоб при його нормальній експлуатації і при появі пошкоджень, для

користувача не виникала небезпека. Повинен бути забезпечений захист користувача від ураження електричним струмом.

На приладі повинна бути нанесена наступна інформація :

вид живлення;

номінальне значення напруги;

частота мережі;

попереджуючі написи.

Вимоги до економічних параметрів

Виходячи з умов сучасного стану вітчизняного ринку вибирається малосерійний тип виробництва.

Визначення річного об'єму випуску продукції має проводитись після проведення досліджень, спрямованих на виявлення потреб у розробленому пристрої.

Вимоги до технічного обслуговування та ремонту

Пристрій не повинен вимагати додаткового технічного обслуговування до встановлення та після нього перед початком експлуатації.

2.2 Розробка технологічного процесу подвійного пришивання та проклеювання бахроми до килимових виробів

Технологічний процес подвійного пришивання і проклеювання бахроми до килимового виробу полягає у виконанні наступних операцій:

- подача килиму до швейних машин;
- пришивання бахроми із флезеліною стрічкою килима;
- притискання і прогрівання шву із стрічками.

Під час виконання технологічних операцій необхідно враховувати наступне:

- швидкість подачі килима до швейної машини і швидкість пришивання;
- Різний час подачі краю килима до швейних машин з однієї і з другої сторін конвеєрної стрічки;
- Час на розігрівання проклесної машини.

Розробка схеми електричної принципової керування машиною пришивання і проклеювання повинна базуватись на технології виготовлення готового виробу. При чому, потрібно враховувати вимоги з дотримання правил техніки безпеки та підвищення надійності роботи пристрою

2.3 Висновки до розділу 2

В розділ проведено аналіз технологічної схеми розміщення елементів виконання технологічних операцій та особливостей їх застосування. Показано що товар до швейних машин подається з кожного боку неодноразово, тому необхідно застосовувати датчики наявності товару з кожного боку.

Розроблено технічне завдання на проектування і виготовлення виробу. Визначено основні технічні і експлуатаційні характеристики виробу.

Розроблено технологічний процес пришивання і проклеювання бахроми до килимового виробу. Технологічний процес складається з трьох етапів: Подача килиму до швейних машин; Пришивання бахроми із флезеліною стрічкою килима; Притискання і прогрівання шву із стрічками.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Характеристика об'єкту та предмету дослідження

Згідно стандарту ІЕС 61508 функціональна безпечність є «...властивість системи, при виході з ладу її окремих підсистем чи модулів, переходити в такий режим роботи, в якому вона не несе загрози життю людей, навколишньому середовищу чи іншим системам»

Задачі методами забезпечення функціональної безпечності []:

- Діагностика стану окремих підсистем і відповідальних функціональних модулів;
- Формування сигналів про готовність, вихід з ладу або вихід за межі нормального функціонування;
- Прийняття рішення про відключення підсистем, або усієї системи при виникненні загрози життю людини, навколишньому середовищу або іншим системам;
- Сигналізація про стан окремих підсистем бо окремих відповідальних модулів.

Технічне обслуговування - Це комплекс робіт, що проводяться з метою підтримки техніки зв'язку, АСУ та РТЗ в справному або працездатному стані при зберіганні, транспортуванні, підготовці до використання і застосуванні за призначенням.

Задачі, що вирішуються технічним обслуговуванням []:

- Контрольні вимірювання електричних параметрів і характеристик апаратури з метою виявлення виходу їх за межі встановлених нормативною документацією норм;
- Виявлення і усунення несправностей, які викликаються процесами старіння і зносу деталей, вузлів та комплектуючих апаратури;
- Приведення параметрів і характеристик обладнання в межі норм, які встановлені технічною документацією з експлуатації;
- Своєчасне знаходження і усунення несправностей і причин їх появи;

- Збільшення часу між ремонтами і терміну служби обладнання.

Таким чином, для забезпечення надійності потрібно проаналізувати та встановити заданий рівень надійності АСУ ТП. Ґрунтуючись на проведеному аналізі необхідно синтезувати відмово стійкі структури АСУ ТП та синтезувати відмово стійкі алгоритми АСУ ТП. Виконання послідовності вказаних дій приведе до підвищення надійності АСУ ТП. З іншого боку, для забезпечення безпечності потрібно проаналізувати та встановити заданий рівень безпечності АСУ ТП. Ґрунтуючись на проведеному аналізі необхідно провести коригування структури та алгоритми АСУ ТП для забезпечення безпечності. В результаті проведення вказаних дій відбудеться зниження надійності АСУ ТП. Таким чином виникає протиріччя між задачами забезпеченням надійності і забезпечення безпечності. Графічно це представлено на рисунку 3.1.

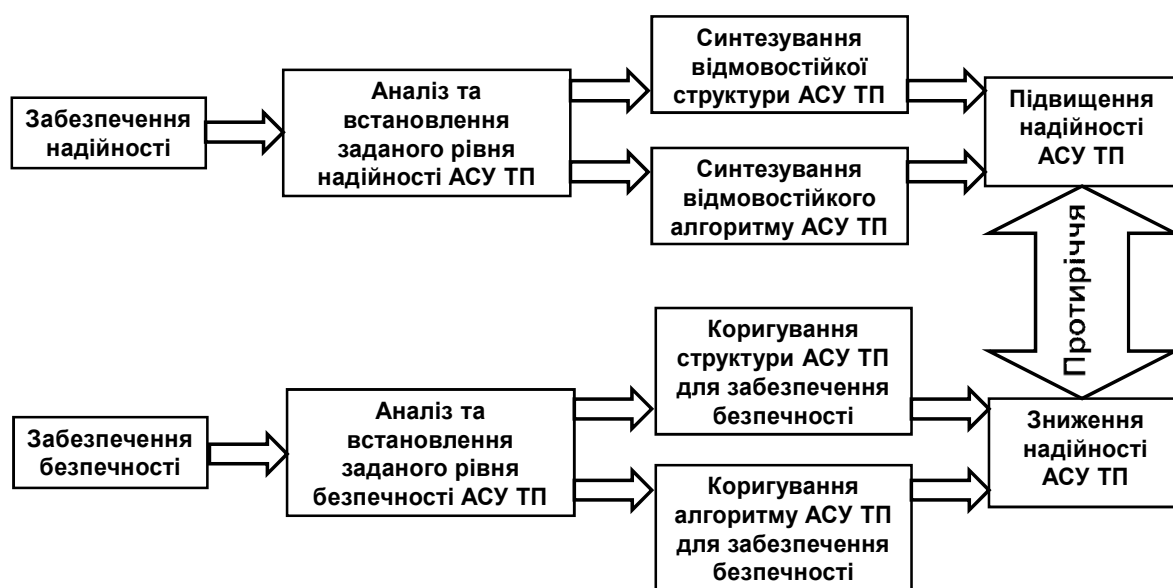


Рисунок 3.1 - Протиріччя забезпечення надійності і безпечності

Як видно із даної структури (рис. 3.1) під час виконання обох етапів по підвищенню надійності і підвищенню безпечності структура АСУ ТП структура і алгоритми роботи ускладнюються. Проте, при забезпеченні надійності, елементи схеми і додаткові кроки алгоритму підвищують надійність більше ніж вона знижується за рахунок ускладнення схеми, адже ці елементи схеми і алгоритму спрямовані на підвищення надійності. З іншого боку, коли

ускладняється схема і алгоритми на етапі забезпечення безпечності, усі додаткові елементи схеми і алгоритму, лишень знижують надійність. За рахунок чого і виникає протиріччя.

Відповідно до стандарту [5, 6], функціональна безпечність є частиною загальної безпеки, що означає, що обладнання знаходиться під постійним моніторингом системи управління і залежить від правильної роботи пов'язаних з безпекою електричних, електронних та програмних засобів системи. З одного боку, функціональна безпека – це виявлення потенційно небезпечних ситуацій, активація захисту або коригування обладнання чи механізмів для запобігання виникненню небезпечних подій, з іншого – впровадження заходів щодо зменшення наслідків небезпечних подій шляхом запобігання або вимкнення системи.

Усі існуючі методи визначення показників безпеки включають визначення мінімального місяця та його ймовірності настання за сумою всіх січневих наборів. Мінімальний набір скорочень – це сукупність мінімальної кількості відмов елементів системи, що викликають аварійну ситуацію. Видалить принаймні один елемент із комбінації, щоб запобігти надзвичайним ситуаціям. Якщо хоча б одну подію буде видалено з CU, навряд чи система вийде катастрофічно [7]. Мінімальний перетин дозволяє кількісно оцінити вплив відмов груп блоків на виникнення аварійних ситуацій в системі. Вони можуть визначити найбільш критичні елементи системи, виходячи з ризиків функціонування системи ("слабкі місця" системи). Ймовірність найменшого перерізу — це кількісний рівень операційного ризику (допуску, обмеження) системи при виході з ладу її компонентів. Мінімальний перетин отримано з Cut Sets в січні, що є поєднанням відмов елементів системи (підсистем, модулів), що призводить до відмови (аварійної ситуації) всієї системи.

Всі методи оцінювання безпечності мають багато спільних недоліків [8]:

- Ці методи не підходять для аналізу відмовостійких систем зі складною поведінкою (реконфігурація, певна послідовність подій для усунення збоїв (підключення гарячого режиму очікування, перехід з холодного режиму очікування в режим гарячого), активне комбіноване резервування тощо). . .

- Метод розглядає лише необмежене відновлення і не враховує стратегії обслуговування.

- Метод не враховує обмеження кількості переробки.

- Не враховуйте можливість взаємозалежних надзвичайних ситуацій.

Вони є незалежним одне від одного. Їх взаємозвязки наведено графічно на рис. 3.2.

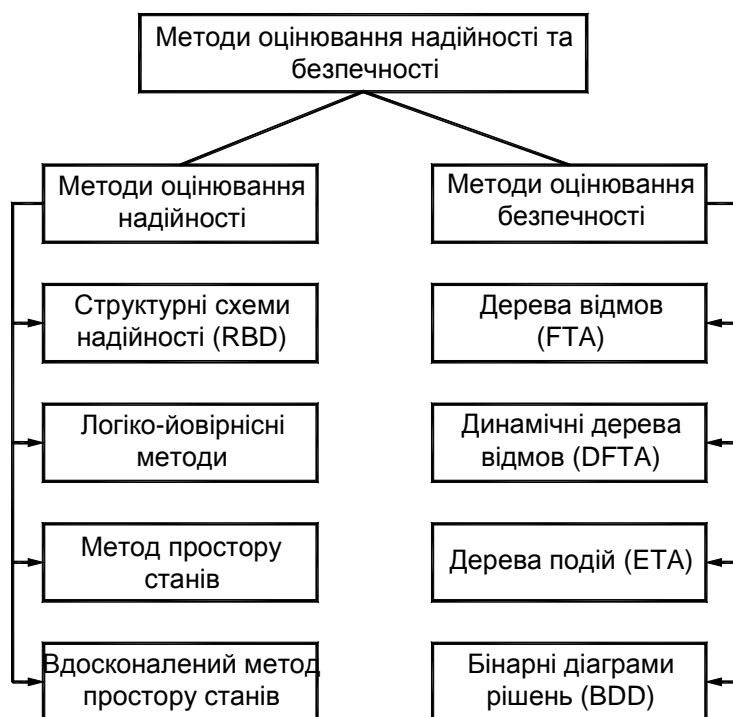


Рисунок 3.2 - Методи оцінювання надійності і безпеки

3.2 Розробка графу системи автоматичного керування машини пришивання і проклеювання

Технологічна схема устаткування розглянута у попередньому розділі і представлена на рис. 2.1 забезпечує подачу килиму до швейних машин з кожного боку і машин проклеювання. Послідовність ввімкнення кожного елементу схеми повинна проводитись у певній черговості і послідовності відповідно до технологічного процесу виготовлення готової продукції. Послідовність ввімкнення кожного елементу схеми і взаємозв'язок між їх ввімкненням можна представити у вигляді графу представленого на рис. 3.3.

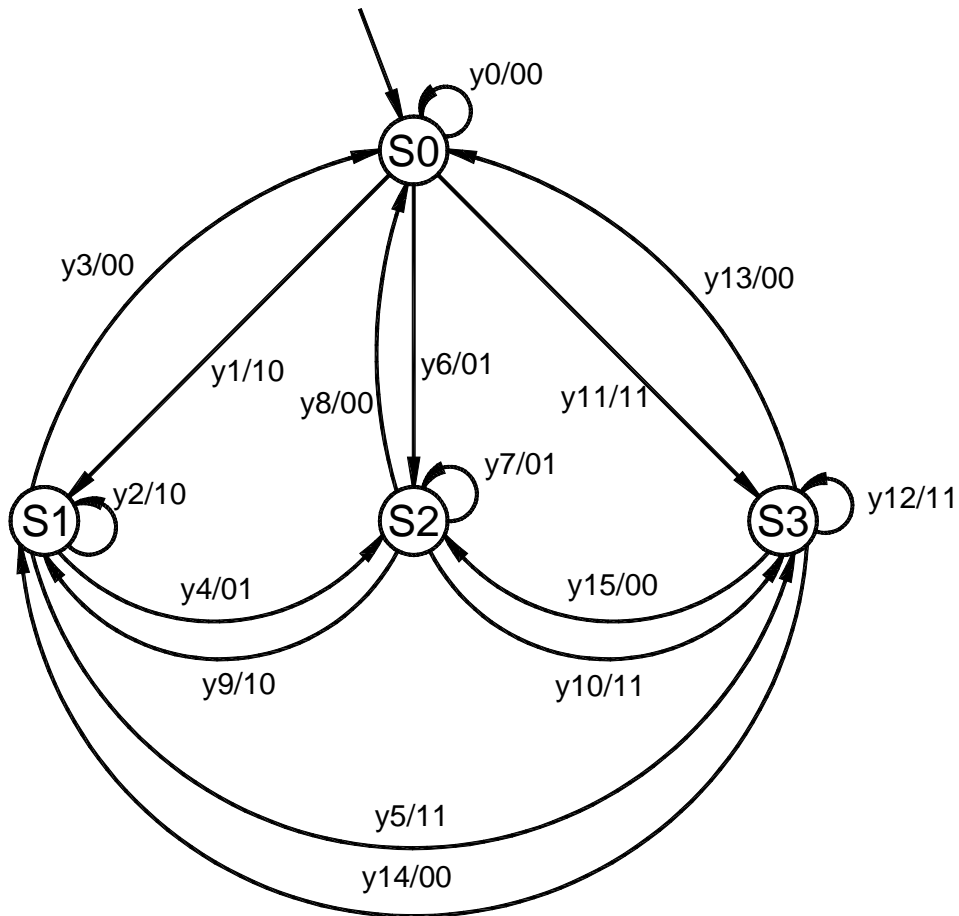


Рисунок 3.3 – Граф станів і переходів ввімкнення і роботи технологічних елементів схеми устаткування

Кожен вузол графа відображає стан в якому знаходиться АСУ ТП устаткування пришивання і проклеювання. Гілки відображають переходи між відповідними станами. Таким чином, у відповідності до технологічного процесу у графі відображені наступні стани:

S0 - Устаткування готове до роботи (температура машини проклеювання в робочому діапазоні);

S1 - Товар присутній на давачу товару 1 (ДТ1.1 і ДТ1.2);

S2 - Товар присутній на давачу товару 2 (ДТ2.1 і ДТ2.2);

S3 - Товар присутній на давачах товару 1 та 2 (ДТ1.1 і ДТ1.2, ДТ2.1 і ДТ2.2).

