МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота (проєкт)

другого (бакалаврського) рівня освіти
(рівень вищої освіти)

на тему Проєкт автоматизації процесу виробництва паркетної плитки. Система автоматичного регулювання руху лінії ламінування

Виконав: студент курсу, групи
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка

освітньої програми Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Корховий М. М.

Керівник проф.,док. т. н. Пазюк М.Ю.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент директор ТОВ «Електротехмаш»
Курілець І. А.

Запоріжжя 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
Рівень вищої освіти другий (бакалаврський)
Спеціальність 145 «Відновлювані джерела енергії та гідроенергетика»
(код та назва)

Спеціалізація _____
(код та назва)

Освітня програма Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІКФС
_____ Коваленко В.Л.
"___" _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЄКТ) СТУДЕНТОВІ
Корховий Микола Миколайович
(прізвище, ім'я, по батьков)

1 Тема роботи (проекту) Проєкт автоматизації процесу виробництва паркетної плитки. Система автоматичного регулювання руху лінії ламінування
керівник роботи Пазюк М.Ю., професор, доктор т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «27» грудня 2024 року № 2029-с
2 Строк подання студентом роботи 10 червня 2025 р.
3 Вихідні дані до роботи технічна документація, технологічні інструкції, дані, отримані під час проходження виробничої практики
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз існуючого рівня автоматизації; розробка схеми інформаційних потоків; розробка технічного завдання; структура програмно-технічного комплексу; проєктування системи регулювання тепловим режимом; розробка технічної документації; розрахунок системи автоматизації та показників її надійності; техніко-економічних показники; охорона праці та техногенна безпека
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): функціональна схема автоматизації, принципові електричні схеми, монтажно-комутаційна схема, схема зовнішніх з'єднань креслень) презентація роботи

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	проф. Пазюк М.Ю.		
2	проф. Пазюк М.Ю.		
3	проф. Пазюк М.Ю.		
4	проф. Пазюк М.Ю.		
5	проф. Пазюк М.Ю.		
6	проф. Пазюк М.Ю.		
7	проф. Пазюк М.Ю.		
8	проф. Пазюк М.Ю.		

7 Дата видачі завдання 14.04.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз існуючого рівня автоматизації	14.04-20.04.25	Виконано
2	Розробка схеми інформаційних потоків	21.04-27.04.25	Виконано
3	Розробка технічного завдання	28.04-04.05.25	Виконано
4	Вибір структури та складу програмно-технічного комплексу	05.05-11.05.25	Виконано
5	Проєктування системи резулювання руху лінії ламінування	12.05-18.05.25	Виконано
6	Розробка технічної документації	19.05-25.05.25	Виконано
7	Розрахунок системи автоматизації та показників її надійності	26.05-01.06.25	Виконано
8	Розрахунок техніко-економічних показників	02.06-08.06.25	Виконано
9	Розгляд питань охорони праці та техногенної безпеки	09.06-10.06.25	Виконано
10	Розробка презентації роботи, проходження нормконтролю, підготовка доповіді	11.06-16.06.25	Виконано

Студент _____ Микола КОРХОВИЙ
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____ Михайло ПАЗЮК
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ Ірина ОВЧИННИКОВА
(підпис) (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Корховий М. М. Проєкт автоматизації процесу виробництва паркетної плитки. Система автоматичного регулювання руху лінії ламінування.

Кваліфікаційна робота бакалавра на здобуття вищої освіти за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», науковий керівник М. Ю. Пазюк, Запорізький національний університет, Інженерний науковонавчальний інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем. Запоріжжя, 2025.

Метою роботи є розробка системи автоматизованого управління технологічним процесом виробництва паркетної плитки, а саме системи автоматичного регулювання руху лінії ламінування.

В загальній частині описано особливості процесу виробництва паркетної плитки і процесу ламінування, а також оцінено рівень автоматизації і визначено завдання для проектування системи управління. У спеціальній частині розроблено функціональну схему автоматизації, обрано технічні засоби, проведено розрахунки. Розрахована принципова електрична схема, принципова електрична схема живлення, монтажна комутаційна схема, схема зовнішніх з'єднань і спроектовано щит КВПіА. Виконаний розрахунок технічних засобів автоматизації. У розділі охорони праці проведений аналіз небезпечних та шкідливих факторів на території виробництва паркетної плитки, розроблені заходи щодо їх запобігання. Також виконано аналіз безпеки праці та розрахунки економічної ефективності проекту, включаючи необхідну кількість персоналу.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, сіми розділів, висновків, переліку джерел посилання з 45 найменувань, викладена на 94 сторінках машинописного тексту, включаючи 18 рисунок, 29 таблиць та 9 аркушів графічного матеріалу.

Ключові слова: автоматизація, паркетна плитка, система, паркетна плитка, керуюче вплив, мікроконтролер.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ 8
1.1 Технологічний процес виробництва паркетної плитки 9
1.2 Технологічний процес на лінії ламінування як об’єкт автоматизації .. 12
1.3 Аналіз існуючого рівня автоматизації на діючому виробництві 14
2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ 18
2.1 Вимоги до системи в цілому 18
2.2 Вимоги до функцій 19
2.3 Вимоги до видів забезпечення 20
2.4 Загальна структура програмно-технічного комплекса засобів автоматизації 22
3 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ 26
3.1 Структурна схема лінії ламінування 26
3.2 Вибір та обґрунтування технічних засобів САУ 29
4 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ 50
4.1 Функціональна схема автоматизації управління 50
4.2 Принципова електрична схема 54
4.3 Принципова електрична схема живлення 54
4.4 Принципова електрична схема 55
4.5 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів 57
4.6. Розробка замовної специфікації на весь комплекс технічних засобів системи автоматизації 58
5 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ 59
6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА 65
6.1 Основні положення охорони праці 65
6.2 Загальні заходи з охорони праці 66
6.3 Охорона праці оператора АСУ ТП 69
6.4 Охорона навколишнього середовища 73

7 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ 75
7.1 Організаційне забезпечення системи автоматизації..... 75
7.2 Розрахунок техніко – економічних показників..... 76
7.2.1 Визначення капітальних вкладень 76
7.2.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат..... 77
7.2.3 Річні витрати на ЗП..... 78
7.2.4 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань..... 79
7.2.5 Річні витрати на ремонт..... 79
7.2.6 Витрати електроенергії на живлення 79
7.2.7 Інші витрати..... 80
7.2.8 Валова річна економія витрат..... 80
7.2.9 Фактична економія витрат 82
7.2.10 Річний економічний ефект 82
ВИСНОВКИ..... 84
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА 86
ДОДАТКИ

ВСТУП

Деревина здавна є одним із найпоширеніших матеріалів, що застосовуються в різних галузях народного господарства. Це пояснюється тим, що вона легко піддається обробці. За невеликої питомої ваги деревина має відносно високу міцність, низьку теплопровідність, звукопровідність та інші позитивні якості. Деревообробна промисловість надзвичайно різноманітна, але серед цього різноманіття провідне місце займає лісопиляння. Продукція лісопильного виробництва – пиломатеріали – використовується або безпосередньо, або як сировина та напівфабрикати (дошки, бруси, бруски тощо) на найрізноманітніших підприємствах нашої країни.

Автоматичне регулювання технологічних процесів на різних підприємствах дозволяє досягти високої продуктивності при мінімальних виробничих витратах і високій якості продукції. Проте системи автоматичного регулювання виявляються недостатньо ефективними, якщо вони спроєктовані лише на основі загальних положень теорії автоматичного регулювання. Для максимально ефективної роботи таких систем їх необхідно проєктувати з урахуванням особливостей технологічних процесів, для яких вони призначені.

Основними цілями автоматизації технологічного процесу є:

- скорочення чисельності обслуговуючого персоналу;
- збільшення обсягів випущеної продукції;
- підвищення ефективності виробничого процесу;
- підвищення якості продукції;
- зниження витрат сировини;
- підвищення ритмічності виробництва;
- підвищення безпеки;
- підвищення екологічності;
- підвищення економічності.

Цілі досягаються за допомогою вирішення наступних завдань автоматизації технологічного процесу:

– поліпшення якості регулювання;

– підвищення коефіцієнта готовності обладнання;

– поліпшення ергономіки праці операторів процесу;

– забезпечення достовірності інформації про матеріальні компоненти, які застосовуються у виробництві;

– зберігання інформації про хід технологічного процесу і аварійних ситуаціях.

Автоматизація лінії виробництва паркетної плитки є надзвичайно актуальним напрямом удосконалення сучасного деревообробного виробництва. Вона сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню собівартості продукції, покращенню якості готових виробів, а також дозволяє зменшити вплив людського фактора на технологічні процеси.

Оскільки ламінування вимагає високої точності суміщення шарів та стабільності швидкості переміщення полотна, будь-які коливання або відхилення можуть призвести до браку продукції та збільшення витрат. Тому запровадження системи автоматичного регулювання руху лінії ламінування дозволяє забезпечити необхідну точність і стабільність технологічного процесу, зменшити вплив людського фактора та підвищити загальну ефективність виробництва.

Крім того, сучасні автоматизовані системи регулювання з використанням електроніки, сенсорних технологій та мікропроцесорного управління відкривають можливості для інтеграції у більш складні системи керування, в рамках концепції «Індустрія 4.0». Це робить дослідження та вдосконалення систем автоматичного регулювання руху лінії ламінування надзвичайно актуальним як з практичної, так і з науково-технічної точки зору.

1 ОПИС ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 Технологічний процес виробництва паркетної плитки

Паркетна плитка є одним з найпопулярніших видів підлогового покриття завдяки своїй естетичній привабливості та технічним характеристикам. Зносостійкість, вологостійкість та стійкість до впливу температури – ключові параметри, що визначають її довговічність та практичність в експлуатації.

Зносостійкість паркетної плитки залежить від кількох факторів, включаючи породу деревини, товщину верхнього шару та тип захисного покриття. Деревина твердих порід, таких як дуб, ясен і горіх, має високу зносостійкість, що робить ці види деревини кращими для приміщень з високою прохідністю. Верхній шар паркетної дошки має товщину від 2 до 6 мм. Чим товщі цей шар, тим більше разів його можна шліфувати та реставрувати, що продовжує термін служби покриття. Захисні покриття, такі як лак або олія, відіграють важливу роль у захисті поверхні від подряпин та потертостей. Лакові покриття забезпечують високий рівень захисту та блиск, але можуть вимагати регулярного оновлення. Масляні покриття надають дереву природного вигляду і дозволяють деревині «дихати», але вимагають більш частого догляду.

Вологостійкість паркетної дошки багато в чому визначається її конструкцією та якістю обробки. Тришарова структура дошки, що складається з верхнього шару з твердої деревини, середнього шару з деревини хвойних порід і нижнього шару з фанери або HDF забезпечує стабільність і стійкість до деформацій при зміні вологості. Сучасні технології термообробки деревини значно підвищують її вологостійкість. Термодревесина піддається високотемпературній обробці, що зменшує її гігроскопічність і робить менш схильною до впливу вологи. Важливо також відзначити, що паркетна дошка з олійним покриттям має кращу вологостійкість, оскільки олія проникає в пори

деревини та створює захисний бар'єр. Однак, незважаючи на ці переваги, паркетну дошку не рекомендується укладати у приміщеннях з постійною високою вологістю, таких як ванні кімнати.

Стійкість до дії температури – ще одна важлива характеристика паркетної дошки. Натуральна деревина чутлива до коливань температури, що може призводити до її розширення та стиснення. Однак багатошарова структура паркетної дошки та сучасні технології обробки значно знижують цей ефект. Верхній шар з твердої деревини стійкий до зносу, тоді як середній і нижній шари більш м'яких порід або композитних матеріалів компенсують напруги, що виникають при зміні температури. Це робить паркетну дошку придатною для використання в умовах теплої підлоги, за умови дотримання рекомендацій щодо температурного режиму. Оптимальна температура експлуатації паркетної дошки має бути в межах 18-24 градусів Цельсія, а вологість повітря - в діапазоні 40-60%. Це дозволяє уникнути деформацій та зберегти естетичний вид покриття на довгі роки.

Технологічний процес виробництва паркетної плитки на основі деревного опилу складається з наступних стадій:

- доставка сировини у приймальний бункер;
- сушіння деревної сировини;
- дроблення та сортування деревної сировини;
- змішування деревного опилу;
- таблетування;
- пресування та ламінування;
- сортування та відбраковування виробів;
- механічна обробка виробів.

Технологічний процес виробництва паркетної плитки на основі ДП-БС наведений на рисунку 1.1.

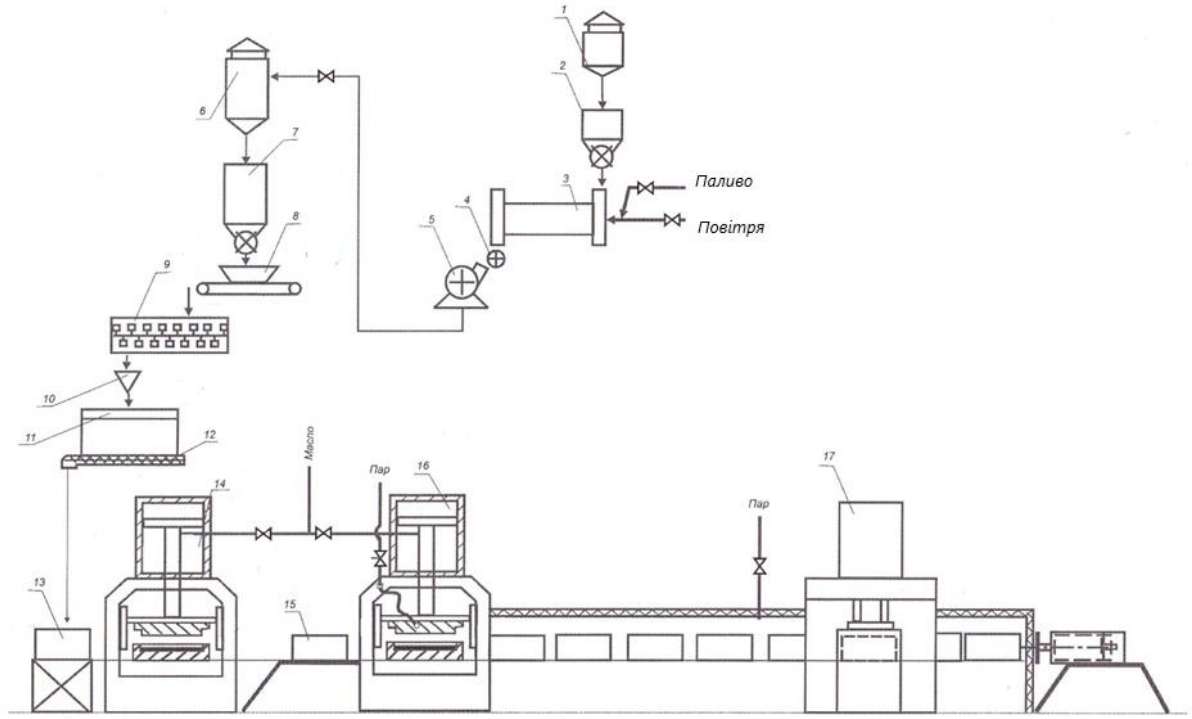


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виробництва паркетної плитки.

Дрібні деревні відходи (опилки), відсортовані у цехах-постачальниках відходів від крупних часток, пневмотранспортом подаються в циклон 1, а потім у бункер 2, звідки порційним гвинтовим транспортером подаються у барабанну сушарку 3. Із сушарки сухі відходи потрапляють у молоткову дробарку 5, попередньо пройшовши через металошукач 4. Подрібнені деревні відходи надходять у циклон 6, а потім у бункер сухих подрібнених відходів 7 з гвинтовим транспортером, за допомогою якого вони подаються на стрічкові ваги 8.

Стрічкові ваги дозують необхідну кількість подрібнених часток деревини у безперервний змішувач 9. У змішувачі відбувається ретельне перемішування деревного опилу. Після змішувача прес-матеріал потрапляє в розподільний бункер 10, звідки надходить у бункер 11 готового прес-матеріалу ємністю 16 м³.

Бункер є основним буферним складом для забезпечення безперебійної роботи установок. Бункер 11 оснащений шнековим дозатором 12, за допомогою якого здійснюється завантаження матриць готовою композицією.

Матриці 13 встановлені на ланцюговому пульсуючому транспортері, за допомогою якого вони подаються в одноповерховий гідравлічний прес 14 з верхнім тиском для підпресування.

Отримані таблетки завантажуються у прес-форми 15 і спрямовуються до гарячого преса 16, де відбувається змикання та нагрівання прес-форми до заданої температури. Далі прес-форми проходять через тепловий тунель, поступово охолоджуючись, до преса 17, де відбувається розмикання прес-форми та вилучення охолоджених виробів, а прес-форми по паралельному тунелю повертаються назад до преса 16 і по дорозі нагріваються до температури пресування.

Для підвищення продуктивності пресів використовують кілька прес-форм з тарілчастими пружинами. При цьому один прес працює лише на змикання послідовно поданих одна за одною прес-форм, а витримка при заданій температурі та подальше охолодження прес-форм з виробами здійснюється в тепловому тунелі під тиском, який створюють пружини, що знаходяться в прес-формі.

Відпресована паркетна плитка направляється на етап відбраковки та сортування, після чого переходить на стадію механічної обробки. Після контролю готова «паркетна плитка» відправляється на склад готової продукції.

1.2 Технологічний процес на лінії ламінування як об’єкт автоматизації

Виготовлення паркетної плитки зазвичай охоплює кілька технологічних ділянок:

- одержання дошок із круглих лісоматеріалів;
- розкрій дошок на фризу (заготовки);
- сушіння фризи (заготовок);

– чорнове стругання;

– чистова оброблення паркетних планок – ламінування;

– сортування, контроль якості та пакування.

Ламінування – це процес склеювання речей між собою. При ламінування деревини процес зазвичай відноситься до пластмас або інших матеріалів, ламінованих фанерою, твердою деревиною або композитами. Термінологія дерев'яного ламінату часто відноситься до підлогового покриття, але процес ламінування також включає в себе ламінування шпоном і ламінування твердої деревини разом для виготовлення меблів.

Ламінування паркетної плитки є завершальним етапом технологічного процесу її виробництва, метою якого є надання виробу декоративного вигляду, підвищення зносостійкості, вологостійкості та захисту від механічних пошкоджень. Процес ламінування полягає у нанесенні на поверхню паркетної плитки спеціального декоративного або захисного покриття, яке закріплюється під дією температури та тиску.

Технологічна лінія ламінування включає в себе такі основні етапи:

– подача відсортованої та обробленої плитки до зони ламінування;

– очистка поверхні плитки та контроль її якості;

– нанесення клею або полімерного складу;

– подача ламінувального матеріалу (плівки або шару);

– пресування під впливом температури та тиску;

– охолодження плитки та контроль якості покриття;

– обробка дошок пилами;

– сортування та укладка готової продукції.

Як об’єкт автоматизації, процес ламінування характеризується:

– наявністю багатьох параметрів, що підлягають контролю та регулюванню: температура пресування, тиск, час витримки, рівномірність нанесення покриття.

– підвищеними вимогами до стабільності режимів роботи, оскільки будь-яке відхилення може призвести до браку;

– необхідністю синхронної роботи механізмів подачі, пресування та охолодження, що вимагає точної координації дій;

– доцільністю застосування датчиків температури, тиску, фотоелементів для позиціонування плитки, а також контролерів для реалізації автоматизованих алгоритмів керування.

Автоматизація процесу ламінування дозволяє забезпечити:

– стабільну якість продукції;

– зменшення впливу людського фактору;

– підвищення продуктивності лінії;

– зменшення витрат енергії та сировини;

– зниження кількості браку.

У процесі виробництва паркетної плитки лінія ламінування є одним із завершальних етапів, що визначає якість та зовнішній вигляд готової продукції. Введення обрізки паркетної дошки безпосередньо на лінії ламінування дозволяє здійснити остаточну обробку матеріалу, забезпечуючи точність розмірів та геометричну правильність виробів. Використання двопильної обрізної лінії в поєднанні з лінією ламінування є доцільним рішенням для забезпечення високої продуктивності, точності і якості кінцевого продукту в умовах спеціалізованого виробництва паркетної плитки.

1.3 Аналіз існуючого рівня автоматизації на діючому виробництві

Багато українських виробників освоїли випуск паркетної плитки і масивної паркетної дошки, що повністю відповідають вимогам міжнародних стандартів. Ця паркетна продукція відрізняється більшими геометричними розмірами та вищою якістю. Товщина, ширина і довжина масивної паркетної

дошки змінюються у широких межах (21…22×100…200× 600…2000 мм). Так, ширина дошки зазвичай становить 100…200 мм, а довжина більше як 1000 мм. Основною початковою сировиною для виготовлення паркетних виробів є круглі лісоматеріали твердих листяних порід згідно з ГОСТ з 9462-88, хвойних порід – згідно з ГОСТ з 9463-88 і берези – згідно з ГОСТ 9462-88.

У сучасних технологічних процесах на етапі ламінування і виготовлення паркетних виробів розрахунок витрати деревини починають із розкрою круглих лісоматеріалів на сформовані чи кратні перерізи майбутніх деталей і далі за операціями технологічного процесу. Така технологія дає змогу раціональніше та ефективніше використовувати деревину із всіх зон пиловника у разі індивідуального розкрою на стрічкових верстататах.

Для розпилювання колод на дошки для отримання фризи варто використовувати постав пил, за якого досягається найбільший вихід дошок радіального розпилювання і найбільший вихід обрізних дошок з шириною рівною ширині фризи, що виготовляють. Тому розпилювати колод розвальним способом з отриманням тільки тонких дощок варто колоди діаметром 22-24 см. Колоди більших діаметрів варто розпилювати комбінованим способом з отриманням тонких і товстих дощок.

Під час розкрою дощок із початкової зони не вся фриза буде отримана радіального розпилювання. Із крайніх дощок цієї зони частина фризи випилюється напіврадіального розпилювання, а частина тангентального. Тому дошки чисто радіального розпилювання отримують в зоні В, ширина якої рівна (0,3-0,35)·d. Із тонких дощок, що знаходяться за межами зони А, отримують фризу тангентального розпилювання. Тому із тих частин доцільно отримати товсті дошки товщиною рівною товщині фризи з наступним розпилюванням їх на обрізні рейки. Комбінований спосіб розпилювання колод раціональніший порівняно з розпилюванням колод розвальним способом на тонкі дошки за рахунок підвищення відсотка фризи радіального випилювання до 50 % порівняно з 35 % при розпилюванні розвальним способом на тонкі дошки.

Таким чином, у спеціалізованому виробництві паркетної плитки доцільно використовувати комбінований спосіб розпилювання колод перед процесом ламінування.

Двопильний обрізний станок для дощок зображено на рисунку 1.2.

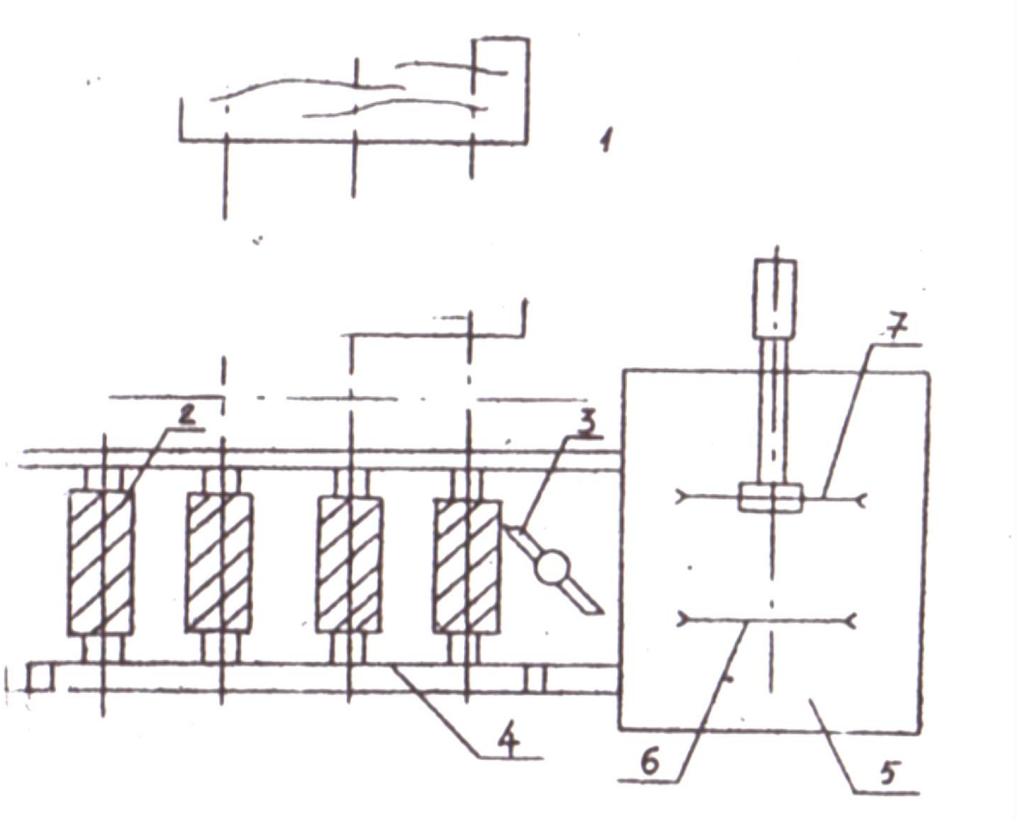


Рисунок 1.2 – Двопильний обрізний верстат для дощок:
1 – поперечний ланцюговий транспортер; 2 – поздовжній рольганг;
3 – підйомний упор; 4 – опорна лінійка; 5 – верстат; 6 – фіксована пилка;
7 – рухлива пила

Станок складається з поперечного ланцюгового транспортера 1, поздовжнього рольганга 2, підйомного упору 3, опорної лінійки 4 і станка 5 з двома круглими пилами: пила 6 фіксована, а пила 7 може займати одне з двох можливих положень.

Дошки надходять до обрізного станка по поперечному транспортеру, а потім по поздовжньому рольгангу. На рольгангу дошки за рахунок гвинтової поверхні ролика притискаються до опорної лінійки 4 і упору 3. Після того, як

дошка вирівнюється, упор піднімається і дошка надходить у обрізний станок. На станку можлива обрізка дощок, які за шириною поділяються на дві групи – широкі та вузькі. Ширина вимірюється за допомогою датчиків при підході дощок до опорної лінійки.

Робота обрізного станка при подачі широкої дошки відбувається наступним чином. Дошка подається поперечним ланцюговим транспортером. Якщо місце на поздовжньому рольгангу вільне, дошка рухається безпосередньо на нього. Якщо ж з рольганга не вийшла попередня дошка, поперечний транспортер зупиняється, доки не звільниться місце на рольгангу і упор не опуститься. До моменту, коли дошка дійде до опорної лінійки, її ширина вже буде відома, і рухома пила буде відведена в крайнє ліве положення для випилювання широкої обрізної дошки.

Як тільки дошка вирівнюється за лінійкою, упор піднімається і вона подається рольгангом у обрізний станок.

При подачі поперечним транспортером вузької дошки послідовність спрацьовування механізмів така ж, як і описано вище, за винятком вибору положення рухомої пилки; вона буде встановлена в крайнє праве положення.

Висновки. В проєкті запропонована система автоматизованого управління руху на лінії ламінування, а саме управління подачі дошок на двопильну обрізну фрезу, що дозволяє ефективно й швидко виконувати обрізку дошок різної ширини безпосередньо перед ламінуванням, що підвищує продуктивність та знижує втрати матеріалу. Управління рухом на лінії ламінування забезпечує оптимальну організацію технологічного процесу, скорочує час переналадки обладнання та підвищує загальну якість паркетної плитки.

2 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

2.1 Вимоги до системи в цілому

В автоматичному режимі, задаючи необхідні параметри та установки на панелі оператора, можна реалізувати циклічну роботу всієї системи.

Ланцюговий транспортер призначений для переміщення дошок до рольгангів. При подачі сигналу «подача» на котушку електроклапана, ланцюговий транспортер подає дошки на поздовжній рольганг. Далі вмикається двигун, що приводить у рух ланцюг транспортера і дошка переміщується. Після досягнення місця призначення схема управління повинна подати команду на «зупинку» транспортера, і дати сигнал на включення електроприводу, який приводить у рух поздовжній рольганг і дошка рухається далі до пил. Якщо місце на рольгангу зайняте, спрацьовує автоматична «зупинка» транспортера.

Підйомний упор застосовується для затримки та пропускання дошки до пил. При сигналі «упор піднято» система блокується і двигуни транспортера та рольгангу зупинені. При подачі сигналу від схеми управління шток електроклапана опускається, упор переходить у стан «упор опущено» і електродвигун рольгангу запущений.

При досягненні опорної лінійки дошкою двох положень – «широка» «вузька» – спрацьовує електропривід рухомої пили, відводиться у крайнє ліве/праве положення.

Якщо дошка застрягає на рольгангу або розташована криво, що контролюється датчиком кутового положення, подається сигнал «зупинка» – система автоматично відключається.

Робітник вручну виправляє дошку на рольгангу. Для безпеки система після зупинки запускається вручну, щоб уникнути травмування робітника.

Така ж система безпеки передбачена при відключенні подачі живлення на верстат – система вмикається тільки вручну.

2.2 Вимоги до функцій

Вимоги до структури та функціонування системи АСУТП повинні відповідати ДСТУ 2226-93 Автоматизовані системи. Терміни та визначення [4]. Система повинна складатися з трьох рівнів:

– локальний рівень;

– рівень виробництва;

– верхній рівень.

На локальному рівні необхідне виконання наступних завдань:

– перетворення вимірюваних параметрів в електричний сигнал;

– управління виконавчими пристроями;

– реалізація блокувань і аварійного захисту;

– погодження сигналів від датчиків з входами в ПЗО.

При аварійних ситуаціях має спрацьовувати світлова та звукова сигналізація.

Завдання на рівні підсистемного виробництва:

– збір та обробка інформації яка надходить від технологічної системи;

– періодичне опитування датчиків стану

– прийом та передача інформації від інших систем;

– виявлення відхилень технологічних параметрів від регламентуючих значень;

– реалізація завдань програмно-логічного управління технологічним процесом.

В таблиці 2.1 наведені необхідні сигнали для управління.

2.3 Вимоги до видів забезпечення

Вимоги до інформаційного забезпечення.

Для обміну інформацією в рамках розподіленої системи повинна бути створена база даних, що забезпечує доступ до даних з локальних елементів мережі. Для зручності роботи технологів-операторів з великими об'ємами різноманітної інформації і для вироблення відповідних стереотипів взаємодії з системою автоматизації інформаційне забезпечення системи повинно бути структуроване і мати ієрархічну організацію.

Повинні бути передбачені такі стандартні операційні панелі: загального огляду, мнемосхеми, групи приладів, панелі налаштування, панелі сигналів тривоги, панелі реєстрації ходу процесу (тренди). Всі категорії даних інформаційного забезпечення СПЗ (системи протиаварійного захисту) не повинні губитися при аваріях електроживлення та відмові блоків і модулів системи ПАЗ.

Всі константи, які налаштовуються, інформація прив'язки, алгоритми вирішення завдань і тексти програм повинні зберігатися на дублюючих носіях і оновлюватися при внесенні змін в систему. Для кодування інформації повинні бути використані класифікатори (коди) прийняті замовником і які відповідають вимогам однозначності, простоти і можливості розширення.

Вимоги до лінгвістичного забезпечення.

Зважаючи на відсутність вітчизняних нормативних документів, в якості їх прототипу необхідно використовувати розроблений Міжнародної 31 Електротехнічній Комісією (МЕК) стандарт IEC 61131-3, що регламентує повноту і синтаксис мов технологічного програмування. Все прикладне програмне забезпечення системи для організації взаємодії з користувачем повинно використовувати російську мову. Вся інформація в АСУТП повинна бути представлена у вигляді понять і визначень властивих металургійної галузі.

Вимоги до програмного забезпечення.

При проектуванні та розробці системи необхідно максимально ефективним чином використовувати раніше закуплене програмне забезпечення, як серверне, так і для робочих станцій. Використовуване при розробці програмне забезпечення та бібліотеки програмних кодів повинні мати широке поширення, бути загальнодоступними і використовуватися в промислових масштабах. Базовою програмною платформою повинна бути операційна система Windows XP або Windows 10. У якості показуючи приладів використовуються РМТ 29. Його робота відбувається під управління ОС Linux.