Гілки графа представляють дії по ввімкненню обладнання, за умови досягнення заданих умов. Таким чином гілки графа представляють наступні дії:

- у0 – Очікування спрацювання давачів товару;
- у1 – Перехід зі стану S0 в стан S1 пришивання і проклеювання по першій стороні (ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1);
- у2 – Перебування в стані S1;
- у3 – Перехід зі стану S1 в стан S0 готовності устаткування до роботи;
- у4 – Перехід зі стану S1 в стан S2 пришивання і проклеювання по другій стороні (вимкнення ШМ 1 і ПМ 1, ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у5 – Перехід зі стану S1 в стан S3 пришивання і проклеювання по обох сторонах (ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1 та ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у6 – Перехід зі стану S0 в стан S2 пришивання і проклеювання по другій стороні (ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у7 – Перебування в стані S2;
- у8 – Перехід зі стану S2 в стан S0 готовності устаткування до роботи;
- у9 – Перехід зі стану S2 в стан S1 пришивання і проклеювання по другій стороні (вимкнення ШМ 2 і ПМ 2, ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1);
- у10 – Перехід зі стану S2 в стан S3 пришивання і проклеювання по обох сторонах (ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1 та ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у11 – Перехід зі стану S0 в стан S3 пришивання і проклеювання по обох сторонах (ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1 та ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у12 – Перебування в стані S3;
- у13 – Перехід зі стану S3 в стан S0 готовності устаткування до роботи;
- у14 – Перехід зі стану S3 в стан S1 пришивання і проклеювання по першій стороні (ввімкнення ШМ 1 і ПМ 1 та вимкнення ШМ 2 і ПМ 2);
- у15 – Перехід зі стану S3 в стан S2 пришивання і проклеювання по другій стороні (ввімкнення ШМ 2 і ПМ 2 та вимкнення ШМ 1 і ПМ 1).

Переходи між станами відбуваються у відповідності до вихідних сигналів давачів наявності товару по першій та другій сторонах. Відповідно, ці сигнали є вхідними сигналами для даного графа. Тому маємо чотири комбінації:

- 00 – товар відсутній на обох сторонах;

10 – товар присутній на першій стороні;

01 – товар присутній на другій стороні;

11 – товар присутній на обох сторонах.

Даний граф станів та переходів реалізує роботу пристрою залежно від стану давачів наявності товару з одного або іншого боку транспортної стрічки. Але цей граф не враховує початковий етап ввімкнення устаткування. Потрібно розділяти графи керування АСУ ТП на окремі під блоки. І для кожного розробляти окремий граф керування. Проте, граф опису станів ввімкнення устаткування є нескладним, тому як складається із станів нагрівання поклейочної машини, стану розгону двигуна транспортної стрічки і після цього переходу до графу станів і переходів ввімкнення і роботи технологічних елементів схеми устаткування (рис.3.4).

На даному графі позначаються наступні стани:

1а, 1б – стани нагрівання поклейених машин з одного боку і з другого боку конвеєра;

2 – стан запуску конвеєрної стрічки;

3а, 3б – стани опитування давачів наявності товару з кожної сторони конвеєру;

4а, 4б – ввімкнення швейних машин;

5а, 5б – ввімкнення двигунів поклейочних машин.

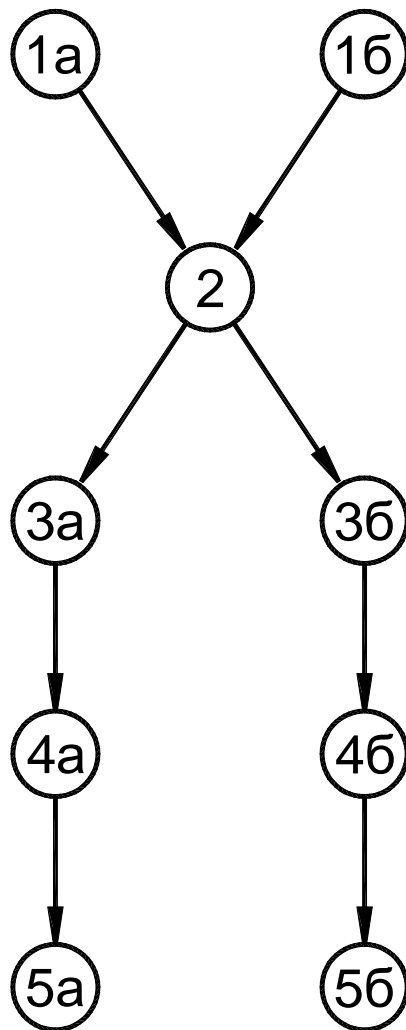


Рисунок 3.4 – Граф станів і переходів ввімкнення устаткування

3.3 Удосконалення графу системи автоматичного керування машини пришивання і проклеювання

Граф системи автоматичного керування машини пришивання і проклеювання дозволяє розробити пристрій АСУ ТП. Проте, якщо окремі елементи схеми виходять з ладу наслідок різноманітних чинників, система не дозволяє визначати точку схеми що вийшла з ладу. Це може спричинити поломки обладнання і навіть травматизм працівників. Тому у відповідності із стратегією технічного обслуговування [], потрібно проаналізувати граф станів

та переходів АСУ ТП, визначити напрямки удосконалення схеми для підвищення надійності схеми.

У відповідності із стратегіями технічного обслуговування [9], потрібно контролювати стан ввімкнення окремих елементів схеми у заданій послідовності. Відповідно до розробленого вище технологічного процесу виготовлення килимового виробу із бахромою, потрібно спочатку нагріти поклеєчну машину, потім запустити конвеєрні стрічку, а після цього запустити процес пришивання і проклеювання. Таким чином, перш ніж вмикати швейні машини і поклеєні машини, потрібно переконатись що транспортна стрічка рухається у потрібному напрямку, по якій подається товар. А перед тим, як вмикати двигун тяги транспортера, потрібно переконатись що поклеєчна машина нагрілась до заданої температури. При чому, під час роботи устаткування, потрібно контролювати чи усі елементи схеми знаходяться у працездатному стані. Для врахування усіх перерахованих особливостей технічної діагностики і потреб підвищення потрібно провести аналіз послідовності ввімкнення окремих елементів схеми та розробити граф підсистеми функціональної діагностики АСУ ТП.

На графі рис. 3.4 кожен наступний стан можливий лише за умови безвідмовної роботи попереднього стану. Якщо перехід у попередній стан відбувся з помилкою, або не відбувся, наступний стан не повинен наступити. Таким чином, цей граф переходів повинно бути доопрацьовано виходячи з умов забезпечення надійності роботи устаткування. У ньому повинні бути реалізовані аварійні стани устаткування. Отже, модернізований граф що реалізує визначення аварійних станів наведено на рис. 3.5.

На даному графі введено стани а.1 – а.5, що відображають аварійні стани відповідних підсистем устаткування. Перехід графа у будь який із аварійних станів, приводить до зупинки усього пристрою і відповідної сигналізації про аварійний стан. Засоби визначення аварійного стану можуть відрізнитись за схемо технічними і конструктивними рішеннями. Обрання конкретного способу визначається на етапі розробки схеми електричної принципової і залежить від необхідного рівня забезпечення безвідмовної роботи.

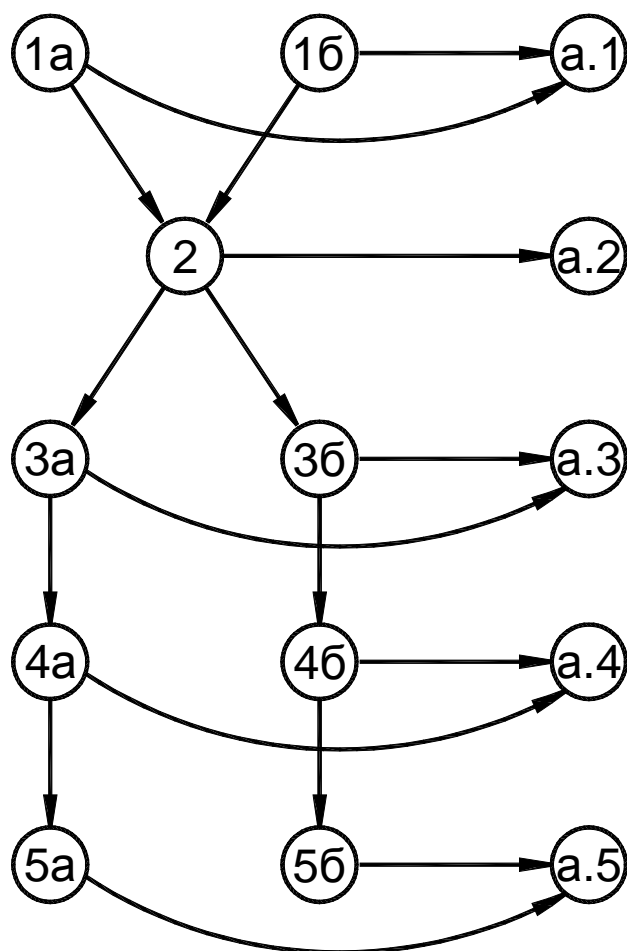


Рисунок 3.5 – Удосконалений граф станів і переходів ввімкнення устаткування

Даний граф дозволяє проводити автоматичне діагностування працездатності кожного відповідального блоку АСУ ТП. З іншого боку, як було визначено у завданнях проектування, необхідно забезпечити і безпечну роботу пристрою. Задачі безпечної роботи пристрою визначені вище. Для визначення необхідних до введення у систему блоків потрібно проаналізувати технологічну схему пристрою і граф станів та переходів, на предмет виникнення станів що становлять загрозу здоров'ю або життю людини.

Виходячи із аналізу технологічної схеми устаткування для пришивання і проклеювання бахромки до килимового виробу, можна виділити декілька точок що можуть становити небезпеку для здоров'я та життя людини. Такими точками є:

- машини проклеювання (висока температура, механічні передачі);

- швейні машини (механічні передачі);
- конвеєрна стрічка (обертові механізми, висока напруга – ~380В)
- шафа керування (висока напруга – ~380В).

В кожному випадку необхідно застосовувати різні методи підвищення безпеки, їх вибір і обґрунтування потрібно буде проводити на етапі конструювання пристрою. Але в загальному граф роботи устаткування потрібно удосконалити з урахуванням вказаних негативних чинників з метою підвищення безпеки. Отже, модернізований граф що реалізує визначення аварійних станів та підвищення безпеки наведено на рис. 3.6.

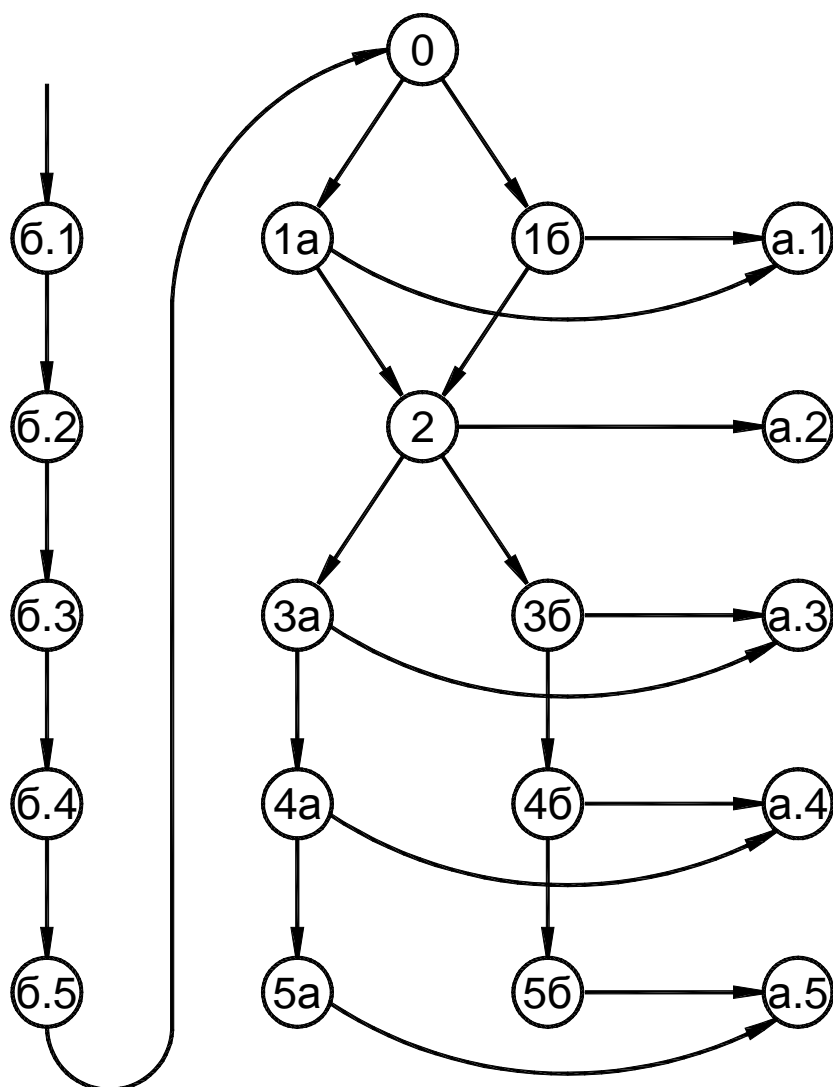


Рисунок 3.6 – Удосконалений граф станів і переходів ввімкнення устаткування з урахуванням вимог підвищення безпеки обладнання

При виникненні будь якого із станів (б.1 – б.5) що становлять небезпеку життю і здоров'ю людини, розривається ланцюжок графа і система на може перейти у стан готовності до ввімкнення – 0. Таким чином, відбувається безумовне припинення роботи устаткування.

3.5 Висновки по розділу 3

В результаті проведених досліджень було запропоновано проводити розробку системи АСУ ТП керування устаткуванням пришивання і проклеювання бахроми до килимових виробів із застосуванням теорії графів.

Було визначено що задачі підвищення надійності і підвищення безпечності устаткування потребують відповідного аналізу графу станів та переходів устаткування, що розробляється, та його модернізації виходячи із вимог надійності та безпечності. Під час виконання обох цих задач виникає протиріччя внаслідок того що для підвищення безпечності потрібно вводити додаткові блоки і модулі, що знижує надійність і навпаки.

Запропоновано модернізований граф станів і переходів АСУ ТП керування устаткуванням пришивання і проклеювання бахроми до килимових виробів в якому введені відповідні стани що контролюють надійність і стани що забезпечують безпечність.

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Розробка схеми електричної структурної

Розробку схеми електричної структурної та, ґрунтуючись на її основі, схеми електричної принципової проаналізуємо як працює технологічне устаткування по подвійному пришиванню та проклеюванню бахромки до килимового виробу. Початковим є подача килиму у складеному вигляді на конвеєр, таким чином, щоб його краї до яких необхідно пришити бахрому були по обох сторонах конвеєру. В основі устаткування полягає застосування машини подвійного проклеювання (рис.4.1).