Програмування контролерів може здійснюватися за допомогою інструментальної системи програмування

Вимоги до технічного забезпечення.

Для забезпечення роботи системи необхідні різноманітні технічні засоби від первинних перетворювачів до ЕОМ. У даній системі використовуються різні первинні перетворювачі для виміру температури, тиску, витрати з уніфікованим вихідним сигналом по струму 0-20мА. Всі технічні засоби працюють з уніфікованими сигналами по струму і напрузі. Вимоги до метрологічного забезпечення Клас точності приладів повинен бути не більше 3%. Усі технічні засоби повинні проходити державну повірку і регулярно обслуговуватися метрологічною службою.

Метрологічне забезпечення вимірювальних систем повинне відповідати ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення. Значення контрольованих параметрів (технологічного процесу, технологічного обладнання) повинні бути виражені відповідно до ДСТУ OIML D 2:2007 Узаконені одиниці вимірювань. Усі методики вимірювання, використовувані у сфері державного метрологічного контролю і нагляду, повинні бути атестовані. Для технічних засобів, що беруть участь в процесі вимірювання контрольованих параметрів повинні бути забезпечені відповідні умови експлуатації (температура,

вологість). Повинен бути забезпечений контроль умов їх експлуатації в приміщеннях управління [5].

Вимоги до організаційного забезпечення.

Організаційне забезпечення АСУТП повинно бути достатнім для ефективного виконання персоналом покладених на нього обов'язків з експлуатації системи.

Організаційне забезпечення повинно включати вимоги щодо чисельності та кваліфікації персоналу АСУТП і КВПіА, інструкції по кожному виду діяльності, і точне визначення виконуваних функцій.

Замовником повинні бути визначені посадові особи, відповідальні за: -

– обробку інформації;

– адміністрування;

– забезпечення безпеки інформації;

– управління роботою персоналу з обслуговування автоматизованої системи.

До роботи з системою повинні допускатися співробітники, що мають навички роботи на персональному комп'ютері, ознайомлені з правилами експлуатації і пройшли навчання роботі з системою [6].

Вимоги до патентної чистоти.

Система, її складові частини і прийняті при розробці проектні рішення повинні володіти патентною чистотою відносно держави Україна.

2.4 Загальна структура програмно-технічного комплекса засобів автоматизації

Метою розробки програмно-технічного комплексу є створення сучасної, високоефективної, автоматизованої системи управління технологічним процесом термічної обробки металу, що забезпечується за рахунок реалізації новітніх технологічних і технічних рішень за допомогою використання

сучасних, надійних технічних засобів автоматизації, виконаних на базі мікропроцесорної техніки.

Структура системи управління водогрійного котла

Середній рівень системи управління рухом:

– шафи технологічних захистів (2 шт.);

– шафи управління (2 шт.);

– серверна шафа середнього рівня в складі сервера середнього рівня і комунікаційного управління;

Нижній рівень системи управління:

– засоби вимірювання нижнього рівня (КВПіА);

Технічні засоби для розміщення КВПіА:

– щит КВПіА;

– пульт оператора;

– пульт ручного управління.

Внутрісистемні лінії зв'язку (відповідно до специфікації).

Структура середнього рівню системи управління рухом на лінії ламінування.

Контролер управління.

Контролер управління забезпечує:

а) прийом сигналів:

– з нижнього рівня (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури);

– з пульта управління (команди дистанційного управління й команди управління режимами роботи регулюючих арматур, команди управління режимами роботи ПІД-регуляторів, паспорти технологічних параметрів, уставки регуляторів);

б) обробку прийнятих сигналів – виконання алгоритмів:

– автоматичних регуляторів;

– стандартних алгоритмів;

– алгоритмів діагностики.

в) видачу сформованих сигналів управління на виконавчі механізми регулюючих арматур.

д) додатково контролер забезпечує прийом інформації із теплолічильників, її обробку і передачу даної інформації на інші вузли системи.

Пристрій технологічних захистів.

Пристрій технологічних захистів забезпечує:

а) прийом сигналів:

– з нижнього рівня (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури);

– з контролерів управління (сигнали значень технологічних параметрів, сигнали положення арматури, сигнали від приладив теплолічильників;

– з пульта управління (команди дистанційного управління арматурами, команди управління режимами роботи технологічних регуляторів, режимами роботи системи управління котла, команди управління алгоритмами технологічного контролю й програмно-логічного управління, паспорта технологічних параметрів, уставки алгоритмів технологічних захистів і блокувань);

– із сервера системи управління (інформацію системи єдиного часу).

б) обробку прийнятих сигналів - виконання алгоритмів:

– технологічних захистів;

– технологічних блокувань;

– технологічного контролю;

– програмно-логічного управління;

– стандартних алгоритмів;

– алгоритмів діагностики;

в) формування попереджувальної та аварійної звукової і світлової сигналізації;

г) видачу сформованих сигналів управління на виконавчі механізми запірної та запірно-відсічної арматур;

д) передачу значень технологічних параметрів, інформацію про стан арматур, стан технологічних захистів і блокувань, ретрансляцію команд управління режимами роботи технологічних регуляторів (у контролери управління), інформацію про хід виконання алгоритмів технологічного контролю та програмно-логічного управління, інформацію про останню аварію, результатів діагностики на:

- сервери системи управління;
- пульт оператора;
- контролер управління.

Висновки. В даному розділі наведені усі необхідні вимоги до структури та функціонування системи АСУТП повинна, які відповідають ДСТУ 2226-93 «Автоматизовані системи. Терміни та визначення».

3 ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Структурна схема лінії ламінування

Структурні схеми автоматизації в проєктах автоматизації рекомендується розробляти відповідно до ДСТУ Б А.2.4-16:2008 Автоматизація технологічних процесів. Умовні графічні позначення приладів та засобів автоматизації у схемах. Загальні вимоги щодо виконання схем (п. 2.1, 2.2, 2.6). Графічне побудова схеми має давати найбільш наочне уявлення про послідовність взаємодії функціональних елементів у виробі.

Структурна схема роботи лінії ламінування наведена на рисунку 3.1.

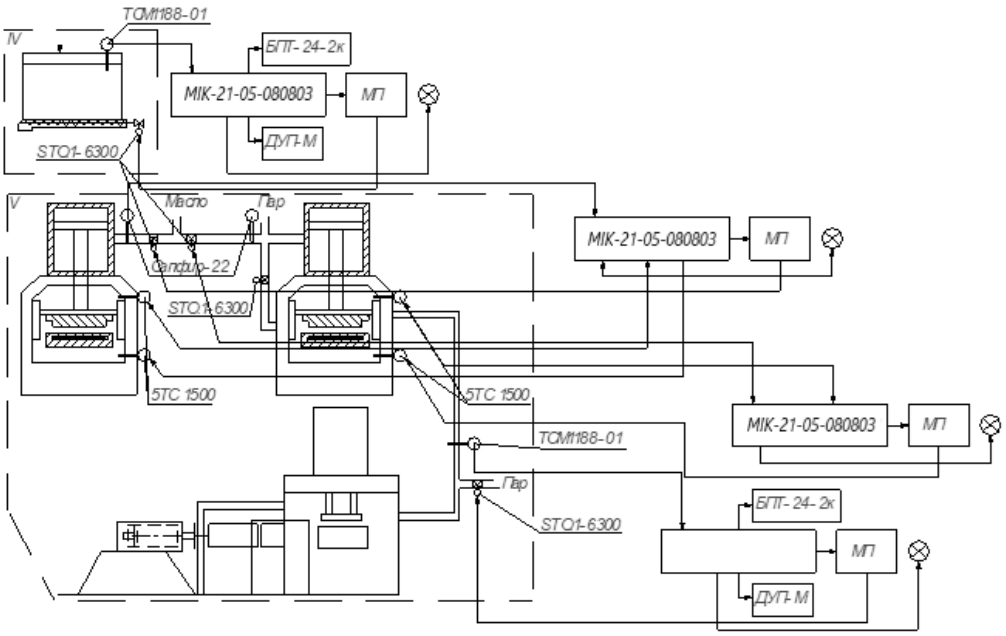


Рисунок 3.1 – Структурна схема роботи лінії ламінування

Підготовлений матеріал також проходить стадію перемішування в циклоне, де контролюється температура за допомогою термоперетворювача опору ТСМ1188-01. Сигнали обробляються в МІК-21. Стабільна робота системи на цьому етапі важлива, оскільки матеріал для виготовлення плитки повинен мати певну температуру і консистенцію для подальшого формування під пресами. Система оснащена блоком додаткового живлення БПТ, а також

додатково контролюється за допомогою ДУП-М. Керуючий вплив із мікроконтролера подається на магнітний пускач, який закриває клапан подачі матеріалу на конвеєр у прес.

Контроль пресування здійснюється за допомогою первинних датчиків тиску подачі масла та пари в систему «Сапфір-22». Прес починає свою роботу з формування паркетної плитки, а його рух контролюється за допомогою датчиків STC. Мікроконтролер МІК-21 обробляє сигнали, що надходять із датчиків, і керує рухом заслінок подачі масла та пари в систему, тобто їх ІМ (імпульсними механізмами). Для оператора передбачено світлову індикацію у вигляді сигнальної арматури, яка встановлена на шафі і сигналізує про коректну роботу системи пресування.

Пара, що подається в систему пресування, і її температура контролюються термоперетворювачем опору ТСМ1188-01, сигнали з якого також обробляються в МІК-21. На цьому етапі температура подачі пари в систему повинна бути стабільною, інакше технологічні параметри плитки не відповідатимуть технічним умовам виробництва.

Тому система оснащується блоком додаткового живлення БПТ, додатково контролюється за допомогою ДУП-М, керуючий сигнал із мікроконтролера спрямовується на магнітний пускач і закриває клапан подачі пари в систему пресування.

Для оператора передбачена світлова індикація у вигляді сигнальної арматури.

3.2 Структурна схема розробленої САУ

Центральною частиною системи управління є контролер TMS320F2812 фірми Texas Instruments (США). В основу принципу роботи електронного селектора покладено метод тактового опитування всіх пристроїв (датчиків), що контролюють положення та наявність дошки, усіх кнопок виклику і командних постів. До пристроїв, які контролюють положення дошки,

відносяться датчики наявності дошки на транспортері та рольганзі, датчик положення упора, датчик положення дошки на рольганзі. Датчики встановлені на конвеєрній лінії станка. Датчик, який контролює наявність живлення в системі, встановлений на щиті оператора. Датчики взаємодіють із шунтами, розташованими на лінії.

Структурна схема САУ наведена на рисунку 3.2.

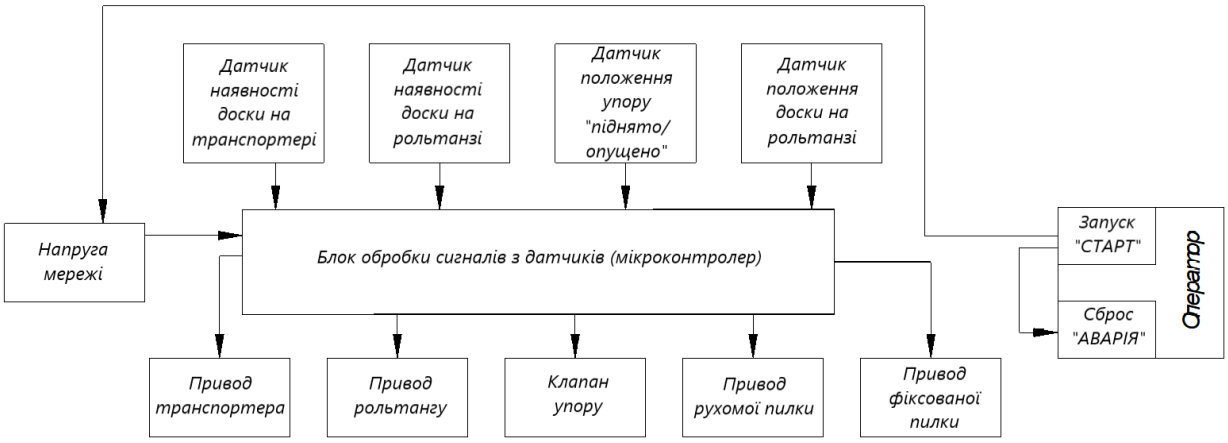


Рисунок 3.2 - Структурна схема САУ

Контролер за допомогою програми, записаної у запам’ятовуючому пристрої, організовує цикл із певної кількості тактових імпульсів, достатньої для опитування всіх датчиків і кнопок виклику та команди.

Послідовність опитування пристроїв – строго визначена.

Контролер чітко фіксує номер імпульсу, який він посилає.

За кожним номером імпульсу закріплено одне конкретне пристрій, тому контролер «знає», яке пристрій у цей момент опитує. Для виділення при дії тактового імпульсу опитування сигналу від відповідного опитуваного пристрою використовуються мультиплексори (у блоці управління їх декілька для обслуговування потрібної кількості опитуваних пристроїв). При цьому на інформаційні виходи підключені виходи опитуваних пристроїв, а поява на виході одного із цих сигналів визначається подаванням на адресні входи трирозрядного двійкового коду.

Розглянемо послідовність дії блока в момент увімкнення станка. Після увімкнення, яке виконується оператором з пульта керування кнопкою «СТАРТ», передусім у контролер вводиться число опитуваних датчиків.

3.2 Вибір та обґрунтування технічних засобів САУ

Автоматичний вимикач призначений для захисту від надмірного нагрівання електричних проводів, кабелів, двигунів тощо у випадку підвищення сили струму при перевантаженні, короткому замиканні або замиканні на землю. Ці вимикачі забезпечують обмеження сили струму за допомогою миттєвих електромагнітних і інерційних теплових розчіплювачів із фіксованими налаштуваннями.

Авітоматичний вимикач ВА47-29М (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Автоматичний вимикач ВА47-29М

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики ВА47-29М

Нормативні документи	ДСТУ 3020-95 ТУ 2000 АГИЕ.641.235.003
Номінальна напруга, (U_n)	230/440 В (АС) 48 В на полюс (DC)
Номінальна частота	50 Гц
Номінальна стійкість до струму КЗ	4,5 кА
Номінальний струм відсічки	5...10 In

Датчики-реле рівня РОС 301 (рис. 3.4) призначені для контролю трьох рівнів електропровідних рідин за трьома незалежними каналами — як в одному, так і в різних резервуарах, у стаціонарних та корабельних умовах поза вибухонебезпечними зонами.

Характеристики:

– довжина чутливого елемента: від 0,1 до 2,5 м (за замовленням – до 5 м), тросового – від 1 до 22 м;

– живлення: 220 В (+10% / –15%), частота 50 Гц ± 2% або 50 Гц ± 5% для виконання ОМ;

– температура контрольованого середовища: від –100 до +450 °С (залежно від конструкції);

– вихідний сигнал: релейний, світлова індикація;

– споживана потужність: не більше 12 В·А.



Рисунок 3.4 – Датчик-реле рівня РОС 301

Передавальний перетворювач ППР-03.

До складу датчика-реле рівня РОС 301 входять три датчики-реле та корпус із передавальним перетворювачем ППР-03, який забезпечує:

– обробку сигналів з усіх трьох датчиків;

– формування вихідного релейного сигналу при досягненні заданого рівня рідини;

– світлову індикацію спрацювання кожного каналу;

– захист та живлення чутливих елементів.

Датчик тиску ДМ-5М.

Призначений для дистанційного вимірювання надлишкового тиску нейтральних рідин і газів під час випробувань об'єктів, а також для контролю тиску в гальмівній системі.

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики ДМ-5М

Параметр	Значення
Вимірюване середовище	Нейтральні рідини та гази
Напруга живлення (від джерела постійного струму)	15 В
Діапазон вимірювання тиску	Від 0 до 5 кгс/см²
Допустимий час перебування під напругою	
(для ДМ-5М при 36 В пост. струму, 115 Гц)	До 2 годин
Стабільність тарувальної характеристики	Протягом 2 годин роботи протягом одного року
Опір потенціометра датчика ДМ-5	Від 400 до 1500 Ом

Прилад реєструвальний КСУ-(1)3 (рис. 3.5).

Прилади показуючі та реєструвальні серії КСУ призначені для вимірювання та реєстрації наступних величин: активного опору (модифікація КСМ3), сили струму (модифікація КСУ3), напруги постійного струму (модифікація КСП3), взаємної індуктивності (модифікація КСД3).

А також неелектричних фізичних величин, які попередньо були перетворені у відповідні електричні сигнали.

Автоматичні потенціометри КСП3-ПІ та мости КСМ3-ПІ з вибухобезпечною вимірювальною схемою виконані таким чином, що аварійні режими, які можуть виникнути в приладі внаслідок короткого замикання, обриву або виходу з ладу будь-якого елемента тощо, не здатні викликати іскру в ланцюзі первинного перетворювача, яка могла б запалити вибухонебезпечну суміш, у якій встановлені первинні перетворювачі.

При цьому самі прилади КСП3-ПІ та КСМ3-ПІ встановлюються лише поза вибухонебезпечними приміщеннями.

Прилади призначені для роботи в закритих приміщеннях без агресивних середовищ за температури навколишнього повітря від 5 до 50 °С та відносної вологості повітря від 30% до 80%.



Рисунок 3.5 – Прилад реєструвальний КСУ-(1)3

Регулювальний клапан 15кч888р1СВМ.

Виготовлений з ковкого чавуну, є запірним прямоточним мембранним фланцевим клапаном з електромагнітним приводом типу СВМ, що працює від мережі постійного або змінного струму.

Технічні характеристики:

- умовний тиск (Ру): 16 кгс/см²;
- температура робочого середовища: від 0 до +45 °С;
- робоче середовище: повітря;
- тип приводу: електромагнітний (СВМ);
- матеріал корпусу: ковкий чавун;
- конструкція: запірний, прямоточний, мембранний, фланцевий;
- живлення: постійний або змінний струм (залежно від виконання).

Термоперетворювач опору мідний ТСМ1188-01 (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Термоперетворювач опору мідний ТСМ1188-01

Термоперетворювачі опору ТСМ-1188-01 призначені для вимірювання температури рідких і газоподібних середовищ у різних галузях промисловості.

– робочий діапазон вимірюваних температур, °С: від –50 до +150;
– умовне позначення НСХ перетворення (ГОСТ 6651):* 50М, 100М;
– клас допуску (ГОСТ 6651): А, В, С;
– умовний тиск вимірюваного середовища Ру, МПа: 0,4;
– матеріал захисної арматури: 08Х13, 12Х18Н10Т, Х23Ю5 – для ТСП-1088, сталь 08Х13 – для ТСМ-1088

Матеріал головки термоперетворювача:

– пресматеріал АГ-4В – для ТСП-1088;
– поліпропілен – для ТСМ-1088.

Головка термоперетворювача – виконання водозахищене.

Мікропроцесорний регулятор МІК-21-05-080803 (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Мікропроцесорний регулятор МІК-21-05-080803

Технічні характеристики:

– П/ПІ/ПД/ПІД-ШІМ регулятор;

– режим статичної або динамічної корекції параметра (або заданої точки) за другим параметром;

– робота з уніфікованими сигналами, термоперетворювачами опору ТСП 50П, 100П, гр. 21, діапазон вимірюваних температур від –50 … +650 °С, ТСМ 50М, 100М, гр. 23 (від –50 … +200 °С), термопарами ТХА(К), ТХК(L);

– вибір і конфігурування структури регулятора: двопозиційне, трипозиційне або П, ПІ, ПД, ПІД-регулювання з імпульсним або аналоговим виходом, стандартне, відносне, каскадне, корекція параметра або заданої точки, з внутрішнім або зовнішнім зворотним зв’язком за положенням виконавчого механізму або з кінцевими вимикачами;

– стабілізуюче і слідкуюче регулювання;

– пристрій ручного керування аналоговим, імпульсним, дискретним виконавчим механізмом з індикацією задавального впливу та індикацією реального положення виконавчого механізму;

– кількість каналів вимірювання: 2;

– гальванічна ізоляція: триступенева (по входу, виходу, живленню);

– період вимірювання: не більше 0,1 с;

– аеріод оновлення інформації на дисплеї: не більше 0,5 с.

Вхідні аналогові сигнали:

– 0–5 мА (Rвх = 400 Ом);

– 0(4)–20 мА (Rвх = 100 Ом);

– 0–10 В (Rвх > 25 кОм);

– вхідні сигнали від термоперетворювачів опору: ТСП 50П, 100П, гр. 21; ТСМ 50М, 100М, гр. 23;

Основна приведена похибка вимірювання: ±0,2 %.

Дозвільна здатність цифрової індикації: ±0,01 %.

Кількість розрядів цифрового індикатора: 4.

Висота цифр світлодіодних індикаторів: 10 мм (параметр), 8 мм (завдання, вихід)

Вихідний аналоговий сигнал:

– 0–5 мА (Rн < 2 кОм);

– 0–20 мА, 4–20 мА (Rн < 500 Ом);

– 0–10 В (Rн > 2 кОм — за вимогою замовника);

– 2 дискретних входи: =24 В / 10 мА;

– 4 дискретних виходи: транзистор з відкритим колектором 40 В, 100 мА або реле 220 В, 8 А (залежно від замовлення клемного блока).

Температура довкілля: від –40 °С до +70 °С.

Напруга живлення: від мережі змінного струму ~(220±22) В, (50±1) Гц

Споживана потужність: не більше 8,5 Вт.

Корпус (ВхШхГ): щитовий 96×96×185 мм, DIN 43700, IP30.

Глибина монтажу: 190 мм.

Маса: не більше 1,1 кг.

Бесконтактний виконавчий механізм ST0.1-6300.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики ST0.1-6300

Параметр	Значення
Повний хід штока	20 мм
Час повного ходу штока	37,5 с
Швидкість управління	32 мм/хв
Зусилля на штоку	6 300 Н
Робоче положення	Будь-яке
Ступінь захисту електропривода	IP65 (за STN EN 60 529)
Напруга живлення	Однофазна 220 В ±10% AC
Частота струму	50/60 Гц ±2%
Споживана потужність (макс.)	15 Вт
Маса, не більше	7,8 кг

Умови експлуатації:

– температура навколишнього середовища: від –25 до +55 °С;

– відносна вологість: від 5% до 100% при температурі +31 °С (з конденсацією, макс. вміст води – 28 г/кг повітря);

– барометричний тиск: від 86 до 108 кПа.

Індукційний витратомір ІР-51.

Принцип дії витратоміра ґрунтується на явищі електромагнітної індукції. Коли електропровідна рідина проходить через вимірювальну трубу, футеровану зсередини ізоляційним матеріалом і розміщену в магнітному полі, в рідині як у рухомому провіднику індукується електрорушійна сила (ЕРС), пропорційна середній швидкості потоку, а отже — витраті.

Індукована ЕРС створює напругу на електродах, розміщених діаметрально протилежно у поперечному перерізі трубопроводу. Це напруження вимірюється спеціальним вимірювальним блоком.

Індукційні витратоміри типу ІР-51 («Індукція») призначені для безперервного автоматичного вимірювання витрати невибухонебезпечних електропровідних рідин (з електропровідністю від 10^{-8} до 10 См/м, тобто 10^{-5}–10^{-2} $Ом^{-1}·см^{-1}$), розчинів і пульп, що не містять феромагнітних частинок, у закритих заповнених трубопроводах.

Типові середовища: питна вода, стічні води, розчини солей, кислот, лугів.

Виконавчий механізм ПР-М.

Виконавчі механізми пропорційного регулювання типів ПР-М та ПР-1М призначені для переміщення різних регулюючих органів у системах автоматичного регулювання, що містять статичний, астатичний або ізодромний електричний регулятор.

Крім того, ці механізми можуть застосовуватись у схемах позиційного регулювання або ручного дистанційного управління.

Схема електрична принципіальна ПР-М наведена на рис. 3.8.

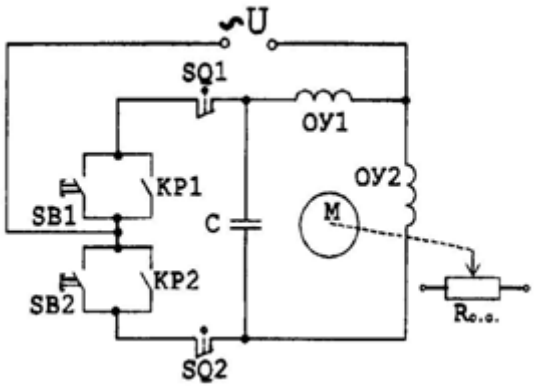


Рисунок 3.8 – Схема електрична принципіальна ПР-М

При замиканні контакту регулювального пристрою КР1, напруга на одну з обмоток ОУ1 двофазного виконавчого двигуна подається безпосередньо з мережі, а на іншу обмотку ОУ2 – через конденсатор С. Двигун обертається в одному напрямку, впливаючи через редуктор на регулюючий орган.

При замиканні контакту КР2, двигун реверсується (змінює напрямок обертання).

Контакти кінцевих вимикачів SQ1 та SQ2 підключені послідовно з відповідними контактами КР1 і КР2, забезпечуючи розрив ланцюга живлення двигуна при досягненні регулюючим органом крайніх положень.

Контакти КР1 і КР2 вмикаються за допомогою блоку керування, а SB1 і SB2 – оператором вручну.

У схему також включено реостат зворотного зв’язку RO.C. для відстеження положення вала виконавчого механізму (ІМ).

Блок живлення постійного струму БПТ-24-2к.

Трансформаторні блоки живлення БПТ-24-1 (одноканальний) і БПТ-24-2 (двоканальний) призначені для живлення датчиків та інших електронних пристроїв стабілізованою напругою постійного струму окремо по кожному каналу.

Технічні характеристики:

– кількість гальванічно розв’язаних каналів: 2 (для БПТ-24-2);

– вихідна напруга, В: 24 ±1;

– максимальний вихідний струм кожного каналу, мА: 25 (для БПТ-24-1 до 75 мА);

– напруга живильної мережі, В: ~220 ±10%;

– частота мережі, Гц: 50;

– споживана потужність, не більше, ВА: 3;

– робочий температурний діапазон, °С: від -30 до +50;

– відносна вологість повітря, не більше, %: 80;

– кліматичне виконання: УХЛ4.2;

– ступінь захисту: IP30;

– габаритні розміри, мм: 90×60×80;

– вага, не більше, кг: 0,25;

– спосіб монтажу: настінний або на DIN-рейку;

– гарантійний термін експлуатації: 24 місяці.

Дистанційний покажчик положення ДУП-М.

ДУП-М призначений для експлуатації у виконаннях УХЛ4.2 та Т3:

– УХЛ4.2: робоча температура від +5 до +50°С, відносна вологість 80% при +25°С;

– Т3: температура від -10 до +55°С, вологість до 98% при +35°С;

– стійкість до вібрації: частота 25 Гц, амплітуда 0,1 мм. Магнітні поля: постійні або змінні (мережева частота) напруженістю до 400 А/м.

Перетворювач тиску Сапфір-22.

Вимірювальні перетворювачі Сапфір-22 призначені для безперервного перетворення значення вимірюваного параметра:

– надлишковий тиск;

– розрідження;

– гідростатичний тиск;

– різниця тисків;

– у уніфікований струмовий вихідний сигнал та цифровий сигнал за HART-протоколом.

Працюють з нейтральними та агресивними середовищами, також можуть використовуватись для вимірювання рівня.

Датчик руху 5TC 1500.

Релейна електрична частина датчика руху для прихованого монтажу, призначена для керування різними джерелами світла та електроспоживачами (до 10 А / 230 В).

Технічні характеристики:

– номінальна напруга: ~230 В, 50/60 Гц;

– кількість допоміжних електричних частин: до 10;

– кількість механічних кнопкових вимикачів: необмежено;

– максимальна довжина кабелю (загальна): 100 м;

– команди керування ініціюються спрацюванням основних або допоміжних детекторів руху.

Пост управління кнопочні ПКЕ (рис. 3.9).



Рисунок 3.9 – Кнопочні пости ПКЕ

Пости керування кнопкові серії ПКЕ застосовуються в пультах керування верстатів, систем автоматики.

Вони можуть бути встановлені в системах керування побутових та промислових дерево- та металообробних верстатів, у системах керування вантажопідйомних механізмів та промислових комплексів.

Технічні характеристики постів керування кнопкових ПКЕ:

Максимальна напруга:

– змінного струму частотою 50 або 60 Гц – 660 В;

– постійного струму – 440 А;

– номінальний струм – 10 А.

Форма штовхача: грибоподібна «Гр». Колір штовхача: чорний «Ч».

Реле РТ40/0,2: Реле виконуються для кіл змінного струму частотою 50-60 Гц.

Межі уставок струму спрацьовування реле, А.

З'єднання котушок – послідовне 0,05-0,1.

Потужність 0,2 ВА.

Похибка реле не перевищує ±5% при температурі навколишнього повітря +20° С.

Коефіцієнт повернення Кв реле не менше 0,85 на першій уставці і не менше 0,8 на інших. Додаткове регулювання забезпечує Кв не менше 0,85 на будь-якій уставці шкали; при цьому Кв на інших уставках не менше 0,8. Для реле з мінімальною уставкою понад 20 А Кв становить не менше 0,7 на будь-якій уставці.

Струм спрацьовування та Кв на кожній уставці при зміні частоти від 45 до 60 Гц змінюються не більше ніж на 5% відповідних величин, виміряних при 50 Гц.

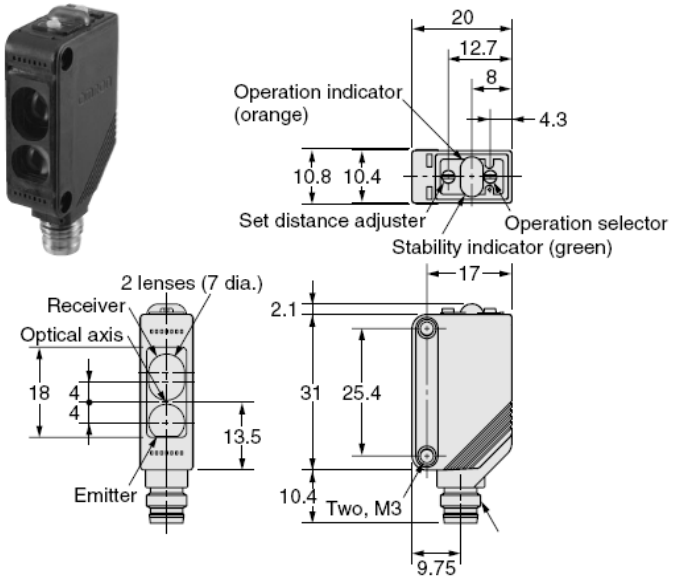
Час спрацьовування не більше 0,1 сек при струмі 1,2Іуст і 0,03 сек при струмі 3Іуст.

Час розмикання замикаючого контакту при зменшенні струму в реле з (1,2?20)Іср до 0,7 Іср для реле з нормальним Кв становить не більше 0,035 сек. Для реле з Кв = 0,7 струм зменшується до 0,6 Іср.

Для перетворення безперервно змінної величини в дискретні електричні імпульси широко застосовуються індуктивні та оптичні датчики. Принцип

роботи: випромінюване датчиком світло розсіюється, відбивається або поглинається об'єктом, і ці зміни сприймаються фотоприймачем.

Фотоелектричний датчик E3Z-LR86 фірми «Omron» (рис. 3.10).



Рисуно 3.10 – Загальний вигляд датчика та установчі розміри датчика E3Z-LR86

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики E3Z-LR86

Метод вимірювання	Відбиття від рефлектора
Час реакції	Стандартний режим
Код замовлення	Вихід PNP
	E3Z-LL81/- LL86
Відстань спрацьовування	Білий папір (100x100 мм) 20…300 мм
	Чорний папір (100x100 мм) 20…160 мм
Довжина хвилі	Червоний ЛД (655 НМ клас 1 за JIS, клас 1 за IEC, клас II за FDA)
Джерело живлення	12..24В = +-10%; Пульсації (розмах): макс. 10%
Температура навколишнього повітря	Експлуатація: від -10 до 55 С; Зберігання: від -25 до 70 С (без обмерзання або конденсації)
Вібростійкість	Руйнування: 10…55 Гц, з подвійною амплітудою 1,5 мм по 2 години в кожному з напрямків

Ударостійкість	Руйнування: 500 м/с2 по 3 рази в кожному з напрямків
Ступінь захисту	IP67, IP69K
Спосіб підключення	Вбудований кабель (2м), стандартний роз'єм M8
Матеріал	Корпус
	Полібутилентерефталат (PBT)
	Лінза
	Поліметилметакрилат

Інкрементальний енкодер E6C2-CWZ6C (рис. 3.11).