Рисунок 4.1 –Машина подвійного проклеювання Meler Micron 5

Ці плавильники призначені для використання зі шлангами та аплікаторами для термоплавких клеїв. Їх різні варіації - лінія, покриття або вихровий спрей - охоплюють широкий спектр застосувань, будучи дуже універсальними на всіх ринках, де вони використовуються. З кожного боку конвеєра потрібно встановлювати по одній машині [10].

Режими роботи

Термоплави/аплікатори можна використовувати в усіх наступних режимах:

Термоплавильник/аплікатор підтримує матеріали гарячими за попередньо вибраної температури, зазначеної на дисплеї. Насос залишається активованим, очікуючи команди споживання, коли буде активовано один або кілька аплікаторів.

Внутрішнє управління перекачуванням і швидкістю У цьому режимі роботи користувач має повний контроль над перекачуванням і заданою швидкістю обертання насоса.

Контроль внутрішньої перекачування та зовнішньої швидкості_ Цей режим роботи здійснюється за допомогою внутрішнього керування перекачуванням та регулювання швидкості за допомогою зовнішнього сигналу 0-10 В, що надсилається від основної машини.

Контроль зовнішньої відкачування та внутрішньої швидкості_ Цей режим роботи виконується за допомогою зовнішнього керування відкачуванням та ручного регулювання швидкості.

Управління зовнішнім перекачуванням і швидкістю_ У цьому робочому режимі і накачування, і швидкість контролюються з основної машини. Швидкість контролюється за допомогою зовнішнього сигналу 0-10 В, що посилається від основної машини.

Режим очікування- Термоплавильний апарат/аплікатор залишається в стані спокою, а матеріали утримуються при (програмованих) значеннях температури нижче попередньо вибраного значення. Насос залишається вимкненим.

Режим сигналізації_Термоплавильник/аплікатор виявляє несправність і попереджає оператора про цю подію. Насос залишається вимкненим.

Режим ВИМК._Термоплавильник/аплікатор залишається вимкненим, без нагрівання матеріалів та з вимкненим насосом. Проте електричне та пневматичне живлення залишається активованим між мережею та системою.

Також у складі устаткування застосовується шві швейні машини, які пришивають стрічки бахроми до килиму.

Ще однією невід'ємною частиною є устаткування є транспортна стрічка, яка тягнеться за допомогою двигуна.

Підсумовуючи вище зазначене, схеми електричної структурної використовує наступні підсистеми:

- Вхід силової мережі 380В, 50Гц;
- Блок живлення +24В;
- Частотні перетворювачі – 3 шт.;
- Електричні двигуни – 3 шт.;
- Контролер;
- Панель оператора;
- Давачі наявності товару – 4 шт.;
- Швейні машини – 2 шт.;
- Реле захисту;
- Блок стопових кнопок;
- Блок захисних замків.

На рисунку 4.2 представлено схему електричну структуру, вона розроблена відповідно до опису технологічного процесу пришивання і проклеювання бахроми до килиму. Взаємозв'язки на схемі наступні. Електроживлення від трифазної мережі змінного струму ~380 В, 50 Гц забезпечує подачу потужності на устаткування. Також цей блок служить для включення обладнання в мережу електроживлення та запобігання виникненню короткого замикання. До однієї фази електромережі під'єднано блок живлення, на виході якого формується постійна напруга + 24 В. З іншого боку усі три фази ~380 В, 50 Гц подаються на три частотні перетворювачі, які керують роботою двигунів. Один двигун призначено для обертання валу транспортної стрічки, два інших двигуна обертають вали поклейочних машин, розташованих з кожного боку транспортної стрічки.

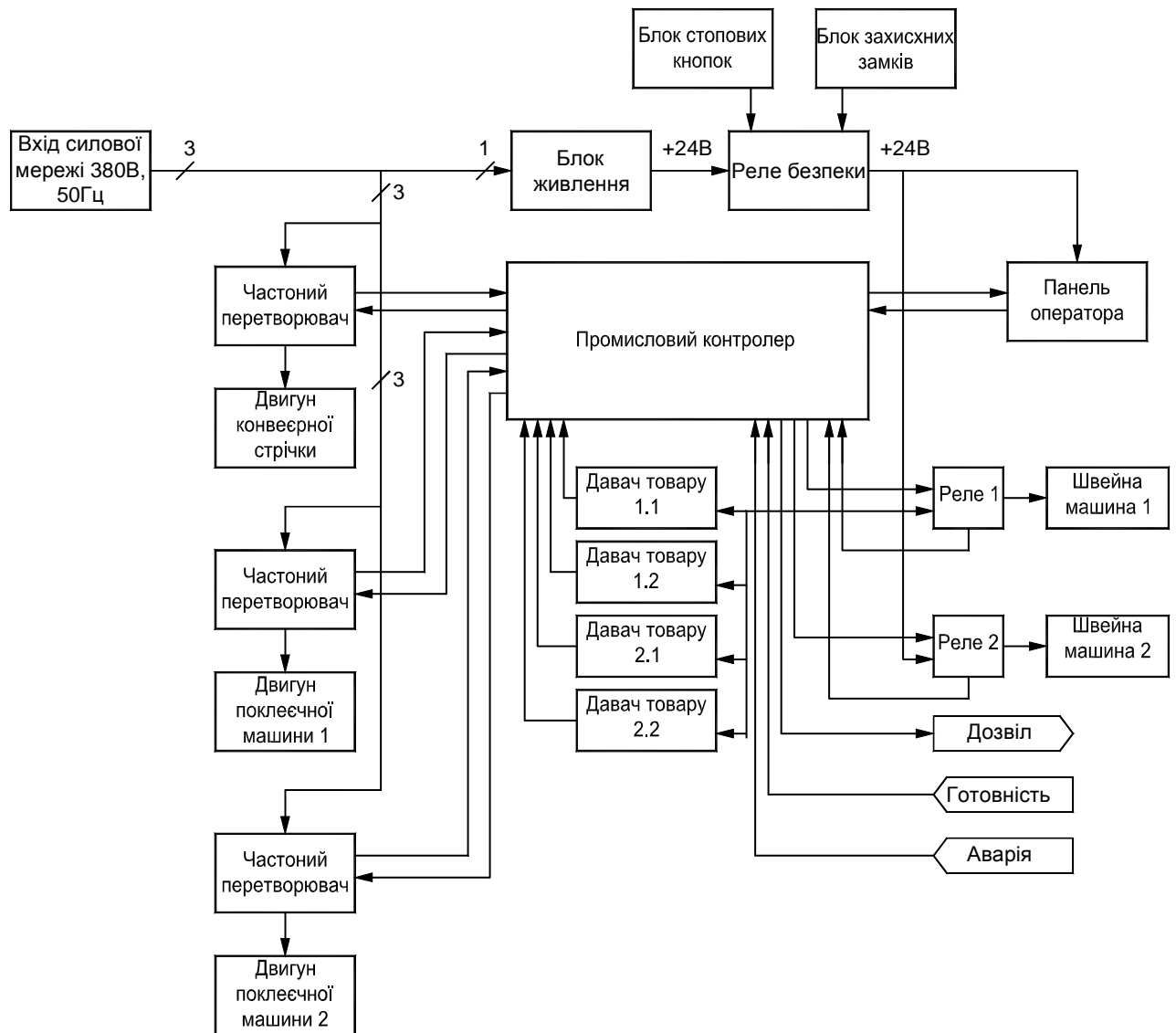


Рисунок 4.2 – Структурна схема

Напруга +24 В з блоку живлення подається на реле безпеки, яке замикається по стартовій кнопці, за умови не нажати стопових кнопок, та не відпущених контактах дверних замків. Якщо умови дотримано, реле безпеки дозволяє подачу постійної напруги +24 В на контролер, панель оператора та усі сенсорні і виконавчі блоки. Роботою усього устаткування керує промисловий контролер. Введення параметрів та контроль технологічного процесу відбувається за допомогою панелі оператора, на якій у графічному вигляді представлено усі налаштування, та стан операцій: очікування товару, пришивання, проклеювання, аварійні стани тощо.

Відповідно до запропонованої схеми електричної принципової, потрібно розробити схему електричну принципову, яка реалізує технологічний процес пришивання і проклеювання бахроми до килима.

4.2 Схеми електричних принципів

Для того, щоб розробити принципову схему, проведемо дослідження кожного блоку схеми електричної структурної і оберемо відповідні їм технічні рішення.

4.2.1 Вхід силової мережі змінного струму ~380В, 50Гц

На устаткування змінна напруга від трифазного джерела подається через колодки, це показано на рис. 4.3.

Нульовий і заземлюючий проводи під'єднано до обладнання окремою колодкою. Вони позначаються як N і PE відповідно. Їх призначення організація електричних кіл захисту у разі пошкодження ізоляції, корпусу та інших випадків роботи машини, для запобігання уражень електричним струмом персоналу, який працює, у випадку коли робітники можуть ненавмисне торкнутися оголених проводів що є під напругою. Також у цьому блоці передбачено сервісний вимикач, елемент 1Q1 на рис. 4.3.

Габарит сервісного вимикача показано на рис. 4.4.

За допомогою сервісного перемикача ручка якого обертається відбувається під'єднання трьох ліній мережі змінного струму ~380В, 50Гц. Сервісний вимикач закріплюється, як правило, на передній панелі основного корпусу шафи керування - збоку або на передній двері.

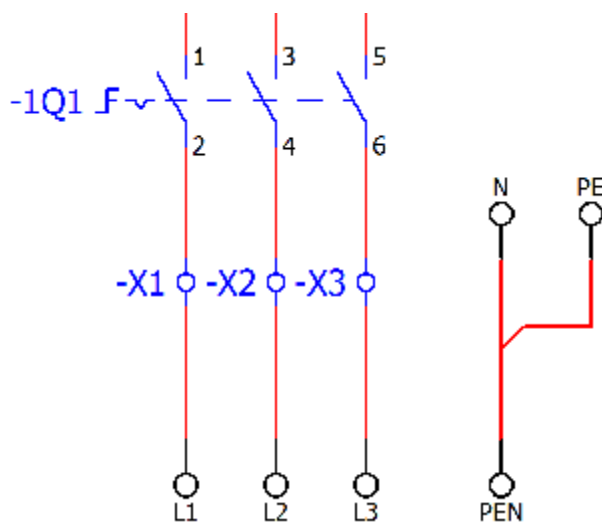


Рисунок 4.3 – Позначення вхідних кіл від трифазної мережі змінного струму
~380В, 50Гц



Рисунок 4.4 – Сервісний вимикач

До вхідного блоку також відноситься плавкі вставки що представляють собою для захисний компонент кола від перевантажень потужності та короткого замикання. Позначення модуля захисного вимикача-роз'єднувача, що використовується для встановлення запобіжників, показано на рисунку 4.5.

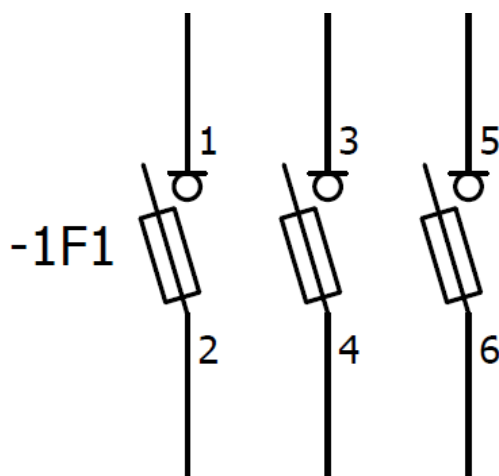


Рисунок 4.5 - Позначення модулів запобіжних вмикачів роз'єднувачів

Зовнішній вигляд запобіжного вмикача-роз'єднувача для трифазної мережі представлено на рис. 4.6.



Рисунок 4.6 - Зовнішній вигляд запобіжного вмикача-роз'єднувача для трифазної мережі

Вимикач-роз'єднувач є безпековим пристроєм і призначений для встановлення в них вставок плавких (запобіжників), які перегорають, коли струм, який проходить через них, перевищує заданий струм. Для використання у схемі обрано вимикач роз'єднувач OPVP22-3. Вимикач навантаження OPVP22-3, використовується для циліндричного запобіжника 32 А, U_e 690 V, використовується для циліндричного запобіжника 22x58, використовується для напівпровідникового захисту. [11]

4.2.2 Блок живлення

Блок живлення Power + 24V, що перетворює потужність від мережі змінного струму (наприклад, промислові мережі) в електричну енергію постійного струму, що потребує основне устаткування [12].

Іншим обов'язковим компонентом схеми є джерело живлення, яке перетворює 220В змінного струму в постійний +24 В. Обрано блок живлення, серійно випускаємий фірмою Siemens - Sitop 6EP1336-3BA00. Цей блок джерела живлення формує стабілізовану напругу постійного струму +24 В з

навантажувальною здатністю що є достатньою для управління усією схемою. Електричні і конструктивні характеристики обраного блоку живлення наведені в літературі [13].

Блок SITOP - це серія блоків живлення, найого виході є електронно регульована напруга постійного струму, яку можна підрегулювати за допомогою потенціометра. Вихід пристрою ізольований захищено від короткого замикання. Світлодіодний індикатор показує стан роботи. Інтегрований сигнальний контакт (для 6EP1336-3BA00 та 6EP1337-3BA00, лише коли використовується додатковий модуль сигналізації 6EP1961-3BA10) може бути використаний для подальшої обробки робочого стану пристрою.

На схемі електричній принциповій обраний блок живлення 6EP1337-3BA00 показано на рис. 4.7.

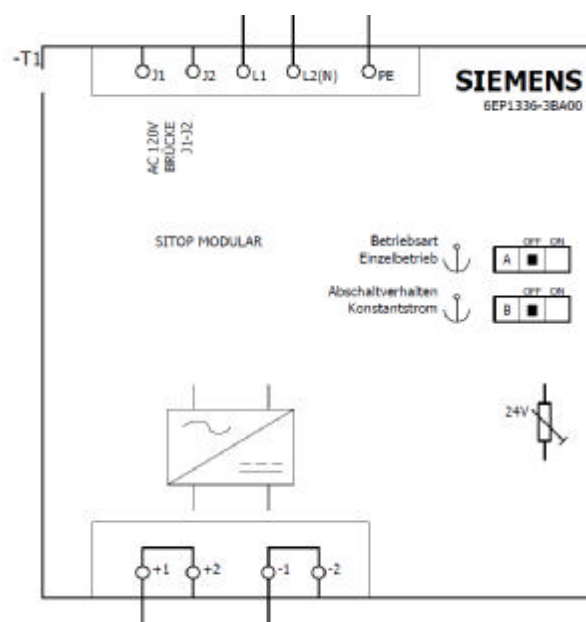


Рисунок 4.7 – Позначення 6EP1337-3BA00

Загальний вигляд блоку живлення 6EP1337-3BA00 показано на рис. 4.8.