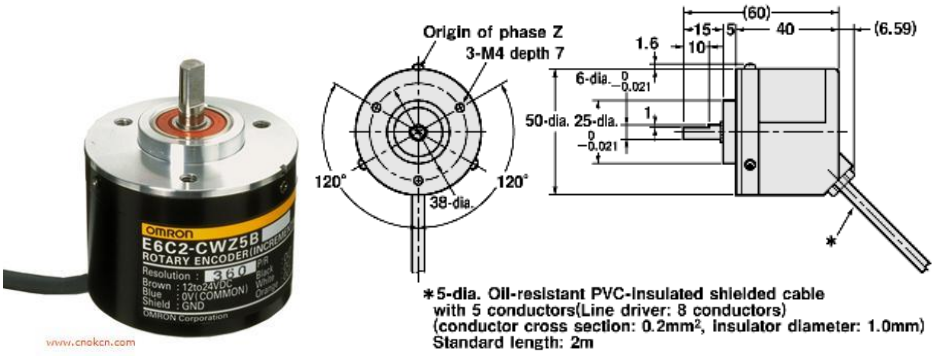


Рисунок 3.11 – Загальний вигляд датчика та монтажні розміри датчика E6C2-CWZ6C

Технічні характеристики:

– напруга живлення: 5 В постійного струму -5% до 24 В постійного струму +15%;

– пульсація: до 5%;

– споживаний струм: до 80 мА;

– вихідна конфігурація: NPN з відкритим колектором;

– частота відгуку: до 100 кГц;

– допустима швидкість: до 6000 об/хв;

– температура навколишнього середовища при експлуатації: від -10 до 70 °C;

– температура навколишнього середовища при зберіганні: від -25 до 85 °С;

– ступінь захисту: IEC 60529 IP64;

– вага: 400 г.

Ультразвуковой датчик XX518A3PAM12 (рис. 3.12).

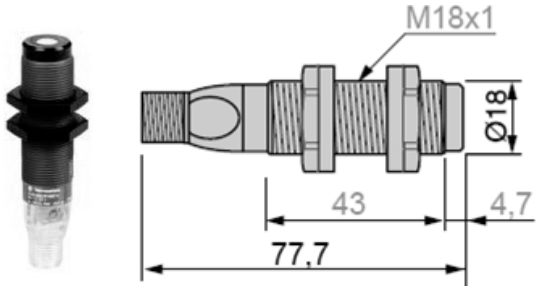


Рисунок 3.12 – Загальний вигляд датчика та монтажні розміри датчика XX518A3PAM12

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики XX518A3PAM12

Параметр	Значення
Тип виходу	PNP
Зняття показань	0,051 → 0,508 м
Захист від зворотної полярності	Так
Розмір різьби	M18 x 1
Частота перемикання	≤40 Гц
Частота вимірювального перетворювача	300 кГц
Тип контакту	4-контактний роз'єм M12
Струм перемикання	100 мА
Максимальна постійна напруга	24 В
Напруга (джерела) живлення	12 → 24 В постійного струму
Матеріал корпусу	Пластик
Оцінка показника продуктивності	IP67
Довжина	79 мм
Максимальна робоча температура	+65 °C
Мінімальна температура експлуатації	-20 °C
Діаметр	18 мм

Комутаційні електричні апарати призначені для пуску, зупинки та захисту трифазних асинхронних двигунів, починаючи від магнітних, електромагнітних пускачів до безконтактних.

Пускачі головним чином призначені для застосування у стаціонарних установках дистанційного пуску безпосереднім підключенням до мережі, зупинки та реверсування трифазних синхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором при напрузі до 380 та 660В змінного струму частотою 50Гц. За наявності теплових реле пускачі здійснюють захист керованих електродвигунів від перевантаження недопустимої тривалості. Пускачі з обмежувачами перенапруг придатні для роботи в системах керування із застосуванням напівпровідникової техніки.

Безконтактний реверсивний пускач (ПБР-3А) призначений для безконтактного керування електричними виконавчими механізмами за ГОСТ 7192, у приводі яких використані трифазні електродвигуни. За функціональними можливостями пускач має два виконання: ПБР-3А2.1 та ПБР-3А2.2. Пускач ПБР-3А2.1 забезпечує пуск та реверс (синхронного та асинхронного електродвигуна), захист трифазного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором від перевантаження. Пускач ПБР-3А2.2 забезпечує пуск та реверс трифазного синхронного двигуна. Вхідний опір пускача (750±100) Ом.

Електричне живлення пускача - змінний трифазний струм з напругою 220/380, 260/400 або 240/415В при відхиленні від -15 до +10% та частотою 50 Гц або 60 Гц при відхиленні від -1 до +1Гц та максимальний комутований струм – 3А. Несиметрія трифазної системи – не більше 5% та інші характеристики:

– норма середнього напрацювання на відмову з урахуванням технічного обслуговування, регламентованого цим описом 100 000 годин;

– повний середній термін служби пускача 10 років;

– маса пускача не більше 2 кг.

Параметри теплового реле від 21 до 25 і нам не підходять, тому що уставка по тепловому реле нам потрібна більша. Виходячи з умов роботи двигуна змінного струму, для розмотування та намотування нам необхідний ПБР 3А2.1 (рис. 3.13).

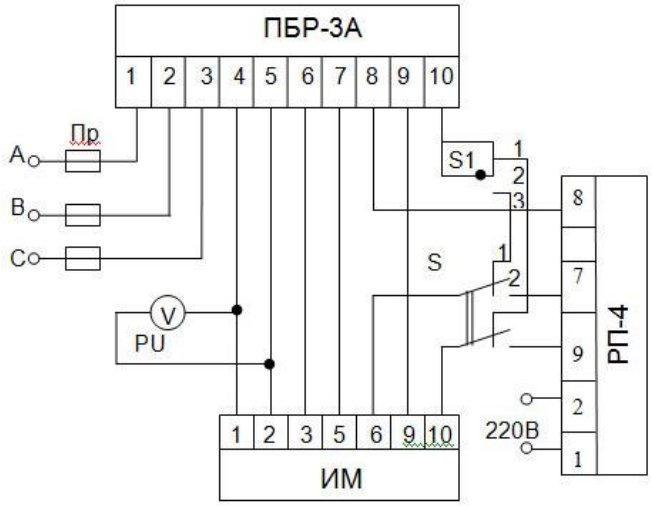


Рисунок 3.13 – Схема підключення ПБР 3А2.1:

Пр – запобіжник ПК145; ВМ – виконавчий механізм з трифазним електродвигуном типу ДСТР, АІР або 4А; S1 – перемикач типу ТН-1-2; S2 – перемикач типу НТН-1; PU – вольтметр Е365-1; межа 0-600 В

Потужний програмований контролер застосовується для побудови систем керування середнього та високого ступеня складності. Модульна конструкція, робота з природним охолодженням, гнучкі можливості розширення, потужні комунікаційні можливості, простота створення розподілених систем керування та зручність обслуговування.

TMS320F2812 – потужний ПЛК для системних рішень у дискретних та безперервних технологічних процесах:

Надзвичайно висока швидкість обробки та потужні комунікаційні можливості:

– час виконання команд додавання або множення з фіксованою точкою всього лише 0,03 мкс;

– швидкий відгук, детермінізм;

– вертикальна інтеграція;

– зміна конфігурації розподіленого вводу/виводу під час роботи дозволяє уникнути зупинки процесу;

– ізохронний режим для PROFIBUS для керування високошвидкісними машинами;

– до 131 072 цифрових та 8 192 аналогових каналів, до 30 МБ пам'яті програм.

TMS320F2812 з контролером CPU-416 є ідеальним засобом для вирішення практично будь-яких завдань автоматизації.

Код замовлення 6ES7 416-2XK02-0AB0 та його технічний опис - TMS320F2812, CPU 416-2, центральний процесор: робоча пам'ять об'ємом 1,6 Мбайт (0,8 Мбайт для програм, 0,8 Мбайт для даних); інтерфейси: MPI/PROFIBUS-DP + PROFIBUS-DP, до 12 Мбіт/с. Карта пам'яті замовляється окремо. Маса 0,94 кг.

Таблиця 3.6 – Укрупнена відомість парку приладів та засобів автоматизації.

№	Найменування	Марка, тип	Кіл. шт.
1	Датчик наявності матеріалу	E3Z-LR86	2
3	Датчики кутового положення	E6C2-CWZ6C	1
4	Блок ручного управління	ПБР 3А2.1	2
5	Ультразвуковий датчик	XX518A3PAM12	2
6	Контролер	TMS320F2812	1
7	ПЕВМ	AMD Athlon || Dual-Core	1

Автоматичний вимикач ВА47-29М (рис. 3.14).



Рисунок 3.14 – Общий вид ВА47-29М

Автоматичний вимикач призначений для захисту від надмірного перегріву електричних проводів, кабелів, двигунів тощо у випадку підвищення сили струму при перевантаженні, при короткому замиканні або при замиканні на землю. Ці вимикачі забезпечують обмеження сили струму миттєвими електромагнітними та інерційними тепловими розчеплювачами з фіксованими налаштуваннями.

Нормативні документи: ДСТУ 3020-95, ТУ 2000 АГІЄ.641.235.003.

Номінальна напруга (Un): 230/440 В (AC) 48 В на полюс (DC).

Номінальна частота: 50 Гц.

Номінальна стійкість до струму КЗ (короткого замикання): 4,5 кА.

Номінальний струм відсічки: 5...10 In.

Реле ВЛ-56 (рис. 3.15).

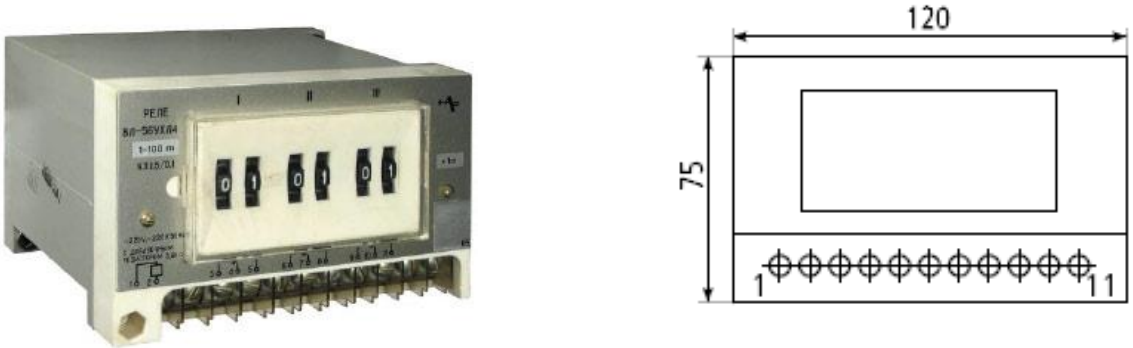
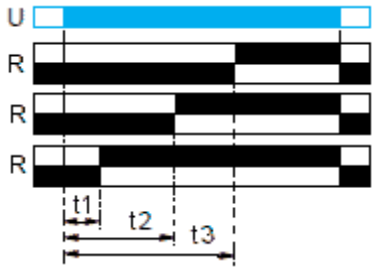


Рисунок 3.15 – Загальний вигляд та габаритні розміри ВЛ-56

ВЛ-56 триланцюгове реле часу з витримкою у кожному ланцюзі.

Реле часу ВЛ-56 призначені для комутації електричних кіл (до трьох незалежних кіл) з попередньо встановленими витримками часу та застосовуються у схемах автоматики як комплектуючий виріб.

Таблиця 3.7 – Технічні характеристики ВЛ-56

Параметри	Значення
Напруга живлення, В (за виконанням)	постійний струм: 24, 110, 220
	змінний струм 50 Гц: ~110, 220, 230
Регульовані діапазони витримки (за виконанням)	0.1...10 с,
	1...100 с,
	0.1...10 хв,
	1...100 хв,
	0.1...10 год,
	1...100 год
Діаграма роботи триланцюгового реле часу	
Час повторної готовності, с, не більше	0,3
Час повернення реле, с, не більше	0,2
Діапазон комутованих струмів, А	0.01...4
Механічна зносостійкість, не менше	16 х 1000000
Споживана потужність, не більше, В·А	9
Кількість вихідних контактів (перемикаючих)	3
Наведена похибка, %, не більше	1,5
Діапазон робочих температур	від -40 до +55°С
Габаритні розміри	120 (Ш) х 75 (В) х 110 (Г) мм
Маса, кг, не більше	0,65

Амперметр Е365 0-16А.

Амперметри та вольтметри типів Е365 призначені для вимірювання струму та напруги в мережах змінного струму частотою 50 та 60 Гц.

Допустима основна похибка ±1.0% (±1,5% — для приладів класу точності 1,5).

Час встановлення показань не перевищує 4 с. Час встановлення робочого режиму не більше 15 хв.

Прилад має односторонню ступеневу шкалу довжиною 90 мм.

Габаритні розміри приладів 120х120х68 мм, маса 0,6 кг (крім амперметрів безпосереднього включення з кінцевими значеннями діапазону вимірювань 50, 75, 100, 150, 200, 300 А, розміри яких 120х120х119 мм, маса 1,0 кг).

Напрацювання на відмову 25000 год. Середній термін служби не менше 12 років.

Прилади відповідають ТУ 25-04.3720.

Висновки. Розроблені структурні схеми системи автоматизації лінії ламінування, а також обрізання дошки. Обрані і обґрунтуванні технічні засоби САУ.

4 РОЗРОБКА ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

4.1 Функціональна схема автоматизації управління

Функціональна схема систем автоматизації технологічних процесів є основним технічним документом, що визначають структуру і характер систем автоматизації технологічних процесів, а також оснащення їх приладами й засобами автоматизації. На функціональній схемі надано спрощене зображення агрегатів, що підлягають автоматизації, а також приладів, засобів автоматизації і керування, зображуваних умовними позначками за діючими стандартами, а також лінії зв'язку між ними.

Принципи управління по кожному технологічному параметру визначаються по статичним і динамічним характеристикам об’єкта управління.

Функціональна схема автоматизації – це ключовий документ, який визначає функціональну та блокову структуру окремих вузлів автоматичного контролю, керування і регулювання технологічного процесу, а також обладнання об’єкта управління приладами і засобами автоматизації. У цьому документі використовуються умовні позначення для показу основного технологічного обладнання, комунікацій потоків рідин, газів і пари, а також приладів і засобів автоматизації. Зображення технологічного обладнання на функціональній схемі автоматизації повинно відповідати його реальній конфігурації, воно зображується спрощено, без масштабу і додаткових конструкцій.

У функціональних схемах автоматизації інформація про контрольовані параметри і тип обробки представлена умовними позначеннями з послідовністю літерних позначень, розміщених в них (або поруч).

Групи приладів, які виконують єдину задачу, об'єднуються в контури контролю/регулювання, які на схемі з'єднані безперервними лініями. Всі первинні і вторинні прилади позначаються округлою формою. Ця форма може

бути розділена горизонтальним діаметром, що вказує на установку приладу на щиті (місцевому або центральному). Передачу даних з приладу (датчика) вказує буквене позначення.

Вище і нижче діаметра наноситься буквено-цифрова інформація. Для полегшення читання схеми розриви в безперервних лініях для контурів маркується адресним числовим методом.

Основні літерні позначення вимірюваних величин та функціональних ознак приладів наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Основні літерні позначення вимірюваних величин та функціональних ознак приладів

№	Позначення	Найменування
1	LIC	Вимірювання рівня, що показує прилад, автоматичного регулювання
2	KICH	Виконання тимчасової програми, автоматичне/ручне регулювання
3	WE	Прилад, що вимірює масу, електрична величина
4	TIC	Вимірювання температури, що показує прилад, автоматичного регулювання
5	TIRC	Вимірювання температури, що показує реєструючий прилад, автоматичне регулювання
6	MIRCA	Вимірювання вологості, що показує реєструючий прилад із сигналізацією
7	FIKC	Вимірювання витрати, що показує прилад, з тимчасовою програмою, автоматичного регулювання
8	GE	Вимірювання переміщення, електрична величина
9	PIC	Вимірювання тиску, що показує прилад, автоматичне регулювання
10	SB	Кнопки місцевого управління
11	NS	Станція управління електроприводом

Автоматизоване управління лінією ламінування здійснюється на основі управління механізмами та окремими об'єктами лінії приладами за місцем у вигляді кінцевих, командних датчиків та вторинних приладів, а саме.

Вимірювання та автоматичне регулювання рівня тирси в циклоні 1 за допомогою приладу за місцем поз.1, а потім в бункер 2, рівнеміром поз. 2.

Вимірювання вологості в сушарці барабанного типу 3, за допомогою реєструючого приладу з вбудованою системою сигналізування відхилення показників від заданих технологічним процесом поз. 3. У сушарці також необхідно контролювати температурні показники за допомогою показуючого приладу, встановленого за місцем з реєстрацією показників поз. 4.

Регулювання вологості та температури в сушарці регулюється керуванням подачі суміші палива та повітря трубопроводом, тиск у ньому регулюється датчиком, а подача палива та повітря за допомогою запірних клапанів, які управляються автоматично та вручну.

Регулювання витрати повітря в сушильній камері по відношенню до палива вторинним приладом та регулювання (поз. 5), а також виконавчого механізму поз. 5в, 6в.

З сушарки сухі відходи проходять в металошукач 4, його система автоматизації та конструкція і розглядається в даному проєкті.

Регулювання маси здійснюється вторинним приладом і регулювання (поз. 8), а також виконавчого механізму поз. 8в.

Управління часом пресування (поз. 11. 2 та поз. 13.2) взаємопов'язаних певною логікою операцій, а також виконавчих механізмом, що керують приводом механізмів (ІМ) (поз.11в і 13в).

Автоматичний контроль та регулювання температури в пресі та сушильному тунелі здійснюється з установкою датчика температури (поз. 10, 12, 14) та вторинного приладу (поз. К8, К10, К12) та виконавчих механізмом, що керують приводом механізмів (ІМ) (поз. 10в, 12в, 14

Регулювання тиску в пресах та управління ним здійснюється приладами, де датчик встановлений на гідроприводі (поз. 11.1, 13.1), вторинним приладом та регулювання (поз.К9 та К11), а також виконавчого механізму поз. 11а, 13а.

Система управління рухом лінії ламінування. Сигнали для управління наведені в табл. 4.2.

Потрібні сиграли управління наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.2 – Сигнали для управління

№	Джерело	Характер	Короткий опис	Примітка
1	FTC1	NA	Наявність дошки на траспортері 1 «Зайнято»	фотодатчик
2	FTC2	NA	Наявність дошки на рольганзі 2 «Вільно»	фотодатчик
3	GTC3	NA	Під'ємний упор 3 «Опущено»/«Піднято»	датчик кута повороту
4	GTA4	NA	Доска застрягла або криво лежить «Останов»	ультразвуковий датчик
5	EMP1	NC	«Аварія»	кнопка
6	SB1	NA	Запуск «СТАРТ»	кнопка
7	SB3	NA	Скидання «Аварія»	кнопка

Всього – 7 входів.

Таблиця потрібних сигралів управління наведено в табл. 2.2.

Таблиця 4.3 – Потрібні сиграли управління

№	Об'єкт	Метод	Короткий опис
1	M1	Привод	Двигун обертання роликів транспортеру
2	M2	Клапан	Опускання/підняття упору
3	M3	Привод	Двигун обертання роликів рольгангу
4	M4	Привод	Рух обертання фіксованої пилки
5	M5	Привод	Рух обертання рухомої пилки
6	HL1	Лампа	«Рольганг вільний»
7	HL2	Лампа	«Мережа»
9	HL3	Лампа	«Аварія»

4.2 Принципова електрична схема

Принципова електрична схема – це документ, що визначає повний склад електричної системи та зв'язки між її елементами, надаючи детальне уявлення про принципи роботи системи. У списку встановленого обладнання, який вказаний у специфікації, принципова схема відображається як основа для подальшої розробки інших схем проекту, таких як монтажні схеми щитів і пультів, а також схеми зовнішніх з'єднань.

Принципова електрична схема розроблена відповідно до системи автоматичного регулювання температури води. Простота і економічність цієї схеми досягається за рахунок застосування стандартної апаратури і типових вузлів. Вона забезпечує оптимальні умови для роботи персоналу під час керування та обслуговування водогрійного котла. Це передбачає спрощення операцій, виконуваних персоналом, можливість швидкого вибору режиму роботи і перехід з автоматичного на ручний режим.

У схемі використовується стандартний термометр опору для вимірювання температури гарячої води. Сигнал від термометра (4 – 20 мА) подається на блок живлення, а потім на вхід контролера. Контролер видає управляючий сигнал в залежності від відхилення контрольованого параметра. Сигнал з контролера подається на ключ вибору режиму управління (ручний або автоматичний), через який здійснюється вибір режиму регулювання – автоматичного або ручного. У ручному режимі управління кнопками здійснюється контроль процесу.

4.3 Принципова електрична схема живлення

На схемі живлення представлена структура підведення електричного струму до системи. Тут детально показані параметри та розташування запобіжників, автоматичних вимикачів та інших елементів, які забезпечують безпеку та правильне функціонування електричної системи. Важливою

частиною цієї схеми є точне визначення параметрів електричної мережі, таких як напруга та потужність, а також правильне розташування запобіжних пристроїв для захисту від перенапруги чи перевантаження.

Запобіжники та автоматичні вимикачі розташовані таким чином, щоб забезпечити надійний захист від потенційних аварій або перегріву. Це важливо для запобігання пошкоджень обладнання та забезпечення безпеки для персоналу, який працює з електричною системою. Крім того, на схемі можуть бути показані розподільні коробки, вимикачі, реле, а також будь-які інші електричні компоненти, необхідні для правильного функціонування системи.

Ця частина схеми є важливою для забезпечення безпеки та ефективності роботи електричної системи в цілому, тому вона детально розробляється з урахуванням всіх потрібних технічних вимог і стандартів.

4.4 Принципова електрична схема

Схема керування електроприводом торцювальної пили, що складається з електродвигуна пили та двигуна подачі дошки на вихідну позицію, забезпечує взаємне блокування двигунів.

Схема забезпечує виконання наступних операцій:

- вимкнення пили оператором;
- вимкнення подачі пили оператором та автоматично;
- вимкнення подачі дошки автоматичне;
- зупинка оператором усіх електродвигунів.

Елементи схеми. Для керування електродвигунами необхідні три магнітні пускачі КМ1 – КМ3. Для автоматичного включення подачі пили при наявності дошки необхідний кінцевий вимикач SQ4, для відключення подачі пили – кінцевий вимикач SQ5.

Логічна функція має вигляд:

$$F = \overline{SB1} \cdot (SB2 + KM1) \cdot (KM2 + (SB3 + KM2 \cdot SQ5 + SQ4) \cdot KM3) \qquad (4.1)$$

На рисунку 4.1 наведена принципова електрична схема торцевої пилки.

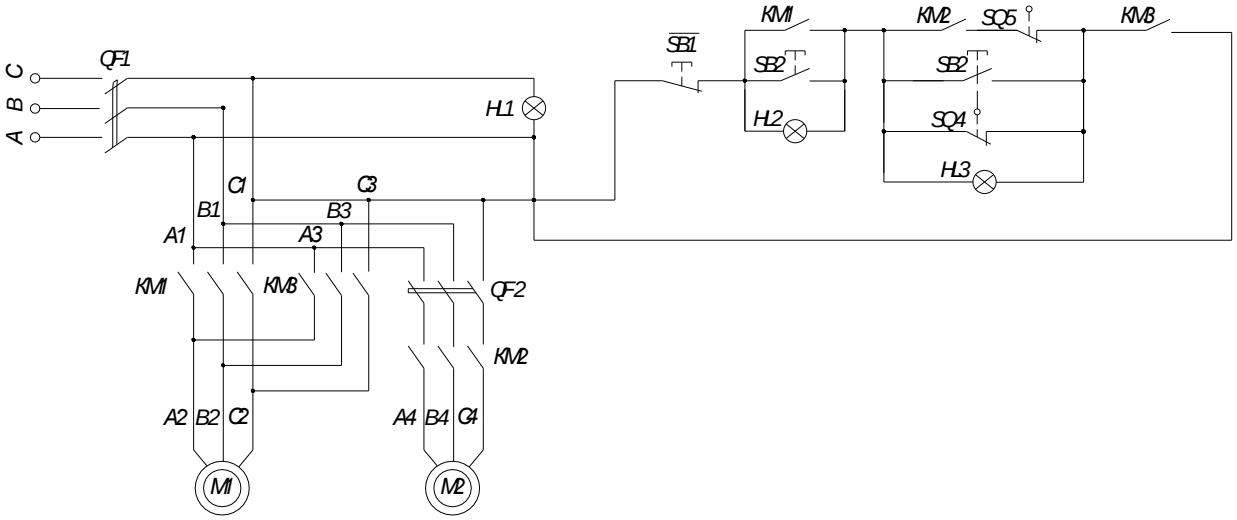


Рисунок 4.1 – Принципова електрична схема торцевої пилки

Позначення на схемі наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Позначення на принциповій електричній схемі торцевої пилки

Позначення	Найменування	Призначення
QF1	Вимикач автоматичний	Ввідний автомати електродвигуна пилки
QF2	Вимикач автоматичний	Ввідний автомати електродвигуна подачі дошки
КМ1	Магнітний пускач	Управління двигуном пилки
КМ2	Магнітний пускач	Управління двигуном подачі дошки
КМ3	Магнітний пускач	Управління комутацією електродвигунів
SB1	Кнопка «Стоп»	Зупинка оператором усіх дигунів
SB2	Кнопка «Пуск»	Подача пилки оператором
SQ4	Кінцевий вимикач	Вимкнення подачі пилки
SQ5	Кінцевий вимикач	Вимкнення подачі дошки
HL1	Арматура світлосигнальна, зелена	Сигналізація наявності мережі
HL2	Арматура світлосигнальна, червона	Сигналізація вимкнення пилки оператором

HL3	Арматура світлосигнальна, червона	Сигналізація зупинки оператором усіх електродвигунів
M1	Електродвигун	Обертання пилки
M2	Електродвигун	Подача дошок

4.5 Розробка схеми зовнішніх з'єднань, вибір щитів

Схема зовнішніх з’єднань – це схема на якій зображені електричні та трубні зв’язки, які прокладаються поза щитом КВПіА. Дана схема розробляється на основі рішень, прийнятих у ФСА, ПЕС, ПСЖ та МКС та після визначення місць встановлення щитів та пультів управління, первинних приладів, регулюючих органів та місцевих приладів. У верхній частині схеми розміщуються згруповані за параметрами або системами регулювання монтажні символи приймачів, регулюючих органів та виконавчих механізмів. Над ними розміщуються пояснювальні записи, в яких вказуються найменування, контрольований параметр, місце встановлення, номер позиції згідно функціональної схеми автоматизації. Електричні та трубні проводки зображені вертикальними лініями з мінімальним числом вигинів. Їм присвоюється маркування у вигляді наскрізних арабських порядкових цифр

Для зручності роботи зі схемами складемо кабельно-трубний журнал приведений в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Кабельно – трубний журнал

Позн. каб.	Траса		Провід та захист		
	Початок	Кінець	Марка	Переріз та кіл. жил	Труба
1К-1	Двигун М1	Коробка КК1	КВВГ	4х1,5	ЛМ20х1,2
2К-2	Двигун М2	Коробка КК1	КВВГ	4х1,5	ЛМ20х1,2
3-К3	Клапан М3	Коробка КК1	КВВГ	4х1,0	ЛМ20х1,2
4-К4	Двигун М4	Коробка КК2	КВВГ	4х2,5	ЛМ20х1,2

5-К5	Двигун М5	Коробка КК2	КВВГ	4х2,5	ЛМ20х1,2
К1	ЩУ	Ланцюг синалізації	АКВВГ	4х2,5	ЛМ20х1,2
Н1	Ввод N1	ЩУ	ВВГ	4х6	-
Н2	Вимикач 220 В	Мережа сигналізаці	ВВГ	3х6	-
Н3	Вимикач 220 В	Мережа освітлення	ВВГ	3х6	-

4.6. Розробка замовної специфікації на весь комплекс технічних засобів системи автоматизації

Замовна специфікація на весь комплекс технічних засобів АСУ оформлена у вигляді таблиці та наведена у Додатку А.

5 РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Умови експлуатації САУ.

Для забезпечення надійності необхідним є знання умов експлуатації апаратури та САУ.

Умови експлуатації САУ характеризуються комплексом впливаючих факторів, які мають різну фізико-хімічну природу, змінюються в досить широких межах і по-різному впливають на працездатність САУ та їх надійність. Ці фактори поділяють на електричні, кліматичні, механічні.

Стандартні умови для роботи обладнання.

Апаратура АСУ ТП може експлуатуватися в умовах впливу пилу і має ступінь захисту від пилу та вологи після монтажу на об'єкті не нижче IP54 згідно з IEC (МЕК) 529 при температурі навколишнього середовища від плюс 5 до плюс 45 ºС та відносній вологості повітря 80 %.

АСУ ТП живиться від промислової мережі змінного струму напругою (220 ± 22) В частотою (50 ± 1) Гц.

АСУ ТП повинна зберігати електричні параметри у встановлених межах при впливі:

– вібраційних навантажень у діапазоні частот від 5 до 500 Гц при максимальному прискоренні до 30 g;

– багаторазових ударів з максимальним прискорен-ням до 80 g при тривалості удару від 2 до 4 мс;

– лінійних навантажень з прискоренням до 120 g;

– одиночних ударів з прискоренням до 980 g.

Дестабілізуючі фактори та ступінь їх впливу на працездатність і надійність САУ.

Найбільш загальною причиною порушення надійності та працездатності є зміна параметрів виробу під дією фізико-хімічних процесів, швидкість протікання яких пов'язана з кліматичними факторами (вплив температури,

теплові удари, вологість, розрідження повітря, пил, сонячна радіація, гідростатичний тиск), з механічними впливами (вібрації, удари, лінійні та відцентрові прискорення, шум та акустичні удари), з перегрівом всередині виробу, а також з обраними конструктором матеріалами, покриттями та прийнятими конструкторськими рішеннями.

Розрахунок параметрів наближеним методом.

При цьому методі враховуються середньогрупові інтенсивності відмов елементів системи та досвід експлуатації аналогічних виробів.

Розрахунок проводимо в наступному порядку:

– усі елементи системи розбиваємо на групи з приблизно однаковими інтенсивностями відмов (λ_{0i}) і підраховуємо кількість елементів (n_i) у кожній і-тій групі;

– обчислюємо добутки $\lambda_{0i \cdot ni}$, що характеризують частку відмов, внесених елементами даної групи в загальну інтенсивність відмов системи;

– розраховуємо сумарну інтенсивність відмов системи:

$$\lambda'_{эл} = K\sum_{i=1}^{m} \lambda_{0i} \cdot n_i \left[\frac{1}{ч}\right], \qquad (5.1)$$

де m - загальна кількість груп;

k – поправочний коефіцієнт, який враховує призначення САУ, приймаємо

K=1· λ0i - середня інтенсивність відмов відповідної групи;

n_i – кількість елементів у групі.