Рисунок 4.8 - Загальний вигляд блоку живлення

4.2.3 Реле безпеки

Наступним елементом схеми є реле безпеки. До нього на під'єднано низку блоків що відповідають за безпечність експлуатації пристрою. Реле безпеки 3TK2825 має три кола ввімкнення як ланцюги NO та дві схеми сигналізації як NC кола. Три світлодіоди вказують на робочий стан і функцію. Коли кнопка аварійної зупинки або перемикач положення розблоковано та натиснута кнопка ON, резервні реле безпеки, електроніка та зовнішні контактори перевіряються на правильність роботи [14].

На 3TK2825 коло ввімкнення Y33, Y34 перевіряється на коротке замикання. Це означає, що вона розпізнається як помилка, якщо Y33, Y34 закрито до того, як закриється кнопка аварійне замкнення. Схема включення реле безпеки разом із елементами безпеки наведено на рис. 4.9.

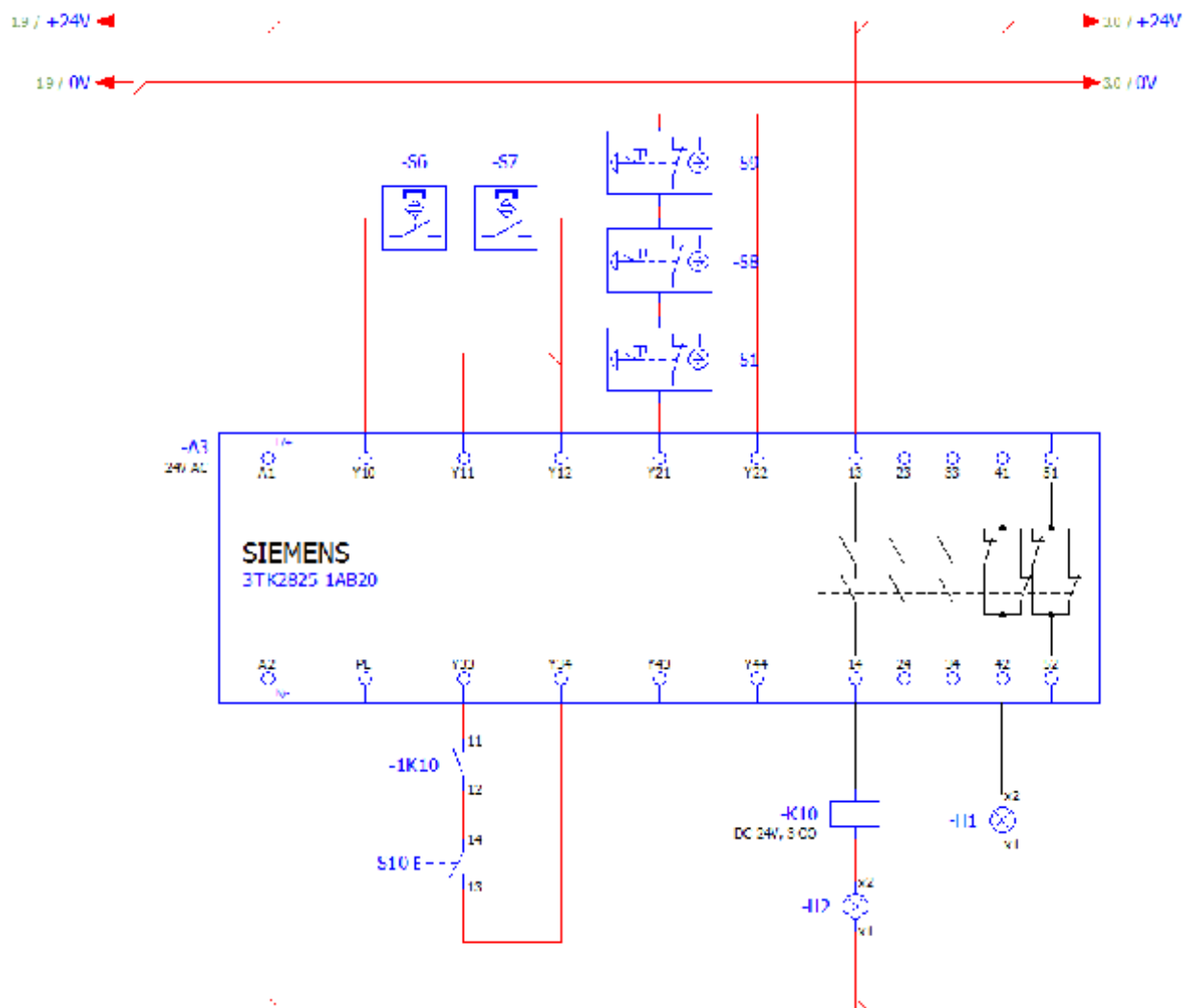


Рисунок 4.9 - Схема включення реле безпеки разом із елементами безпеки

Реле безпеки 3TK2825 в пристроях аварійного відключення відповідно до EN 418, а також у колах безпеки згідно VDE 0113 Part1 (06.93) або EN 60 204-1 (11.98), напр. з рухомими кришками та захисними дверима. Залежно від зовнішнього підключення за допомогою цього пристрою можна отримати категорію безпеки 4 згідно з DIN EN 945-1.

Запобіжне реле 3TK2825 має три схеми розблокування, які конфігуровано як кола НЗ, і дві схеми сигналізації, налаштовані як NC-кола. Три світлодіоди вказують на робочий стан і функцію. Коли кнопка аварійне вимкнення або перемикач положення увімкнено і кнопка ON працює, внутрішні резервні реле безпеки, електронні схеми та зовнішні контактори перевіряються на належне функціонування. На 3TK2825 коло увімкнення Y33, Y34 перевіряється на

коротке замикання. Це означає, що несправність виявляється, коли Y33, Y34 замикаються до закриття кнопки аварійного відключення [14].

Зовнішній вигляд реле безпеки ЗТК2825 наведено на рисунку 4.10.

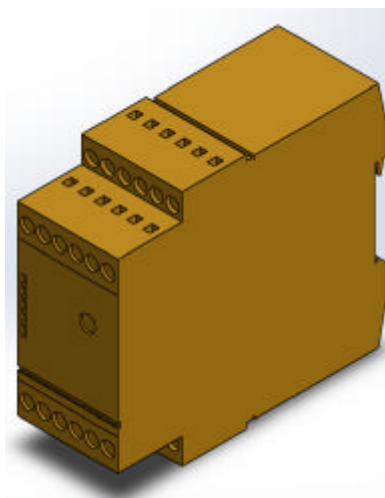


Рисунок 4.10 - Реле безпекиЗТК2825

Разом із реле безпеки використовується кнопка старт, стопові кнопки і безконтактні магнітні датчики закриття дверей шаф керування. Також для визначення нормального режиму роботи аварійного стану застосовано дві лампи. Увімкнення реле безпеки проведено за типовою схемою увімкнення запропонованою у технічній документації [14].

4.2.4 Промисловий контролер

Основним пристроєм що проводить виконання функції керування усім пристроєм покладено на промисловий контролер.

Його призначено для опитування датчиків, обробці їх станів і формуванні керуючих сигналів виконавчими пристроями, а саме задавання їх параметрів, формування сигналів на їх запуск та вимкнення. Також промисловий контролер виконує функцію зв'язку із панеллю оператора, на яких відображуються основні параметри устаткування, встановлюються їх параметри, і проводиться керування роботою устаткування.

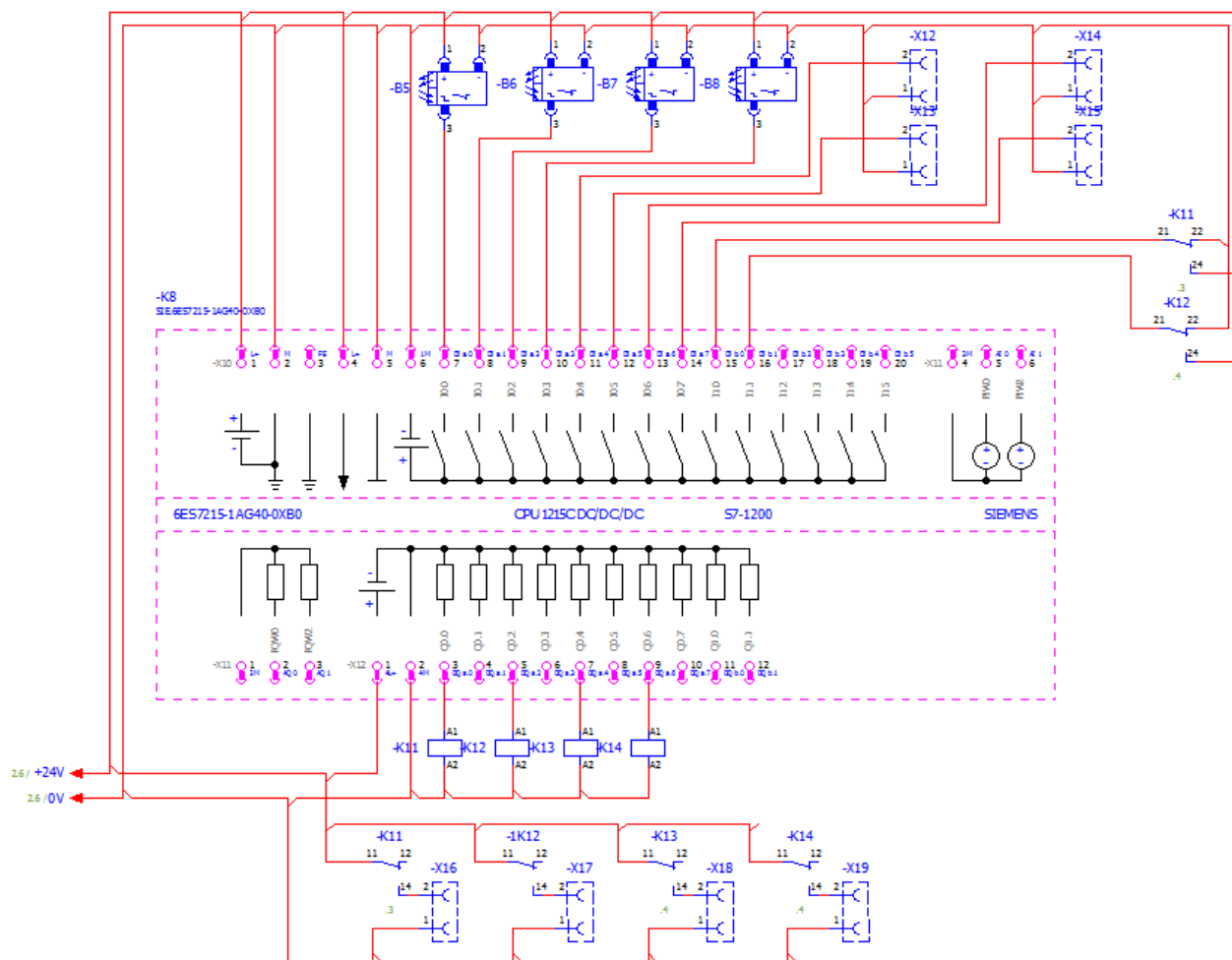


Рисунок 4.11 – Схема ввімкнення промислового контролера S71200 із давачами товару і підключенням виконавчих пристроїв

Виходячи із технічних характеристик різних типів промислових контролерів фірми Siemens серії S7-1200 [15] обираємо марку контролера 6ES7 215-1AG40-0XB0. Основними технічними характеристиками цього контролера є: SIMATIC S7-1200, компактне CPU 1215C, DC/DC/DC, 2 порти PROFINET, вбудовані входи/виходи: 14 DI =24 В, 10 DO =24 В/0,5 А, 2 AI =0-10 В, 2 АО 0-20 МА, напруга живлення: =20,4 - 28,8 В, пам'ять програми/даних: 100 КБ [15]. Дана марка контролера має достатню кількість дискретних входів і виходів для отримання інформації із давачів і підключених пристроїв та видачі керуючих сигналів на інші пристрої.

Виходячи із розробленого у попередньому розділі графу станів та переходів, а також технологічної схеми пристрою керування устаткуванням

пришивання і проклеювання бахроми до килиму, до промислового контролера повинні бути підведені наступні дискретні сигнали:

- Чотири сигнали з давачів товару;
- Два сигнали аварії від поклеєчної машини;
- Два сигнали готовності з поклеєчної машини;
- Два сигнали аварії з швейних машин.

Вихідними дискретними сигналами є:

- Два сигнали на включення швейних машин;
- Два сигнали на включення двигунів поклеєчних машин.

Також до контролера підключаються три частотних перетворювача та одна НМІ панель оператора по мереж PROFINET. По цій мережі передаються пакетами як статусні, керуючі так і інформаційні сигнали.

Зовнішній вигляд промислового контролера показано на рис. 4.12.



Рисунок 4.12 – Зовнішній вигляд промислового контролера S7-1200 6ES7 215-1AG40-0XB0

Давачі товару представляють собою оптичні фотодавачі активного типу (B5-B8). За першу сторону відповідають давачі B5, B6, за другу сторону - давачі B7, B8. Логіку роботи давачів було розглянуто у першому розділі. Вони випромінюють червоне світло лазерним світлодіодом і реєструють фотодіодом відбите від світловідбивача світло. При наявності на шляху відбитого світла товару, відбитий сигнал не реєструється і на виході оптичного давача формується вихідний сигнал. Обираємо оптичний типу SM-PR-2-B00-PP

виробництва фірми Datalogic. Даний оптичний давач має напругу живлення 10-30 В, вихідні сигнали PNP NO/NC [16]. Зовнішній вигляд давача наведено на рис.4.13.



Рисунок 4.13 - Зовнішній вигляд оптичного давача SM-PR-2-B00-PP

Зовнішні сигнали від поклеєчних машин – Аварія і Готовність подаються по кабелю і на схемі показано чотири колодки для підключення кабелів. Колодки X12, X13 – друга сторона Аварія і Готовність, колодки X14, X13 – друга сторона Аварія і Готовність.

На поелеєчні машини сигнали запуску подачі клею-розплаву формуються за допомогою двох проміжних реле K13, K14 виробництва фірми Siemens LZХ:MT321024 [17] і подаються на поклеєчні машині через гнучкі кабелі, через колодки X18, X19.

Сигнали запуску і аварії швейних машин формуються також за допомогою двох проміжних реле K11, K12 виробництва фірми Siemens LZХ:MT321024 [17] і подаються на швейні машині через гнучкі кабелі, через колодки X16, X17. Логіка роботи реле наступна. Сигнал запуску від контролера +24В, проходить від котушки реле, чим приводить до перемикання контакту 11 з 12 на 14, таким чином на швейну машині поступає сигнал +24 В, запуску. При вірному перемиканні, одночасно відбувається другою групи контактів 21 з 22 на 24 і сигнал +24 В поступає на вхід промислового контролера, чим формує сигнал вірного спрацювання швейної машини. У випадку не поступлення

сигналу +24 В на вхід контролера, приймається рішення про вихід з ладу реле і швейної машини.

Зовнішній вигляд проміжного реле фірми Siemens LZX:MT321024 показано на рис. 4.14.