Розраховуємо сумарну інтенсивність відмов конструктивів та монтажних з'єднань:

$$\lambda_{км} = K\sum_{i=1}^{m} \lambda_{0i} \cdot n_i \left[\frac{1}{ч}\right], \qquad (5.2)$$

де m – кількість груп конструктивів та монтажних з'єднань з однаковою інтенсивністю відмов;

k – поправочний коефіцієнт, який враховує призначення САУ, приймаємо K=1;

λ_{0i} – середня інтенсивність відмов конструктивів та монтажних з'єднань в одній групі;

n_i – кількість конструктивів та монтажних з'єднань у групі;

Розраховуємо загальну сумарну інтенсивність відмов усієї системи автоматичного регулювання:

$$\lambda'_{общ} = \lambda'_{эл} + \lambda_{км}\left[\frac{1}{ч}\right]; \tag{5.3}$$

Визначимо нароботку на відмову:

$$T'_0 = \frac{1}{\lambda'_{общ}}[ч] \tag{5.4}$$

Розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи системи:

$$P'(t) = e^{-\lambda'_{общ}} = e^{-\frac{t}{T_0}} \tag{5.5}$$

$$(0 \le t \le To)$$

Дані результатів розрахунків параметрів надійності наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Дані результатів розрахунків параметрів надійності

№ групи	Найменування і тип елемента	Кіл. елем. в групі, n_i, шт.	Середне зн. ін. відмов в групі, $\lambda_{oi} \cdot 10^{-6}$, 1/ч	$\lambda_{oi} \cdot n_i$, 1/ч
1	Двигун транспортеру	1	3,1	3,1
2	Двигун рольгангу	1	3,1	3,1
3	Клапан підіймального упора	1	2,8	2,8
4	Двигун рухомої пили	1	3,5	3,5
5	Двигун фіксованої пили	1	2,8	2,8
6	Контролер TMS320F2812	1	0,2	0,2
6	Вимикач ВА47-29М	1	5,3	5,3
8	Датчик присутності матеріалу E3Z-LR86	2	2,3	4,6
9	Датчики кутового положення E6C2-CWZ6C	1	3,8	3,8
10	Ультразвуковий датчик XX518A3PAM12	1	1,5	1,5
9	Пускач реверсний ПБР 3А2.1	5	4,1	20,5
11	ПЕВМ	1	3,5	3,5
12	Реле ВЛ-56	6	0,28	1,68
13	Амперметр Э365 0-16А	4	0,25	1,0
14	Лампи	3	1,3	3,9
Всього				***61,28***
Узагальнений коефіцієнт, К				***154,5***
Сумарна інтенсивність відмов, λ’эл , 1/ч				***61,3***

Дані та результати розрахунків, що враховують особливості конструкції та монтажу наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Дані та результати розрахунків, що враховують особливості конструкції та монтажу

№ групи	Найменування конструктивів та монтажу	Кількість об'єктів в групі, n_i, шт	Середнє значення інтенсивності відмов в групі, $\lambda_{oi} \cdot 10\text{-}6$, 1/ч	$\lambda_{oi} \cdot ni$, 1/ч
1	Пайка	20	0,0002	0,004
2	Об'ємний монтаж	55	0,02	1,1
3	Елементи кріплення монтажні	15	0,02	0,3
4	Плата печатна	1	0,1	0,1
5	Корпус	3	0,05	0,15
6	Провод з'єднувальний (на погоний метр)	540	0,01	5,4
Всього				8,054
Узагальнений коефіцієнт, К				2,5
Сумарна інтенсивність відмов, λ'км , (1/ч)				20,135
Загальна інтенсивність відмов λ'общ , (1/ч)				161,135
Напрацювання на відмову, Т'0 (ч)				6205,976

Таблица 5.3 – Розрахунок показників надійності P′(t) и P′′(t).

t час	0	820.56	1641.11	2461.67	3282.22	4102.78	4923.34	5743.89	6564.45	7385.00	8205.56
P'(t)	1	0.876148	0.767635	0.672562	0.589264	0.516282	0.45234	0.396317	0.347232	0.304227	0.266547

t час	9846,56	11487,78
P'(t)	0,028157	0,02467

Розрахунок гарантійного терміну роботи САУ.

Визначаємо гарантійний термін роботи САУ за формулою:

$$T_Г = \frac{T_0''}{(5 \div 10) Кдд \cdot М} [год], \quad (5.6)$$

де (5÷10) – середня кількість годин роботи САР на добу;

Кдн – кількість днів роботи на місяць;

М – кількість місяців роботи на рік.

$$T_Г = \frac{9448,56}{8 \cdot 24 \cdot 12} = 4,1 [год].$$

Висновки. При впровадженні системи автоматичного управління, завдяки регулюванню вмикання електродвигунів окремих частин системи та їх вимкненню під час відсутності матеріалу на лінії, знижується знос вузлів і механізмів обладнання. Завдяки плавним пускам і зупинкам зменшуються механічні навантаження на технологічне обладнання. Усе вищезазначене призводить до збільшення строку служби та міжремонтного ресурсу. Те ж саме стосується навантажень на живильну мережу завдяки усуненню пускових струмів. Передбачається збільшення строку служби обладнання на 10% і зниження витрат на обслуговування на 18%.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

6.1 Основні положення охорони праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально –профілактичних засобів і заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі роботи. Охорона праці включає організаційно-правові питання, техніку безпеки, виробничу санітарію і пожежну профілактику (ДСТУ 2293:2014).

Закон України «Про охорону праці» зобов'язав власника за свої засоби організувати проведення при прийомі на роботу медичних оглядів і протягом трудової діяльності лікарський контроль за поляганням здоров'я робочих, зайнятих на важких роботах, роботах з шкідливими і небезпечними умовами праці або таких, де є необхідність в професійному відборі, а також обов'язковий щорічний медичний огляд осіб у віці до 21 року незалежно від того, в яких умовах вони працюють.

У системі законодавства щодо гігієни праці ключове місце займає Закон України «Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення». Положення, які мають пряме відношення до захисту здоров'я робітників і службовців якнайповніші освітлені в статті 7 «Обов'язку підприємств, установ і організацій». Ця стаття передбачає розробку і здійснення адміністрацією підприємств санітарних і протиепідемічних заходів; здійснення в необхідних випадках лабораторного контролю за дотриманням вимог санітарних норм щодо рівнів шкідливих чинників виробничого середовища; інформування органів і установ державної санепідеміологічної служби при надзвичайній події і ситуації, які представляють небезпеку для здоров'я населення; відшкодування в установленому порядку працівникам і громадянам збитків, які нанесені їх здоров'ю в результаті порушення санітарного законодавства.

Заходи з охорони праці спрямовані на профілактику травматизму, професійних захворювань та пожеж на виробництві. Для створення безпечних умов на виробництві необхідно дотримання вимог техніки безпеки, промислової санітарії та протипожежної профілактики, які слід широко пропагувати, а також навчати виробничий персонал. У центрі уваги охорони праці є завдання щодо збереження в процесі виробництва життя та здоров'я працюючих.

6.2 Загальні заходи з охорони праці

Ось загальні заходи з охорони праці для лінії ламінування паркетної плитки та її обрізки рухомими пилками:

Загальні заходи з охорони праці на лінії ламінування паркетної плитки та її обрізки рухомими пилками

На підприємстві, де функціонує лінія ламінування паркетної плитки та її обрізки рухомими пилками, необхідно запровадити комплекс заходів з охорони праці для забезпечення безпечних умов праці та запобігання травматизму. Ці заходи включають:

1. Навчання та інструктаж персоналу:

– вступний інструктаж: для всіх нових працівників, які приймаються на роботу, незалежно від їхньої освіти, стажу роботи та посади;

– первинний інструктаж на робочому місці: перед початком самостійної роботи на лінії ламінування та обрізки, з ознайомленням з конкретним обладнанням, технологічним процесом, небезпечними факторами та безпечними методами праці;

– повторний інструктаж: проводиться періодично (не рідше одного разу на 3-6 місяців, залежно від виду робіт та вимог нормативних актів) для оновлення знань з охорони праці.

– позаплановий інструктаж: проводиться у разі змін у технологічному

процесі, заміні обладнання, порушенні працівниками вимог охорони праці, перерві в роботі понад 30 календарних днів (для робіт підвищеної небезпеки).

– цільовий інструктаж: проводиться при виконанні разових робіт, не пов'язаних з основними обов'язками, ліквідації аварій, стихійного лиха тощо;

– навчання з питань охорони праці: проведення теоретичних та практичних занять з безпечної експлуатації обладнання, порядку дій у позаштатних ситуаціях, надання першої допомоги;

– перевірка знань: регулярна перевірка знань з охорони праці (комісіями підприємства) з оформленням протоколів.

Забезпечення та використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ):

– спецодяг та спецвзуття: забезпечення працівників відповідним спецодягом та спецвзуттям, що захищає від механічних пошкоджень, пилу, шуму;

– засоби захисту органів дихання: респіратори або протигази (залежно від рівня запиленості та наявності шкідливих газів/випарів від клеїв, лаків, тощо);

– засоби захисту органів зору: захисні окуляри або щитки для захисту від стружки, пилу, відблисків;

– засоби захисту органів слуху: протишумові навушники або вкладиші при роботі з підвищеним рівнем шуму (пили, двигуни).

– захисні рукавиці: для захисту рук від порізів, заноз, контакту з хімічними речовинами.

– забезпечення ЗІЗ відповідно до норм: видача ЗІЗ за встановленими нормами та контроль за їх правильним застосуванням, зберіганням та своєчасним ремонтом/заміною.

Технічні та організаційні заходи:

– огородження небезпечних зон: всі рухомі частини обладнання (пилки, транспортери, вальці), а також зони підвищеної небезпеки мають бути надійно огороджені або мати блокування, що запобігає доступу до них під час

роботи;

– блокування: встановлення блокувань, що унеможливлюють запуск обладнання при відкритих захисних кожухах, знятих огородженнях або при неправильному положенні дошки/матеріалу;

– аварійні кнопки «СТОП»: розміщення легкодоступних аварійних кнопок «СТОП» по периметру лінії та у всіх небезпечних зонах для миттєвої зупинки обладнання;

– сигналізація: наявність світлової та звукової сигналізації про запуск, зупинку або аварійні ситуації на лінії;

– вентиляція: Ефективна припливно-витяжна вентиляція для видалення деревного пилу, випарів від клеїв та лаків, а також для забезпечення нормативного температурного режиму.

– прибирання робочих місць: регулярне прибирання робочих місць від стружки, пилу, відходів ламінування;

– освітлення: забезпечення достатнього та рівномірного освітлення робочих місць відповідно до санітарних норм;

– електробезпека: регулярна перевірка електроустановок, заземлення обладнання, відповідність електропроводки вимогам ПУЕ. Заборона використання пошкоджених кабелів та розеток;

– протипожежна безпека: забезпечення робочих місць первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники), розробка та вивішування інструкцій з пожежної безпеки, проведення тренувань з евакуації;

– регулярне технічне обслуговування та ремонт: своєчасне проведення планово-попереджувальних ремонтів, налагодження та регулювання обладнання для запобігання поломкам та аваріям;

– маркування: чітке маркування всіх органів керування, небезпечних зон, маршрутів евакуації;

– обмеження доступу: допуск до роботи на лінії лише навченого та інструктованого персоналу;

– заборона стороннім особам: заборона перебування сторонніх осіб у небезпечній зоні роботи обладнання.

– медичні огляди: проведення періодичних медичних оглядів працівників, задіяних на лінії, відповідно до встановлених норм;

– розслідування нещасних випадків: своєчасне та об'єктивне розслідування кожного нещасного випадку, виявлення причин та розробка заходів щодо їх усунення та запобігання повторенню.

Особливості для рухомих пилок:

– захисні кожухи: обов'язкова наявність та правильне налаштування захисних кожухів на всіх пилках, що повністю закривають ріжучу кромку, коли пилка не працює або не контактує з матеріалом;

– система аспірації: ефективна система видалення тирси та пилу безпосередньо від пилок, щоб уникнути їх накопичення та покращити видимість;

– запобігання відкиданню заготовки: застосування пристроїв, що запобігають відкиданню обрізаної дошки або її частин у бік оператора;

– гострота інструменту: забезпечення гостроти пиляльних дисків, що запобігає заклинюванню та надмірному нагріванню;

– правильне налаштування: налаштування пилок та напрямних під конкретний розмір дошки та режим роботи, щоб уникнути заклинювання та розколів;

– дотримання цих заходів дозволить значно знизити ризики травматизму та створити безпечні умови праці на лінії ламінування паркетної плитки.

6.3 Охорона праці оператора АСУ ТП

На основі аналізу роботи існуючого обладнання і посадових обов’язків оператора АСУТП у приміщенні обладнаному ПК з ВДТ сформовані Заходи

по забезпеченню безпеки праці.

Приміщення, у якому здійснюються заходи пов’язані з виконанням посадових обов’язків та проведенням досліджень та розрахунків (розробкою, модернізацією, удосконаленням, тощо), є спеціалізованим, яке обладнане ПК з ВДТ.

Для запобігання ураження електричним струмом встановлено електроустаткування, яке відповідає вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні стандартні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», «Правил улаштування електроустановок» (далі – «ПУЕ»), ДСТУ Б В.2.5-82:2016 «Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом», НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» та буде використовуватися згідно вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» (далі – «ПБЕЕ»), НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» (далі – «ПБЕЕС») та НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Згідно «ПУЕ», за ступенем небезпеки ураження електрострумом, робоче місце оператора АСУТП приміщення належить до 1-го класу, тобто є приміщенням без підвищеної небезпеки, у якому відсутні умови, що створюють підвищену та особливу небезпекку.

Згідно глави 1.7 – «Заземлення і захисні заходи від ураження електричним струмом» – «ПУЕ», обладнання має основну ізоляцію струмовідних частин, яка забезпечує захист від прямого дотику та подвійну, яка складається з основної та додаткової ізоляції, для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у разі пошкодження основної ізоляції.

Відповідно до вимог п. 6.7.4. НПАОП 40.1-1.21-98 «ПБЕЕС» усі доступні для доторкання металеві деталі електрообладнання у приміщенні з

ПК, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, з’єднані з заземлюючим пристроєм.

Оскільки робоче місце оператора АСУТП за ступенем небезпеки ураження електрострумом належить до 1-го класу, тому відповідно до вимог п. 6.7.6 НПАОП 40.1-1.21-98 «ПБЕЕС» та додатку №1 до НПАОП 40.1-1.01-97 «ПБЕЕ» користувачі ПК пройшли інструктаж з електробезпеки з оформленням в журналі інструктажу та мають І групу з електробезпеки.

Ймовірність механічного травмування може виникнути внаслідок нераціонального розташування робочих місць, захаращення робочих місць або у зв’язку з недбалістю та неуважністю обслуговуючого персоналу. Для виключення травматизму згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» зроблено більш зручне та раціональне розташування робочих місць, таким чином збільшена відстань між ними, яка відповідає нормованим значення (площа на одне робоче місце має становити не менше ніж 6,0 м^2, а об'єм не менше ніж 20,0 м^3). Поверхня підлоги є рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями.

У зв’язку із стресовими ситуаціями та нервово-емоційними навантаженнями у працівників може виникнути ймовірність захворювань загально-невротичного характеру.

З метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втоми, згідно ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» для робітників із застосування ЕОМ, передбачені регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години, а також обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження передбачені

пристрої для приготування й роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою

Для запобігання кістково-м’язових порушень робочі місця користувачів ПК оператора АСУТП відповідають ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності згідно з ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».

Висота робочої поверхні столу з ПК регулюється в межах 680-800 мм, а ширина і глибина – забезпечує можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм). Робочий стіл має простір для ніг висотою 600 мм, шириною – 500 мм, глибиною (на рівні колін) – 450 мм, на відстані витягнутої ноги – 650 мм.

Заходи з виробничої санітарії і гігієни праці для робочого місця оператора, обладнаного ПК з ВДТ розроблені відповідно до вимог Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислюваль-них машин» і НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Основними причинами недостатньої або надмірної освітленості робочих місць є несправність або хибний вибір освітлювальних приладів, неправильне розташування робочих місць по відношенню до джерел освітлення.

Незадовільна освітленість на робочому місці або на робочій зоні може бути причиною зниження продуктивності та якості праці, отримання травм. Недостатнє або надмірне освітлення викликає зоровий дискомфорт, що виражається у відчутті незручності або напруженості. Тривале перебування в

умовах зорового дискомфорту призводить до розсіювання уваги, зменшення зосередженості, зоровій і загальній втомі.

6.4 Охорона навколишнього середовища

Виробництво паркетної плитки, зокрема процес ламінування, неминуче спричиняє забруднення атмосфери. Основними джерелами забруднення при роботі лінії ламінування є продукти згоряння палива (природного газу або резервного мазуту), що використовується для забезпечення технологічних процесів (нагріву пресів, сушильних камер тощо).