Рисунок 4.14 - Зовнішній вигляд проміжного реле фірми Siemens LZX:MT321024

4.2.5 Частотний перетворювач

Керування роботою двигунів проводить за допомогою частотних перетворювачів. Тому як для роботи устаткування застосовано асинхронні електричні 3-фазні двигуни потужністю 1,5 кВт для тяги транспортної стрічки та тяги нагрівачів поклеєчної машини, обираємо частотні перетворювачі серії Sinamics G120C виробництва фірми Siemens [¹⁸].

Схема підключення частотного перетворювача до мережі трифазного змінного струму ~380В, 50Гц, промислового контролера та електричного двигуна, показана на рис. 4.15.

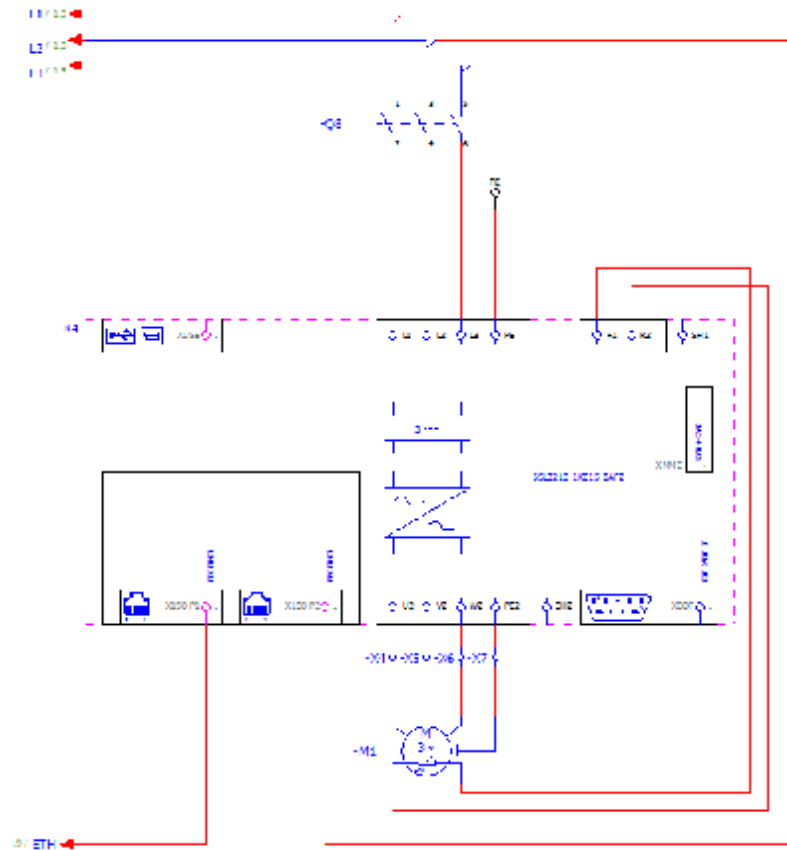


Рисунок 4.15 - Схема підключення частотного перетворювача Sinamics G120C



Рисунок 4.16 – Зовнішній вигляд частотного перетворювача Sinamics G120C

4.2.6 Панель оператора

Для керування процесами виготовлення продукції, контролю стану елементів системи, сигналізації про непрацездатні стани та аварії, застосовано панель оператора серії SIMATIC Basic Panel. Ця панель має базову функцію людино-машинного інтерфейсу. Для введення параметрів в її складі наявна кнопкова панель, виведення параметрів відбувається на екран з діагоналлю 4", сенсорна панель є дозволяє вводити параметри і включати елементи схеми натискаючи на відповідні місця на екрані. Підключення панелі відбувається через промислову мережу Ethernet через інтерфейс PROFINET [19].

Обрано для виконання панелі оператора типу: SIMATIC HMI KTP400 BASIC 6AV6 647-0AA11-3AX0. Її основні технічні характеристики:

Монохромний екран, тач-панель, розмір 4", PROFINET інтерфейс, конфігурування з WINCC/ STEP7.

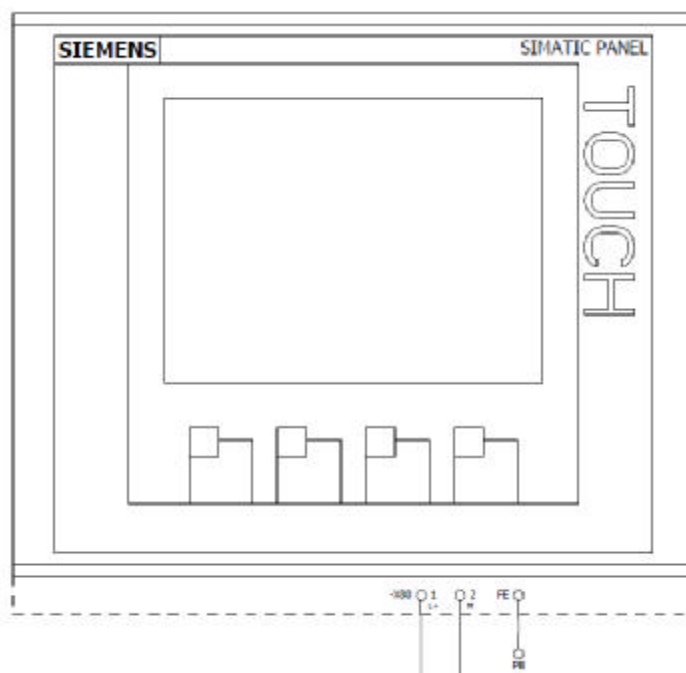


Рисунок 4.17 –Позначення панелі оператора SIMATIC HMI KTP400 BASIC на схемі електричній принциповій

Загальний вигляд панелі оператора SIMATIC HMI KTP400 BASIC показано на рис. 4.18.

SIMATIC HMI KTP400 Basic

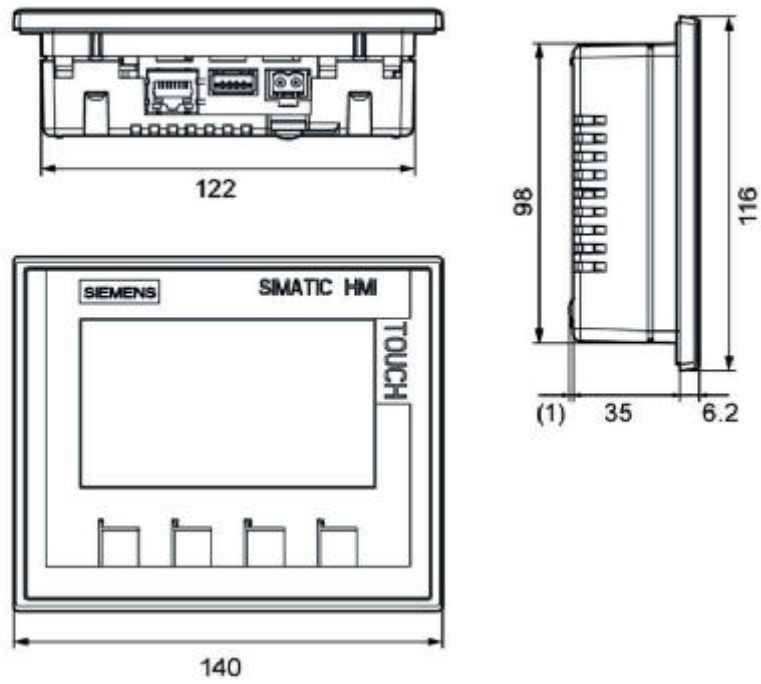


Рисунок 4.18 – Зовнішній вигляд панелі оператора SIMATIC HMI KTP400
BASIC

4.3 Висновки по розділу 4

В розділі проведено розробку схеми електричної принципової пристрою керування устаткуванням для пришивання і проклеювання бахроми до килимових виробів, із врахуванням особливостей графу станів та переходів, що запропоновано із дотриманням вимог підвищення надійності і безпечності пристрою. Обґрунтовано застосування блоків у схемі.

Розроблено схему електричну принципову у відповідності із схемою електричною структурною, Обґрунтовано вибір елементів схеми. Показано взаємозв'язки елементів у схемі. Показано зовнішні вигляди конструктивних елементів схеми.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Розробка блок схеми алгоритму керування пристроєм

При розробці алгоритму роботи устаткування потрібно дотримуватись особливостей технологічного процесу та схеми електричної принципової розглянутих у попередніх розділах. Також потрібно враховувати вимоги підвищення надійності і функціональної безпечності, що потребувати введення додаткових етапів алгоритму і перевірок. Враховуючи усе викладене можна запропонувати наступні дій що будуть покладені в основу алгоритму роботи пристрою та устаткування.

1. Очікування натискання кнопки «Старт».
2. Опитування входів контролера на які подано сигнали «Готовність» від поклеєчної машини: Ready_1, Ready_2.
3. Якщо сигнали Ready_1, Ready_2 дорівнюють «1», продовжити виконання алгоритму, якщо дорівнюють «0», вивести на дисплей попередження про неготовність відповідної поклеєчної машини до роботи, перейти до пункту 2.
4. Опитування входів контролера на які подано сигнализ давачів наявності товару: Produkt_1.1, Produkt_1.2, Produkt_2.1, Produkt_2.2.
5. Виклик підпрограми Аналізу стану давачів та запуску швейних машин і поклеєчних машин.
6. Опитування входів контролера на які подано сигнали непрацездатного стану швейних машин і аварії поклеєчних машин.
7. У разі появи сигналу непрацездатного стану і аварії, виведення на екран повідомлення і зупинка машини.
8. Повернення до пункту 4.

Відповідно до розробленого алгоритму пристрою запропоновано блок-схему алгоритму, яку наведено на рис.5.1.

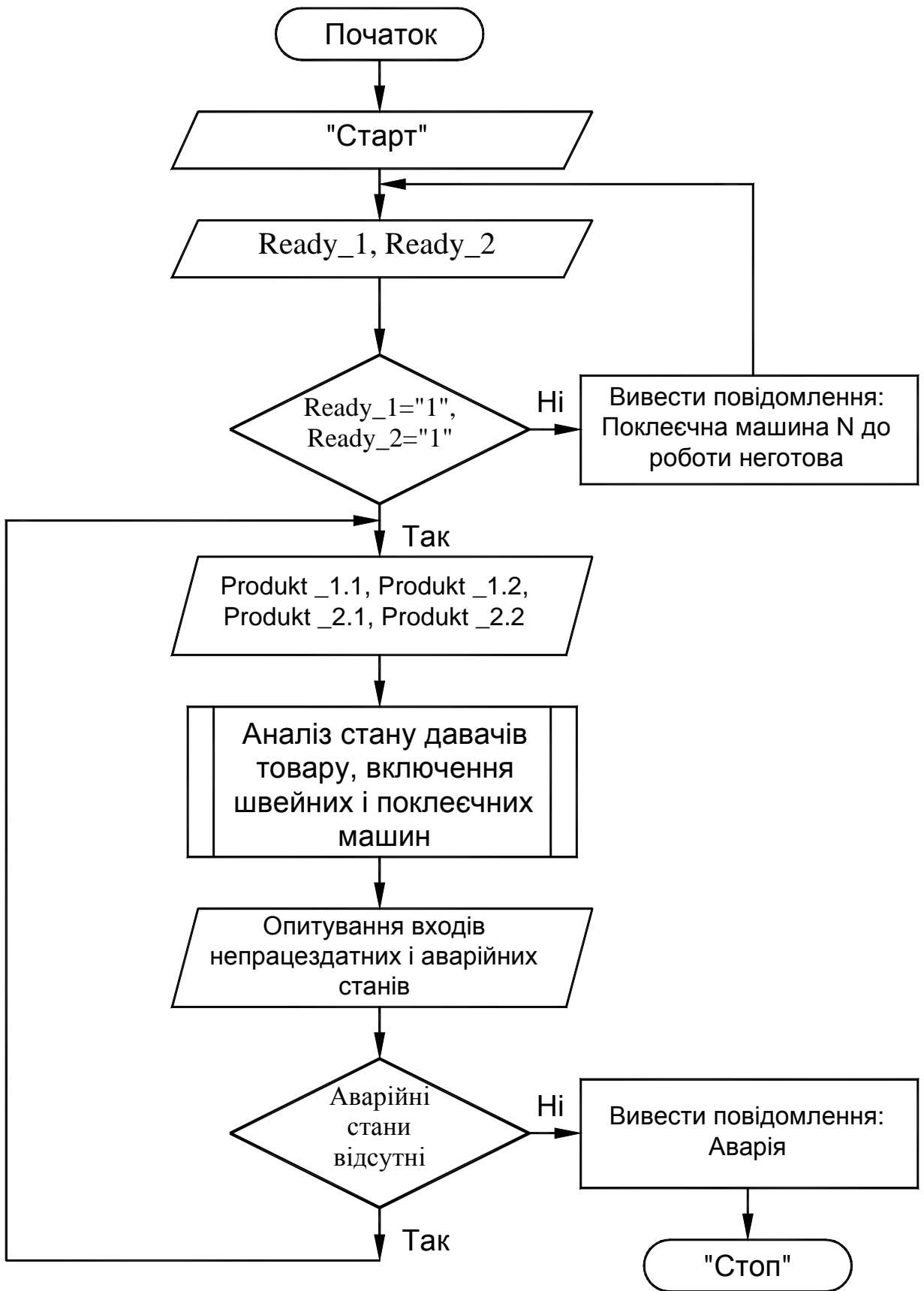


Рисунок 5.1 - Алгоритм роботи пристрою

5.2 Аналіз надійності приладу

Надійність - це якість виконання устаткуванням своїх функцій при збереженні робочих параметрів у межах, встановлених стандартами в заданому режимі та технічному завданні.

Висока надійність є однією з найнеобхідніших умов сучасної цифрової техніки. Як складна характеристика, надійність, яка залежить від призначення та умов експлуатації, включає такі характеристики, як безвідмовність, довговічність і ремонтпридатність. Під час роботи обладнання в силу різних причин можуть виникати помилки, що впливають на надійність. Такі помилки можуть бути систематичними (збій) і несподіваними (збій). Розрахуємо надійність проектного вузла за інтенсивністю відмови елементів, що в ньому містяться. Необхідно розрахувати ймовірність виходу обладнання з ладу в інтервалі часу очікуваного терміну служби.

Загальні вимоги до надійності визначені в ГОСТ 27002-83 і ГОСТ 16325-86. Для цього типу обладнання слід проводити розрахунки надійності на раптові збої в роботі. Це визначається застарілими міркуваннями, і слід очікувати, що обладнання буде замінено на нове обладнання до того, як почнуть з'являтися збої, пов'язані зі старінням матеріалів і компонентів.

Розрахованими вихідними даними є принципова схема, режими роботи всіх компонентів (електричний, механічний, кліматичний), паспортне значення інтенсивності відмов усіх компонентів, загальна схема моделі відмовної ситуації.

У більшості випадків для розрахунку використовується послідовна модель відмов, яка описує повний вихід з ладу обладнання при виході з ладу хоча б одного компонента. Надалі ми будемо діяти за цією схемою відмови. Розглянемо умови експлуатації, щоб визначити інтенсивність відмови) [²⁰]:

$$\lambda = \lambda_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (5.1)$$

де λ_0 - номінально розрахована інтенсивність відмов пристрою;

K_1 - поправочний коефіцієнт вібраційних навантажень;

K_2 - поправочний коефіцієнт ударних навантажень;

K_3 - поправочний коефіцієнт впливу вологості;

K_4 - поправочний коефіцієнт впливу атмосферного тиску.

Таблиця 5.1 – Інтенсивність відмов

№	Групи рівноінтенсивних за відмовами компонент	Коефіцієнт навантаження	$\lambda_0, 1/\text{год} \cdot 10^{-6}$	Кількість елементів в групі, шт	$\lambda_0, 1/\text{год} \cdot 10^{-6}$ групи.
1	Промисловий контролер	0,7	0,5	1	0,35
2	Панель оператора	0,8	1	1	0,8
3	Реле безпеки	0,5	0,2	1	0,1
4	Сервісний автомат	0,3	0,7	1	0,21
5	Роз'єднувач	0,5	0,32	1	0,16
6	Блок живлення	0,3	0,015	1	0,0045
7	Давачі оптичні	1	0,1	4	0,4
8	Реле проміжні	1	0,04	4	0,16
9	Частотний перетворювач	1	0,12	3	0,36
	Всього по платі				2,289

Усі складові формули (5.1) розраховано за допомогою табл. 5.1 та для стаціонарних умов експлуатації при вологості до 98%, мінімальному атмосферному тиску 80 кПа, при температурах до 50 °С відповідні поправочні коефіцієнти становлять: $K_1=1,04$; $K_2=1,03$; $K_3=2,5$; $K_4=1$. А загальна інтенсивність відмов (5.1):

$$\lambda = 2,289 \cdot 10^{-6} \cdot 1,04 \cdot 1,03 \cdot 2,5 \cdot 1,25 = 7,664 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)},$$

а середній час напрацювання на відмову пристрою складає:

$$T = 1/\lambda = 1/(7,664 \cdot 10^{-6}) = 1304,8 \text{ (год)}, \quad (5.2)$$

за умови цілодобового режиму роботи.

Розрахуємо середній час відновлення робочого стану пристрою:

$$T_{в.с} = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^m \lambda_i} \right) T_{в.i}, \quad (5.3)$$

де m – кількість рівнонадійних груп елементів, $m=9$;

λ_i - інтенсивність відмов i -ї групи;

$T_{в.i}$ - середній час відновлення елементів i -ї рівнонадійної групи;
значення середніх витрат часу на відновлення робочого стану елементів
приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Витрати часу на відновлення робочого стану елементів приладу

№ п/п	Найменування елемента	Середні витрати часу, год	Інтенсивність відмов групи $\lambda_i \times 10^{-6}$, 1/год
1	Промисловий контролер	3	0,8
2	Панель оператора	1,3	0,3
3	Реле безпеки	1,7	0,55
4	Сервісний автомат	1,5	0,21
5	Роз'єднувач	0,8	0,045

6	Блок живлення	0,5	0,48
7	Давачі оптичні	1,7	0,1
8	Реле проміжні	0,7	0,56
9	Частотний перетворювач	3	0,1
		14,7	12,945

$$T_{в.с.} = 1,50 \text{ (год).}$$

Час відновлення робочого стану пристрою 1,5 год.

За умови відсутності аналізу стану елементів схеми середній час відновлення пристрою розраховується за допомогою таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Витрати часу на відновлення робочого стану елементів приладу за відсутності аналізу стану пристрою

№ п/п	Найменування елемента	Середні витрати часу, год	Інтенсивність відмов групи $\lambda_i \times 10^6$, 1/год
1	Промисловий контролер	3	0,8
2	Панель оператора	2	0,3
3	Реле безпеки	4	0,55
4	Сервісний автомат	1,5	0,21
5	Роз'єднувач	0,8	0,045
6	Блок живлення	1,5	0,48
7	Давачі оптичні	3	0,1
8	Реле проміжні	0,7	0,56
9	Частотний перетворювач	3	0,1
		19,5	3,145

В такому разі середній час відновлення робочого стану пристрою 8,07 год.

5.3 Стратегія функціональної діагностики

В умовах великого виробництва значною мірою швидкість відновлення працездатності промислового обладнання є важливою задачею. Для її вирішення застосовують різні стратегії функціональної діагностики. В загальному їх можна представити схемою представленою на рис.5.3.

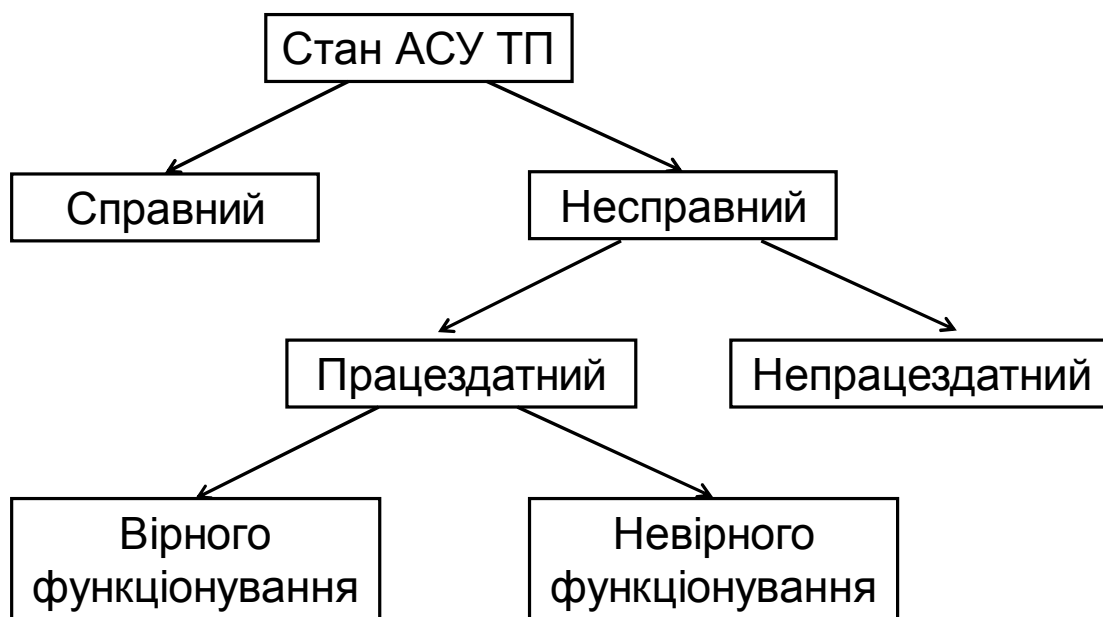


Рисунок 5.3 – Узагальнена стратегія функціональної діагностики

Проте ця стратегія визначає лише загальні підходи до визначення непрацездатних станів і не враховує сучасний стан виробництва. Уточнена стратегія функціональної діагностики і відновлення обладнання наведено на рис. 5.4. В уточнену стратегію показано, окрім принципів визначення працездатного і непрацездатного станів, принципи визначення черговості ремонту обладнання з умов потреб виробництва. Також необхідними є етапи діагностики обладнання із застосуванням SCADA-систем. Важливим є етап замовлення обладнання «на склад» для прискорення відновлення обладнання. Для цього потрібно проводити постійні аналіз статистики відмов і термінів постачання обладнання.

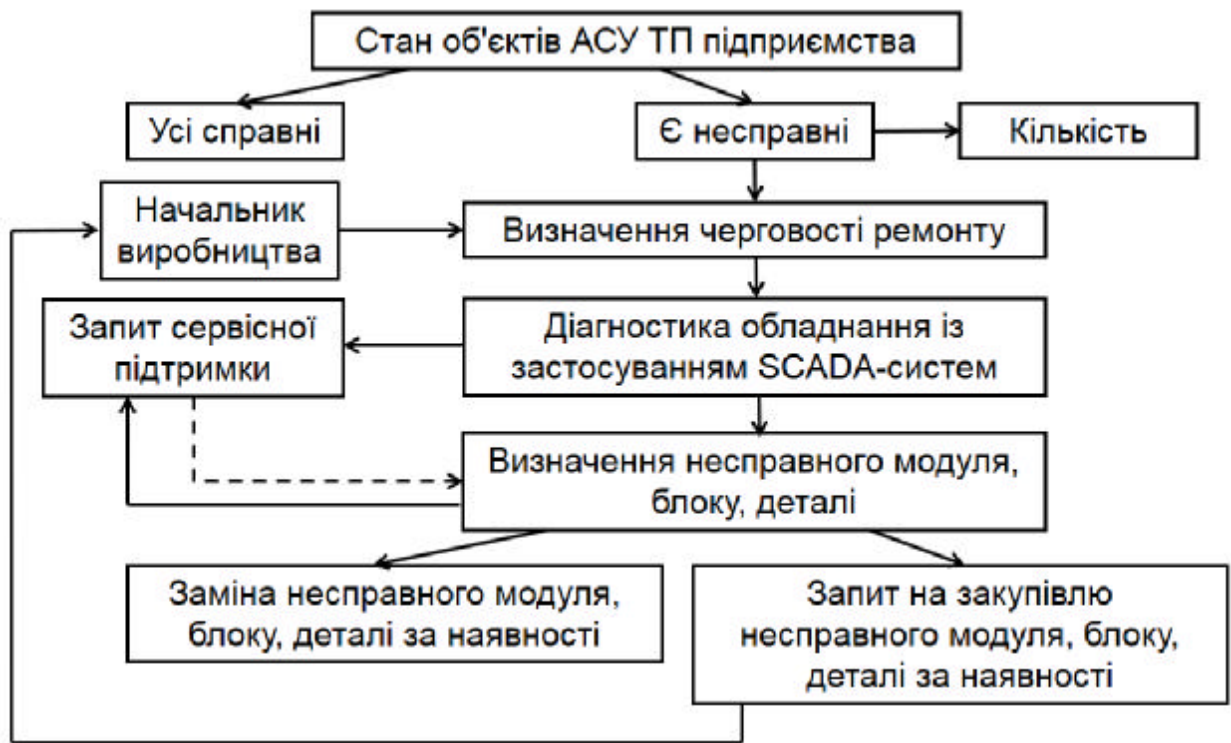


Рисунок 5.4 – Уточнена стратегія функціональної діагностики і відновлення обладнання

5.4 Висновки по розділу 5

В розділі розроблено алгоритм роботи пристрою що враховує основні етапи технологічного процесу пришивання і проклеювання бахроми до килиму. За розробленим алгоритмом розроблено блок схему алгоритму.

Проведено розрахунок інтенсивності відмов пристрою, яка склала $7,664 \cdot 10^{-6}$ 1/год, середній час напрацювання на відмову - 1304,8 год.

Проведено розрахунки середнього часу відновлення робочого стану пристрою за умови аналізу непрацездатних станів та без його аналізу. В першому випадку середній часу відновлення робочого стану пристрою склав 1,5 год, в другому 8,07 год. Отже, введення додаткових елементів аналізу непрацездатних станів підвищив надійність схеми.

Розглянуто стратегії функціональної діагностики. Запропоновано удосконалити стратегію функціональної діагностики з урахуванням умов сучасного виробництва.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Вступ

Розвиток науки і техніки спричинив низку проблем, пов'язаних з безпекою та гігієною праці. Тому збільшення технічного оснащення, використання нових матеріалів, конструкцій, процесів, збільшення швидкості та потужності машини впливатимуть на характер і частоту нещасних випадків і захворювань на виробництві. Тому головною проблемою, яку необхідно вирішити на сучасному етапі розвитку, є покращення умов та безпеки праці.

Покращення умов праці та її безпечність приводять до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, що зберігає здоров'я працівників і одночасно позитивно впливає на результати виробництва – на продуктивність праці, якість і собівартість виготовляємої продукції.

Монтаж і складання внутрішніх частин трансформатора, особливо регулювання обладнання для обмотки котушки, вимагає великого тиску, і дія має бути уважною, а дія має бути точним. Цей процес спричинить загальну втоми працівників, переважно зорову втому, оскільки розміри деталей можуть коливатися від 0,05 до 50 мм.

Вирішення цієї проблеми необхідно здійснювати максимально обережно, оскільки на сучасному виробництві деякі локальні заходи щодо поліпшення умов праці та профілактики захворювань не завжди є достатньо ефективними. Тому при вирішенні основних проблем на виробництві необхідно комплексно впроваджувати заходи щодо охорони здоров'я працівників на виробництві [21].

Розумне освітлення промислових місць є одним з найважливіших факторів запобігання травматизму та професійним захворюванням. Правильно організоване освітлення створює сприятливі умови для роботи. Освітлення виробництв, офісів і допоміжних приміщень регулюється будівельними нормами і правилами (СНиП).

6.2 Створення сприятливих санітарно-гігієнічних умов праці на об'єкті, що проектується

Щоб створити хороші умови праці, ми повинні спочатку проаналізувати умови праці. Аналіз умов праці підприємства полягає в тому, щоб покращити його в процесі реконструкції та привести всі параметри до відповідності вимогам гігієни та будівельних норм. Необхідно визначити тип і характер проєктованого опалення, відповідність опалення вимогам санітарних норм, характеристику промислових викидів, методи і технології видалення пилу, газу і пари від шкідливих речовин, утилізації захоплені продукти, тощо

У процесі аналізу за характером дії шкідливі та небезпечні фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

Фізичні фактори включають: рухомі машини та механізми; рухомі конструкції; рухомі вироби та компоненти виробничого обладнання; підвищення або зниження температури обладнання; повітря та його газу та пил; підвищення рівня вібрації, шуму, ультразвуку, іонізації та електромагнітного випромінювання; тиск Зміни; недостатнє освітлення, плинність та іонізація повітря; гострі краї обладнання та інструментів; розташування робочого місця на підйомі.

Хімічні фактори, як правило, дуже тривалі і дуже небезпечні, оскільки впливають не тільки на конкретну людину, але і на її потомство. З'єднання потрапляють в організм людини через шлунково-кишковий тракт, шкіру, слизові оболонки та органи дихання. За характером дії його можна поділити на токсичний, сенсibilізуючий, канцерогенний, мутагенний та впливає на репродуктивну функцію. Біологічна група факторів об'єднує: віруси; шкідливі бактерії; грибки; а також мікроорганізми та хімічні речовини які вони виділяють під час процесу своєї життєдіяльності.

Психофізіологічні шкідливі та небезпечні фактори поділяють на фізичні та нервово-психічні. Фізичні навантаження бувають динамічними та статичними. Останні поділяють на розумове перевантаження, перевантаження аналізаторів, емоційні перевантаження та монотонність праці.

Взагалі кажучи, за характером свого виникнення один і той самий фактор

може належати до різних груп. Правильна класифікація фактора дозволяє правильно реагувати на його появу та сформулювати комплексні заходи щодо його усунення.

На виробництві умови праці формуються під впливом таких факторів: соціальна економіка, в тому числі соціальна політика, нагляд, економіка, соціальна психологія; організація і технологія, в тому числі методи охорони праці, технологія виробництва, виробничо-управлінські організації, географія; Природні фактори, що складаються з біологічних і кліматичних видів.

Сприятливі, здорові та нешкідливі умови праці виробничих приміщень забезпечуються такими факторами: вибір технології виробництва; вибір способів застосування та обслуговування обладнання; вибір способів транспортування та зберігання продукції; раціональне розташування обладнання та організація роботи. робоче місце; контроль виконання технічної документації; виконання вимог безпеки; професійний відбір та навчання працівників; застосування захисних заходів.

Враховуючи виявлені в аналізі недоліки та небезпеки, сформулюйте заходи щодо їх усунення (або зменшення їх впливу) у процесі корпоративної реорганізації, зниження рівня шуму та вібрації, локалізації шкідливих викидів, стандартизації виробництва відповідно до санітарних норм. Санітарні прилади та спецодяг повинні відповідати вимогам ДСТУ та правил техніки безпеки та виробничої гігієни.

Виробничі приміщення для технологічного потоку повинні відповідати СНиП і нормам гігієнічного проектування промислового підприємства. Організація робочого місця повинна здійснюватися відповідно до типового плану організації робочого місця конкретно для кожного технічного процесу. Ті, кому дозволено брати участь у процесі, повинні розуміти вимоги національних стандартів і отримувати рекомендації та навчання щодо безпечних умов праці та технології.

Призначений інженер, відповідальний за виконання технологічного процесу, згідно зі своїми посадовими обов'язками проводить оцінку норм, стандартів і правил, базових знань з технологічного процесу, безпеки

обладнання та безпечної експлуатації, пожежної безпеки, виробничої гігієни тощо. .

Організація робіт з охорони праці повинна суворо дотримуватися чинних нормативних документів. Для забезпечення безпеки та утримання будівель, споруд, обладнання та технологічних процесів на підприємстві проводяться перевірки та конкурси з охорони праці. Для забезпечення ритмічності виробництва необхідно забезпечити розумний спосіб праці та відпочинку. Люди старше 18 років мають бути допущені до роботи. Під час працевлаштування (і регулярно в період роботи) працівник і ІТП повинні проходити медичний огляд.

Забезпечити працівників штучною та природною вентиляцією. Використовуйте різні захисні засоби (екрани, засоби індивідуального захисту) у місцях з сильним електромагнітним і тепловим випромінюванням.

Для підвищення працездатності та збереження здоров'я необхідно створити стабільні метеорологічні умови в робочій зоні – повітряний мікроклімат (температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового та електромагнітного випромінювання).

Для створення хороших умов праці має бути забезпечене промислове освітлення та дотримання таких вимог: освітлення робочого місця повинно відповідати санітарним нормам; яскравість робочої поверхні повинна бути рівномірно розподілена; робоча поверхня не повинна мати явних тіней ; освітлення повинно забезпечувати необхідний спектральний склад, щоб домогтися правильної передачі кольору. Крім того, на робочому місці повинні бути вжиті необхідні заходи захисту від шуму, вібрації та інфразвуку.

Виробничий процес не повинен містити шкідливих речовин, що забруднюють навколишнє середовище, та відповідати вимогам протипожежного та вибухонебезпечного захисту. Будинки та території повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил. Зберігання і транспортування сировини повинні виключати можливість шкідливих і небезпечних факторів виробництва.

Нагляд та правові основи охорони праці передбачені Конституцією

України. Міжвідомчі стандарти формуються відповідними органами та затверджуються Радою Міністрів. На місці повинні бути інструкції з техніки безпеки, які повинні включати загальні вимоги безпеки, вимоги безпеки до, під час, під час та після роботи. Інструкції складають інженер з техніки безпеки та відповідальний за підприємство.

6.3 Планування і фінансування заходів щодо охорони праці

Відповідно до статті 13 Закону України «Охорона праці» роботодавці зобов'язані створювати умови праці в кожному структурному підрозділі відповідно до нормативно-правових актів та забезпечувати дотримання законодавства про права працівників у сфері охорони праці. З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці.

Щоб допомогти роботодавцям створити таку систему, Держпромгірнагляд розробив рекомендації щодо створення системи управління охороною праці на виробництві., затвержені наказом МНС від 27.06.2006 № 398.

У «Пропозиції щодо створення системи управління охороною праці» (далі – «Пропозиція») визначено мінімальні вимоги до заходів, що вживаються підприємствами для забезпечення безпечних і здорових умов праці працівників. Ці рекомендовані вимоги застосовуються до всіх суб'єктів господарювання, які використовують найману працю, незалежно від форми власності та виду діяльності.

Система управління охороною праці (далі – СУОП) створюється суб'єктами господарювання та повинна включати підготовку, прийняття та впровадження завдань щодо проведення організаційно-технічних, гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у їх діяльності. робочі процеси.

З урахуванням цих пропозицій суб'єкт господарювання формує та

затверджує відповідні нормативно-правові акти з урахуванням видів діяльності та конкретних умов виробництва та встановлює систему управління охороною праці, яка може бути частиною загальної системи управління виробництвом. Вимоги нормативних документів є обов'язковими для виконання всіма працівниками.

При створенні охорони праці та впровадженні необхідних коригувальних заходів у її роботу слід керуватися законодавством України та іншими нормативно-правовими актами з охорони праці.

Підготовку управлінських рішень щодо функціонування охорони праці на виробництві здійснюють органи служби охорони праці або персонал, який виконує функції за сумісництвом органів служби охорони праці.

Система управління безпекою та гігієною праці (СУОП) є частиною загальної системи управління виробництвом. Вона допомагає запобігти нещасним випадкам і професійним захворюванням під час виробничої діяльності, а також ризикам для третіх осіб, включає комплекс взаємопов'язаних заходів щодо промислової безпеки та виконання вимог законодавства про охорону праці та наглядової поведінки.

Аудит охорони праці та промислової безпеки – це систематичні та документовані дослідження та аналізи умов праці та умов безпеки для визначення того, чи відповідають вони стандартам, встановленим законами та нормативними актами про охорону праці та промислову безпеку.

Для формування та впровадження охорони праці найкраще створити координаційний комітет під керівництвом суб'єкта господарювання за участю уповноважених служб охорони праці, профспілок, трудових колективів представників.

Структура та завдання охорони праці, порядок взаємодії з охорони праці в структурних підрозділах, періодичність і порядок внутрішніх перевірок, обов'язки керівників служб і підрозділів і працівників визначаються «Правилами з охорони праці» та затверджено. На підприємстві все в порядку, у компанії є система якості. Здійснення охорони праці здійснюється відповідно до наказів суб'єктів господарювання.

Алгоритм запровадження системи управління охороною праці

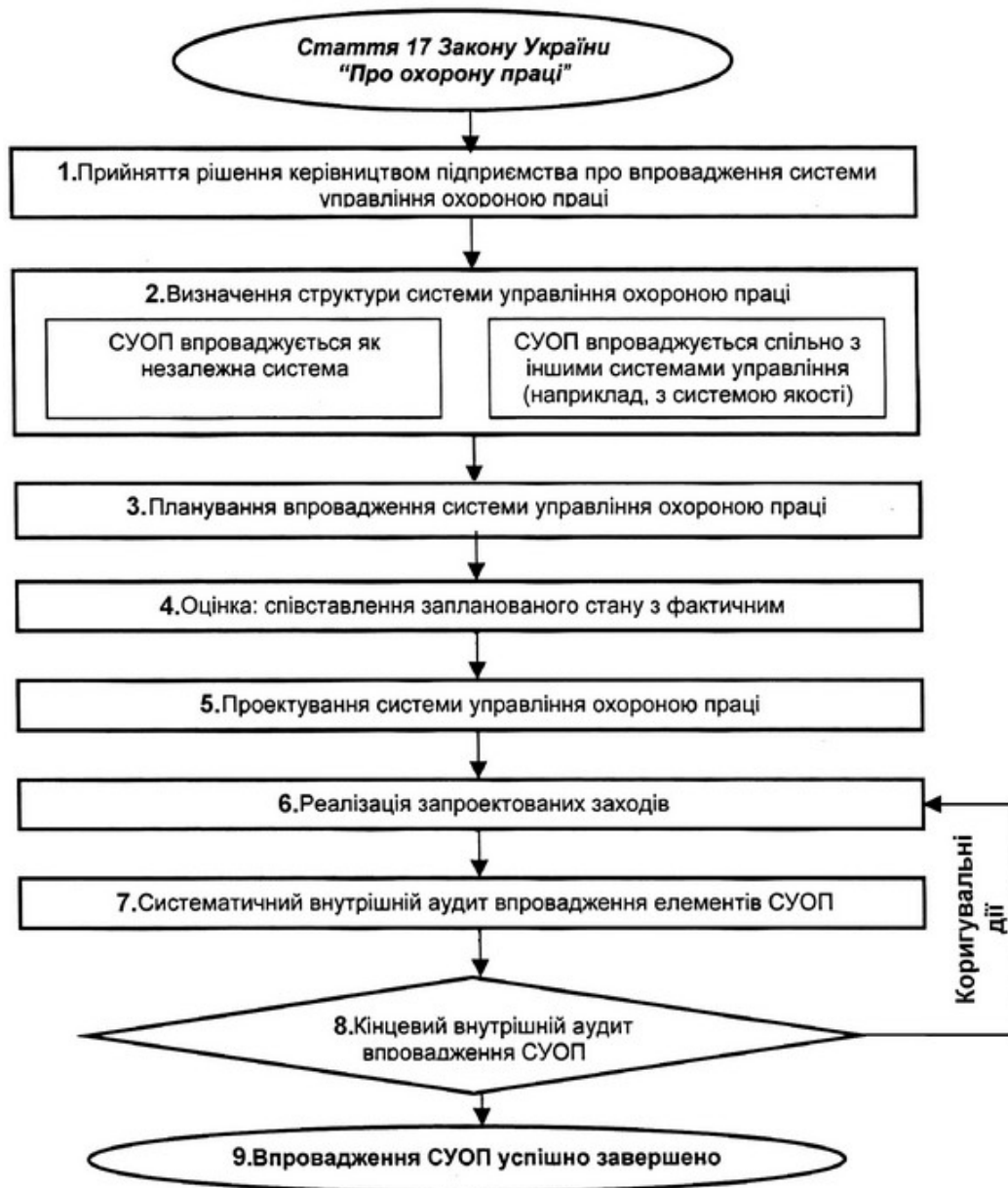


Рисунок 6.1 - Алгоритм запровадження СУОП

Безпосередня відповідальність суб'єктів господарювання щодо охорони життя та здоров'я своїх працівників визначається Законом України «Охорона праці» та Положенням про охорону праці. У цій частині перераховуються завдання, пов'язані з основними проблемами охорони праці на підприємстві, а відповідальність за вирішення проблем покладається на керівництво.

Цей суб'єкт визначає та фіксує управлінську політику у сфері охорони

праці. Ця політика має бути органічно інтегрована з усіма елементами підприємства. Прийняття рішень базується на комплексній оцінці ступеня небезпеки виробничих потужностей компанії, шляхом виявлення всіх небезпек і шкідливих виробничих факторів, унікальних для кожного об'єкта, їх оцінки та аналізу можливих варіантів.

Організація охорони праці полягає у проведенні адекватного та безперервного управління з урахуванням усіх факторів, що впливають на охорону праці, та зосередження уваги на профілактичних заходах щодо запобігання небезпечним ситуаціям, але при виникненні небезпечних ситуацій вона повинна реагувати на ці ситуації. Вчасно розбирайтеся з ними і усувайте їх.

«Правила з охорони праці» (або «Керівництво з якості»), а також посадові інструкції та інструкції з охорони праці визначають загальні та специфічні обов'язки кожного працівника, а також його права у сфері охорони праці.

Організаційні заходи щодо забезпечення функціонування охорони праці повинні враховувати можливість впливу з боку громадських об'єднань працівників (комітетів охорони праці, уповноважених трудових колективів, профспілок тощо).

Безпека та гігієна праці повинні включати документований метод управління конфігурацією системи, який описує хід дій, яким необхідно керувати, коли структуру та взаємозв'язок між її частинами потрібно змінити. Управління конфігурацією включає визначення структури, пояснення стану та перевірку ефективності її роботи.

Суб'єкти господарювання мають сформулювати нормативно-правові акти про послуги охорони праці, які мають відповідати Положенню про стандарти охорони праці (НПАОП 0.00-4.35-04), затвердженому наказом Держпраці України від 15.11.2004 р. № 255 Мін'юсту. Україна 01.12 Зареєстровано 2004 р. № 1526/10125.

Здібності та процедури дій працівників у таких сферах:

- Сформулювати внутрішні правила;

- Поширення поведінки, збір та аналіз пропозицій та зауважень

працівників щодо її ефективного виконання;

- Якщо ви вважаєте за необхідне, внесіть зміни.

Планування заходів включає визначення умов праці та безпеки праці, пов'язаних з основними напрямками роботи інтенсивного виробництва та тривалого впровадження охорони праці, визначення вимог безпеки та охорони праці за результатами внутрішньої та зовнішньої перевірки охорони праці, причин нещасних випадків та професійних захворювань. аналіз Попиту на нове обладнання, інженерно-технічні засоби.

Основним напрямком перспективного плану є формування комплексного плану покращення умов праці та заходів з охорони праці, який має бути складовою економічного та соціального розвитку підприємства:

1. Поточний (річний) план заходів з охорони праці в колективному договорі;

2. Плани роботи (квартальні, місячні) магазинів і відділів (рішення, накази, заходи з розслідування нещасних випадків, національні інструкції з нагляду за охороною праці тощо).

Суб'єкти господарювання забезпечують розробку, фінансування та здійснення заходів, спрямованих на забезпечення відповідності умов і безпеки праці вимогам, визначеним колективним договором, але не нижче нормативних.

Підприємства повинні виявляти загрози для працівників і вживати відповідних превентивних заходів для їх запобігання, а також вибирати й перевіряти методи оцінки загроз. Цей розділ має відображати послідовність дій при аналізі можливих загроз, а саме:

-розглянути завдання та види діяльності, які можуть становити потенційну небезпеку;

-Виявити існуючі загрози на робочому місці або виробничому процесі та оцінити ефективність вжитих захисних заходів;

-У разі необхідності сформулювати та впровадити заходи щодо подальшого зниження ризиків;

-Залучити до вирішення цих проблем необхідних експертів, можливо,

професійну організацію, яка може надати необхідні поради;

-Консультації з представниками державних установ з питань охорони праці;

- Визначити, як інформувати працівників про необхідні заходи та можливі контрзаходи.

Підприємства, які використовують небезпечні речовини, повинні ідентифікувати об'єкти підвищеної небезпеки та за потреби додатково декларувати безпеку. Порядок ідентифікації та декларування встановлено постановою Кабінету Міністрів України від 11 вересня 2002 року. № 956 «Про виявлення та декларування об'єктів підвищеної небезпеки» (НПАОП 0.00-6.21-02 та НПАОП 0.00-6.22-02).

Виконання коригувальних заходів також контролюється, і ці дії не обов'язково узгоджуються з регулярним моніторингом заходів з охорони праці.

6.4 Розрахунок захисного заземлення

На цей час розрахуємо заземлювач, призначений для захисного заземлення обладнання виробничого цеху, робоча напруга якого становить 380/220В. Підключається службовою сталеву трубою. Розрахунок буде проводитися за обраним методом [22].

Таблиця 6.1 – Завдання на розрахунок

Ґрунт	l , м	d , м	t_0 , м	K	B , м	Розміри приміщення, м	Кількість робочих місць
Супісок	1,5	0,045	0,7	2	0,03	6; 4	5

Вихідні дані до розрахунку:

- питомий опір ґрунту (супісок), ρ , Ом·м 300 Ом м
- довжина вертикальних електродів, l , м 1,5

– діаметр вертикальних електродів, d , м	0,045
– відстань між поверхнею землі і верхнім кінцем електродів, t_0 , м	0,7
– відношення віддалі між заземлювачами до довжини, K ,	2

Допустиме значення опору розтікання струму $R_{\text{доп}}$ заземлюючого пристрою в даному випадку не повинне перевищувати 4 Ом ($R_{\text{доп}} < 4$ Ом).

Розмір робочої зони для одного оператора має становити не менше 6 м^2 або 20 м^3 . Враховуючи ці параметри, а також умову завдання вибираємо розмір робочої зони для кожного оператора $2 \times 2,75$ метри.

Заземлюючий пристрій призначено для захисного заземлення обладнання виробничого приміщення, що працює в мережі з напругою 380/220 В. Пропонується виконати його у вигляді вертикальних електродів з труб заглиблених в землю і з'єднаних між собою смугою (рисунок 6.2).

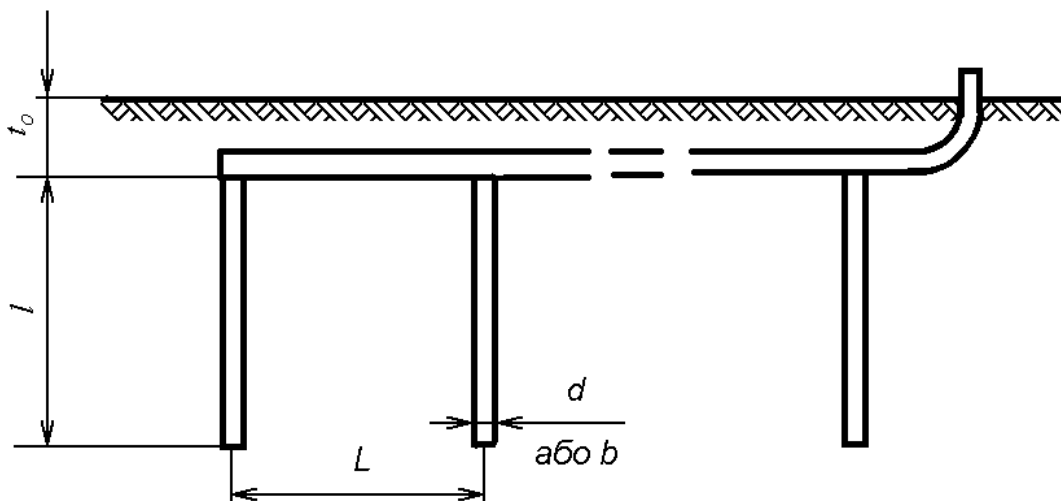


Рисунок 6.2 - Заземлюючий пристрій

1. Визначаємо довжину приміщення, якщо відомо, що необхідна площа на одну людину – 6 м^2 або у об'ємі – 20 м^3 .

Об'єм визначається як:

$$V = A \cdot B \cdot H,$$

А площа як

$$S = A \cdot B,$$

де A, B, H – довжина, ширина, висота приміщення, відповідно.

Виходячи з об'єму на одну людину, маємо:

$$A = \frac{nV'}{B \cdot H}$$

де $V' = 20 \text{ м}^3$.

$$A = \frac{5 \cdot 20}{6 \cdot 4} = 4,167 \text{ м.}$$

Беремо довжину 4,5 м. Перевіримо довжину з позиції площі:

$$A = \frac{nS}{B} = \frac{5 \cdot 6}{6} = 5 \text{ м.}$$

Приймаємо довжину приміщення у 5 м.

2. Опір розтікання струму, створюваний одиночним заземлювачем:

$$R_1 = 0.366 \frac{\rho}{l} \left(\lg \frac{2l}{d} + 0.5 \lg \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (6.1)$$

де $t = h + l/2 = 0,7 + 1,5/2 = 1,45$

$$R_1 = 0.366 \frac{300}{1,5} \left(\lg \frac{2 \cdot 1,5}{0,045} + 0.5 \lg \frac{4 \cdot 1,45 + 1}{4 \cdot 1,45 - 1} \right) = 139 \text{ (Ом)}$$

3. Кількість вертикальних заземлювачів визначаємо за формулою (6.2).

$$n \geq \frac{R_1}{R_\partial \cdot \eta_B} \quad (6.2)$$

де $R_\partial = 4 \text{ Ом}$ - максимально допустима величина опору розтікання струму всієї системи захисного заземлення.

4. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів: $\eta_B = 0.59$.

$$n \geq \frac{139}{0.59 \cdot 4} \approx 59$$

Приймаємо $n = 59$.

5. Спільний опір розтікання струму всіх вертикальних заземлювачів визначається за формулою (6.3).

$$R_B = \frac{R_1}{n \cdot \eta_B} \quad (6.3)$$

$$R_B = \frac{139}{59 \cdot 0.59} = 3,99 \leq R_\partial$$

6. Довжина смуги, яка з'єднує вертикальні заземлювачі визначається за формулою (4.4).

$$l_n = 1,05 \cdot K \cdot L \cdot n \quad (6.4)$$

де L - відстань між двома сусідніми заземлювачами. Зі співвідношень, що задані згідно завдання, визначаємо величину L :

$$\frac{L}{l} = 2 \Rightarrow L = l \cdot 2 = 1,5 \cdot 2 = 3 \text{ (м)}$$

$$l_n = 1,05 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 59 = 186 \text{ (м)}$$

7. Опір розтікання струму з'єднувальної смуги визначається за формулою (6.5).

$$R_n = 0.366 \frac{\rho}{l_n} \cdot \lg \frac{2 \cdot L \cdot n^2}{B \cdot t_0} \quad (6.5)$$

$$R_n = 0.366 \frac{300}{186} \cdot \lg \frac{2 \cdot 3 \cdot 59^2}{0.03 \cdot 0.7} = 3.54 \text{ (Ом)}$$

8. Спільний розрахунковий опір розтікання струму, створений системою захисного заземлення, що складається з вертикальних заземлювачів та з'єднувальної смуги вираховується за формулою (6.6).

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 \cdot \eta_B + R_n \cdot \eta_n \cdot n} \quad (6.6)$$

$$R_p = \frac{139 \cdot 3.54}{139 \cdot 0.59 + 3.54 \cdot 0.29 \cdot 59} \approx 3.45 \text{ (Ом)}$$

Оскільки $R_p < R_0$ - розрахунок закінчено, такий результат нас влаштовує.

Визначимо довжину приміщення та конструємо умовне графічне розташування вертикальних заземлюючих електродів по периметру виробничого приміщення (рисунок 6.3).

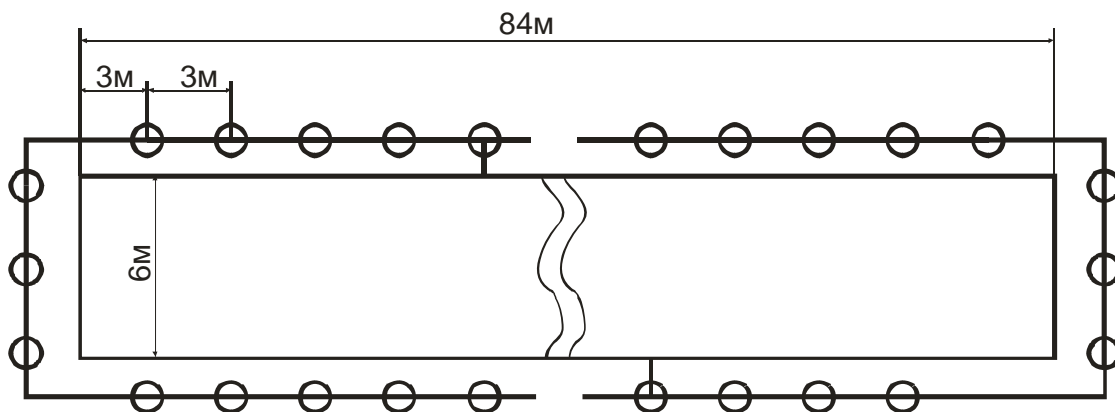


Рисунок 6.3 – Схема розміщення вертикальних електродів

Висновок: В результаті розрахунку були визначені параметри захисного заземлення (кількість вертикальних заземлювачів, опір захисної системи та ін.) та зроблена перевірка на правильність розрахунку. Встановлено, що опір заземлення складає $\approx 3,45$ Ом. Опір системи заземлення, що була розроблена, відповідає встановленим вимогам.

ВИСНОВКИ

Проаналізовано технологічну схему розміщення елементів виконання технічної операції та особливості її застосування. Результати показують, що товари, які подаються в швейну машину, подаються з обох сторін одночасно, тому датчики необхідні для визначення наявності товару з кожного боку.

Розробити технічні завдання на проектування та виготовлення виробів. Визначте основні техніко-експлуатаційні характеристики виробу.

Розроблено процес пошиття та приклеювання пензликів до килимових виробів. Процес складається з трьох етапів: подача килима на швейну машину; зшивання пензликів нетканою килимовою стрічкою; притискання та прогрівання швів стрічкою.

В результаті дослідження запропоновано розробку системи АСУ ТП, яка застосовує теорію графів до управління обладнанням для шиття та склеювання килимових виробів.

Визначення завдання підвищення надійності та безпеки обладнання потребує належного аналізу стану та діаграм переходу обладнання, що розробляється, та модернізації його відповідно до вимог надійності та безпеки. У виконанні цих двох завдань є протиріччя, оскільки для підвищення безпеки необхідно ввести додаткові вузли та модулі, що знизить надійність, і навпаки.

Наведено модернізовану схему стану АСУ ТП та переобладнання швейно-клеючого обладнання для килимових виробів, у якій введено відповідний стан надійності контролю та стану забезпечення безпеки.

Поєднуючи характеристики діаграми стану та діаграми переходу, з метою підвищення надійності та безпеки обладнання запропоновано електрорегулюючий пристрій для шовного склеювання килимового виробу. Використання блоків у схемі було підтверджено.

Основний електричний план базується на плані електричної конструкції, підтверджується вибір елементів плану. На схемі показано співвідношення між елементами. Показує зовнішній вигляд конструктивних елементів програми.

Розроблено алгоритм роботи обладнання, що враховує основні етапи процесу пошиття та приклеювання пензликів до килимів. На основі розробленого алгоритму розробляється блок-схема алгоритму.

Після розрахунку інтенсивність відмов пристрою становить $7,664 \cdot 10^{-6}$ 1/год, а середній час роботи відмов – 1304,8 год. Розрахувати середній час відновлення обладнання в разі аналізу непрацездатних умов і без аналізу. У першому випадку середній час відновлення пристрою становив 1,5 години, а в другому – 8,07 години. Тому введення додаткових елементів аналізу непрацездатного стану підвищує надійність схеми.

Розглянуто стратегію функціональної діагностики. Для вдосконалення стратегії функціональної діагностики рекомендується враховувати сучасні виробничі умови.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 IEC 61508 Edition 2.0 Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems, та Guidance on Failure Modes & Effects Analyses (FMEAs))
- 2 Килим, ковер // Українська мала енциклопедія : 16 кн. : у 8 т. / проф. Є. Онацький. — Накладом Адміністрації УАПЦ в Аргентині. — Буенос-Айрес, 1959. — Т. 3, кн. V : Літери К — Ком. — С. 632-634
- 3 Internet-ресурс: Способы обработки краёв ковра: с оверлоком и без него. - 25.11.2021. <https://ortgraph.ru/news/sposoby-obrabotki-krayev-kovra/>
- 4 Офіційний сайт internet-магазину АМИ Коври. - 25.11.2021. <https://amikovry.ru/news/dlya-chego-kovry-ukrashayut-bakhromoy/>
- 5 Functional safety. Safety instrumented systems for the industrial processes. Parts 1-2. Guidelines for the application of IEC 61511-2-2011.
- 6 Functional safety. Safety instrumented systems for the process industry sector. Part 3. Guidelines for the determination of the required safety integrity levels: IEC 61511-3-2011.
- 7 Minimal cut set analysis. Appendix D // Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, Second Edition by Center for Chemical Process Safety/ American Institute of Chemical Engineers, 2010
- 8 CRTA-FMECA. Failure Mode, Effects and Criticality Analysis. (FMECA). 1993. Accession For. NTIS CRA&I. 14. DTIC TAB. 0. Ucaflow-cJiCed. 0. Prepared by:. Reliability Analysis Center Byf 762. PO Box 4700 Distributionl Rome, NY 13442-4700
- 9 Кулик І. В. Засоби автоматизованої оцінки показників ефективності стратегій технічного обслуговування і ремонту систем радіоелектронного комплексу : автореф. дис. на здоб. вчен. зв. канд. техн. наук : 05.12.17 / І. В. Кулик; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2013. - 21 с.

-
- 10 ADHESIVE MELTER MICRON+ GEAR SERIES. INSTRUCTIONS MANUAL. - Published by: Focke Meier Gluing Solutions, S. A.. Edition May 2019. – 108p.
- 11 Офіційний сайт ТОВ «Системи дистрибуції та сервісу» <https://sistemy-distribyuutsii-i-servisa.prom.ua/p506525011-predohranitelnyj-razedinitel-nagruzki.html>.
- 12 Вересов Г. П. Электропитание бытовой радиоэлектронной аппаратуры - М. Радио и связь, 1983
- 13 Блоки питания SITOP и LOGO!Power KT10.1 • 2009. 34с.
- 14 Siemens SIRIUS Safety Relay. 3TK2825 Operating Instructions. - Last update: 08 April 2005. – 10p.
- 15 SIMATIC S7-1200 – новое семейство микроконтроллеров// Информация по продуктам/ ООО Сименс 2015, - 11с. - www.siemens.ru/automation.
- 16 SUBMINIATURE PHOTOELECTRIC SENSORS. SM-PR-2-B00- PP , Datalogic . - Operating Instructions.- www.ctiautomation.net
- 17 Согласующие реле LZХ-МТ321024. Ингструкция пользователю -Siemens. – 2010ю – 10с.
- 18 Частотные преобразователи G120С. Инструкция пользователя. SIMATIC Siemens ST80/ ST PC • 2015. – 130с.
- 19 Панели операторов SIMATIC HMI Siemens ST80/ ST PC • 2015. – 130с.
- 20 Белинский В.Т., Гондюл В.П. и др. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. – К: Вища школа, 1992.
- 21 Інструкція №91 по охороні праці для працівників, виконуючих роботи по ремонту, регулюванню та налазці електронного обладнання апаратури СК, СП, АВН, ЦО, КВАЗІ та електронних систем. Від 25.01.1999р.
- 22 Охрана праці. Методичні вказівки до виконання розділу „Охрана праці” в дипломних проектах студентів радіотехнічних спеціальностей „Комп’ютерні системи та мережі”, „Радіотехніка”, „Виробництво електронних засобів”/ А.А. Нестер – Хмельницький: ХНУ – 2006.