До шкідливих викидів, що утворюються при спалюванні палива для лінії ламінування, належать:

– оксиди азоту (діоксид азоту, оксид азоту) – утворюються при високих температурах горіння. Спричиняють смог, кислотні дощі, мають токсичний вплив на дихальну систему;

– оксид вуглецю (чадний газ) – продукт неповного згоряння палива. Є токсичним для людини, сприяє парниковому ефекту;

– діоксид сірки – утворюється при спалюванні палива, що містить сірку (особливо мазуту). Спричиняє кислотні дощі, подразнює дихальні шляхи;

– п'ятиокис ванадію – може утворюватися при спалюванні мазуту. Є токсичним;

– фенол – хоча в тексті зазначено, що він входить до складу фонових концентрацій, його присутність у викидах лінії ламінування може посилювати загальне забруднення. Фенол є токсичним, має неприємний запах.

Залпові та аварійні викиди зазначених забруднюючих речовин, що утворюються при спалюванні палива для забезпечення роботи лінії ламінування, неможливі за умови належної експлуатації обладнання.

Зниження викидів, що походять від лінії ламінування, забезпечується комплексом заходів:

Автоматизація процесу горіння:

– регулювання подачі паливо-повітряної суміші для оптимізації згоряння та мінімізації утворення шкідливих речовин (особливо оксиду вуглецю);

– регулювання навантаження відповідно до потреб технологічного процесу для підтримання ефективного режиму роботи;

– постійний контроль за вмістом кисню у продуктах згоряння для забезпечення повного згоряння палива.

Підвищений виробничий контроль:

– забезпечення максимального коефіцієнта корисної дії (ККД) для відповідного навантаження обладнання лінії ламінування;

– постійний моніторинг процесу горіння палива з метою мінімального виходу забруднюючих речовин.

Виключення очищення поверхонь нагріву обладнання (наприклад, котлів або теплообмінників, що забезпечують лінію ламінування) у періоди, коли це може призвести до збільшення викидів. Заборона виконання пусконалагоджувальних робіт (або їх мінімізація) у періоди несприятливих метеорологічних умов, коли розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері ускладнене. У періоди несприятливих метеорологічних умов робота лінії ламінування (або її енергозабезпечення) повинна здійснюватись відповідно до розроблених та затверджених заходів щодо регулювання викидів.

Висновки. У цій частині випускної кваліфікаційної роботи бакалавра була розглянута організація праці на лінії ламінування паркетної плитки. Проаналізувавши умови праці, виділили такі чинники, як виробничий шум, гострі пилки і рухливі частини обладнання, вібрація, температура повітря, вентиляція та освітлення, які перевищують гранично допустимі рівні, встановлені документами, які суттєво впливають на здоров'я персоналу.

7 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

7.1 Організаційне забезпечення системи автоматизації

Автоматизовані системи управління є складними конструкціями, що поєднують технічні складові і людський фактор. У таких системах людина грає ключову роль у встановленні цілей управління, формулюванні критеріїв якості та у прийнятті рішень у ситуаціях, де потрібен творчий підхід.

Організаційне забезпечення автоматизованих систем управління охоплює різноманітні функції.

По-перше, це аналіз поточної системи управління для виявлення слабких місць та можливостей її поліпшення.

По-друге, це підготовка завдань для вирішення за допомогою комп'ютера, що включає в себе визначення параметрів та об'єктів управління.

І, нарешті, це розробка управлінських рішень для оптимізації ефективності управління, що передбачає аналіз даних, прийняття стратегічних та тактичних рішень з метою досягнення поставлених цілей.

Організаційне забезпечення реалізує наступні функції:

– аналіз існуючої системи управління організацією, де буде використовуватися ІС, та виявлення задач, що підлягають автоматизації;

– підготовку завдань до вирішення на комп'ютері, включаючи технічне завдання на проектування ІС та техніко-економічне обґрунтування її ефективності;

– розробку управлінських рішень по складу та структурі організації, методології рішення задач, спрямованих на підвищення ефективності системи управління.

7.2 Розрахунок техніко – економічних показників

7.2.1 Визначення капітальних вкладень

У зв'язку з розробкою і оптимізацію процесу рівномірного намотування листа в рулони моталкою прокатного стану, позначеною як САУ, проводиться заміна застарілого устаткування на сучасний програмно-технічний комплекс, який має значно більш високі технічні і експлуатаційні можливості, та впровадження нової інформаційно-модулюючої системи управління технологічними режимами.

В таблиці 7.1 наведена вартість основного технологічного обладання.

Таблиця 7.1 – Вартість основного технологічного обладання

№	Найменування приладу	Марка приладу	Кіл.	Ціна одиниці, грн.	Загальна ціна, грн.
1	Датчик наявності матеріалу	E3Z-LR86	1	2 500	2 500
2	Датчики кутового положення	E6C2-CWZ6C	1	7 800	7 800
3	Блок ручного управління	ПБР 3А2.1	1	12 000	12 000
4	Ультразвуковий датчик	XX518A3PAM12	1	5 700	5 700
5	Контролер	TMS320F2812	1	48 000	48 000
6	ПЕВМ	AMD Athlon || Dual-Core	1	5 625	5 625
				Всього	81625

Сума капіталовкладень ($К_{ов}$) на устаткування без урахування ПДВ включає вартість придбаного устаткування ($В_{уст}$) та витрати на транспортні ($В_{тр}$ = 6%) і заготівельно-складські ($В_{зс}$ = 5%) операції у визначених відсотках від $В_{уст}$.

$$К_{об} = В_{уст} + В_{тр} + В_{зс}, \quad (7.1)$$

де $В_{уст} = В_{ШУ}$

$$В_{ШУ} = 816625 \text{ грн.}$$

$$К_{ов} = 816625*(1+0,06+0,05) = 906453,75 \text{ грн.;}$$

Додаткові капіталовкладення $К_{САР}$ на модернізацію САР складаються з таких витрат:

$$К_{САР} = К_{дм} + К_{об} + К_{м}, \quad (7.2)$$

де $К_{дм}$ – витрати на демонтаж існуючої апаратури ($К_{дм} = 0,05 \cdot К_{ов}$, грн.);

$К_{м}$ – витрати на монтаж нового устаткування ($К_{м} = 0,4 \cdot К_{ов}$, грн.).

$$К_{дм} = 0,05 \cdot 906453,75 = 45322,69 \text{ грн.}$$

$$К_{м} = 0,4 \cdot 906453,75 = 362581,5 \text{ грн.}$$

$$К_{САР} = 816625 + 45322,69 + 362581,5 = 1224529,2 \text{ грн.}$$

Данні по розрахунку зведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Визначення капітальних вкладень

Визначення капітальних вкладень	
Витрати на монтаж нового устаткування $К_{м}$	362581,5 грн.
Сума капіталовкладень $К_{ов}$	906453,75 грн.
Витрати на демонтаж існуючої апаратури $К_{дм}$	45322,69 грн.
Вартість придбаного устаткування $В_{уст}$	816625 грн.
Додаткові капіталовкладення модернізацію САР $К_{САР}$	1224529,2 грн.

7.2.2 Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати ($В_{САР}$), пов’язані з обслуговуванням нової САР складаються з річних витрат на:

– зарплату персоналу ($В_{зп}$);

– амортизацію нового обладнання ($В_{а}$);

– поточний ремонт нового обладнання ($В_р$);

– електричну енергію для живлення нового обладнання ($В_{ел}$);

– інші експлуатаційні витрати ($В_і$).

$$В_{САР} = В_{зп} + В_а + В_р + В_{ел} + В_{ін}. \quad (7.3)$$

7.2.3 Річні витрати на ЗП

Річні витрати на ЗП обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$В_{зп} = n \cdot ФОП, \quad (7.4)$$

де n – чисельність обслуговуючого персоналу (n = 25 роб.);

ФОП – середньорічний фонд оплати праці одного робітника з обов'язковими нарахуваннями на соціальні збори.

Розрахуємо сердньорічний фонд оплати праці одного робітника з обов'язковими нарахуваннями на соціальні збори:

$$ФОП = Ф_{зп} \cdot К_{ін}, \quad (7.5)$$

де $К_{ін} = 1,1$

$Ф_{зп}$ – щорічна витрата на зарплату робітника з урахуванням нарахувань на ФОП, грн.

$$Ф_{зп} = 12 \cdot ЗП \cdot Н_{зп}, \quad (7.6)$$

де ЗП – середня місячна зарплата робітника (ЗП = 6500 грн.);

$Н_{зп}$ – нарахування на ФОП складають 20%.

Тоді:

$$Ф_{зп} = 12 \cdot 6500 \cdot (1+0,2) = 93600, \text{ грн.}$$

$$ФОП = 93600 \cdot 1,1 = 102960, \text{ грн.}$$

$$В_{зп} = 25 \cdot 102960 = 2574000, \text{ грн.}$$

7.2.4 Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування ($В_а$) на реновацію придбаного устаткування на соціальні збори підприємства визначаються за виразом:

$$В_а = К_{САР} * Н_А /100, \quad (7.7)$$

де $Н_А$ – річна норма амортизації на реновацію ($Н_А$ = 24%);

$$В_а = 1224529,2 \cdot 24/100 = 293887 \text{ грн.}$$

7.2.5 Річні витрати на ремонт

Ці витрати обчислюють через коефіцієнт $К_р$ = 3% від загальної суми капіталовкладень.

$$В_р = К_р \cdot К_{САР}, \text{ грн.} \quad (7.8)$$

$$В_р = 0,03 \cdot 1224529,2 = 36736 \text{ грн.}$$

7.2.6 Витрати електроенергії на живлення

Річні витрати на живлення САР визначаються так:

$$В_{ел} = Р_{ел} \cdot Т_ф \cdot К_з \cdot СВ^{од}_{ел}, \text{ грн.} \quad (7.9)$$

де $Р_{ел}$ – встановлена електрична потужність САР ($Р_{ел}$ = 3,5 кВт);

$Т_ф$ – фактичний термін роботи САР за рік ($Т_ф$ = 7800 год.);

$К_з$ – коефіцієнт для врахування реального споживання ($К_з$ = 0,8);

$СВ^{од}_{ел}$ – собівартість виробленого 1КВт · год ($СВ^{од}_{ел}$ = 90 коп.)

$$В_{ел} = 3,5 \cdot 7800 \cdot 0,8 \cdot 0,90 = 19656 \text{ грн.}$$

7.2.7 Інші витрати

Інші витрати визначаються так:

$$В_{ін} = 0,25 \cdot (В_а + В_{зп} + В_р) \qquad (7.10)$$

$$В_{ін} = 0,25 \cdot (293887 + 2574000 + 36736) = 756155,75 \text{ грн.}$$

Підставляючи отримані значення маємо загальну суму річних експлуатаційних витрат ($В_{САР}$, грн.):

$$В_{САР} = 2574000 + 293887 + 36736 + 19656 + 756155,75 = 78539854 \text{ грн.}$$

Данні по розрахунку зведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 – Розрахунок річних експлуатаційних витрат

Розрахунок річних експлуатаційних витрат	
Зарплата персонала $В_{зп}$	2574000 грн.
Амортизація нового обладнання $В_а$	293887 грн.
Поточний ремонт нового обладнання $В_р$	36736 грн.
Електричну енергію для живлення нового обладнання $В_{ел}$	19656 грн.
Інші експлуатаційні витрати $В_{ін}$	756155,75 грн.
Експлуатаційні витрати $В_{САР}$	78539854 грн.

7.2.8 Валова річна економія витрат

Валова річна економія витрат. Залежно від сутності інновації охоплює економію заробітної плати, економію матеріалів, економію умовно-постійних витрат.

а) економія заробітної плати – наявна за використання нового способу виконання робіт, який потребує менше часу, ніж старий:

$$E_{\text{з.п.}} = (\text{р}_1 - \text{р}_2) \cdot \left(1 + \frac{\text{Д}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\text{Д}}{100}\right) \cdot \text{В}_2, \qquad (7.11)$$

де р_1 і р_2 – розцінки на операцію відповідно до і після впровадження інновації;

Д і Н – відповідно відсоток додаткової заробітної плати і нарахувань на заробітну плату;

В_2 – річний обсяг випуску продукції після впровадження інновації.

$$E_{\text{з.п.}} = (25 - 15) \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{25}{100}\right) \cdot 375600 = 58687500 \text{ грн.}$$

б) економія витрат матеріалів – розраховується у разі застосування дешевшого замінника (зміна ціни матеріалу) або нового способу оброблення матеріалу, завдяки чому зменшуються його питомі витрати:

$$\text{Е}_\text{м} = (\text{Н}_1 \cdot \text{Ц}_1 - \text{Н}_2 \cdot \text{Ц}_2) \cdot \text{В}_2, \qquad (7.12)$$

де Н_1 і Н_2 – норми витрат матеріалів на одиницю продукції відповідно до і після впровадження інновації;

Ц_1 і Ц_2 – ціна одиниці матеріалу.

$$\text{Е}_\text{м} = (3{,}75 \cdot 25 - 3{,}50 \cdot 25) \cdot 375600 = 23475000 \text{ грн.}$$

Тоді умовно-річна економія витрат дорівнює:

$$\Delta\text{С} = \text{Е}_{\text{з.п.}} + \text{Е}_\text{м} - \text{В}_{\text{САР}}, \qquad (7.13)$$

$$\Delta\text{С} = 5868750 + 23475000 - 78539854 = 3622646, \text{грн.}$$

Перевищення прогнозної економії над додатковими витратами свідчить про доцільність реалізації запропонованого інноваційного рішення.

7.2.9 Фактична економія витрат

Розраховується шляхом приведення умовно – річної економії до періоду використання інновації в даному році за формулою:

$$E_{\text{ф}} = \frac{\Delta \text{С} \cdot n}{12} \qquad (7.14),$$

де n – кількість місяців до кінця року з моменту впровадження інновації.

$$E_{\text{ф}} = \frac{3622646 \cdot 6}{12} = 1811323 \text{ грн.}$$

7.2.10 Річний економічний ефект

Визначається приведенням капітальних витрат до поточних протягом умовного року за формулою:

$$\text{Е}_{\text{р.ек}} = \Delta \text{С} - \text{Е}_{\text{н}} \cdot \text{К}_{\text{САР}}, \qquad (7.15)$$

де $\text{К}_{\text{САР}}$ – додаткові капіталовкладення, пов’язані з реалізацією інновацій;

$\text{Е}_{\text{н}}$ – показник нормативної економічної ефективності, величина якого залежить від прийнятного для підприємства рівня віддачі від капіталовкладень (як правило, для устаткування достатнім є рівень 15%, тобто $\text{Е}_{\text{н}} = 0{,}7$).

$$\text{Е}_{\text{р.ек}} = 3622646 - 0{,}15 \cdot 1224529{,}2 = 3438966{,}6 \text{ грн.}$$

Термін окупності ($\text{Т}_{\text{о}}$) через суму капіталовкладень ($\text{К}_{\text{ов}}$) визначається:

$$T_o = K_{ов} *(1+\alpha_а + \alpha_р + \alpha_{зсв}) /E_{р.ек}, \text{ років} \quad (7.16)$$

де $\alpha_а$ – додаткові нарахування на амортизацію ($\alpha_а = 0,14$);

$\alpha_р$ – додаткові нарахування на поточний ремонт ($\alpha_р = 0,01$);

$\alpha_{зсв}$ – доля загальностанційних витрат, визначена додатковими капіталовкладеннями ($\alpha_{зсв} = 0,20$).

$$T_o = 906453,75 \cdot (1+0,14 + 0,01+0,20)/3439966,6 = 0,5 \text{ років.}$$

Висновки. В результаті проведеного розрахунку економічних показників були визначені капітальні витрати на будівництво, щорічні витрати, чистий приведений прибуток, внутрішня норма прибутку, індекс доходності, термін окупності проекту, рентабельність і так далі. Термін окупності проекту 0,5 року, що свідчить про його ліквідність, тобто можливості повернути витрачені спочатку засоби на реалізацію проекту за можливо менший термін.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра було успішно спроєктовано автоматизовану систему управління для виробництва паркетної плитки, зосередившись на автоматизації лінії ламінування. В рамках проєкту було також запропоновано та інтегровано функціонал обрізки плитки безпосередньо на цій же лінії, що є значним кроком у підвищенні ефективності виробничого процесу.

У процесі виробництва паркетної плитки лінія ламінування є одним із завершальних етапів, що визначає якість та зовнішній вигляд готової продукції. Введення обрізки паркетної дошки безпосередньо на лінії ламінування дозволяє здійснити остаточну обробку матеріалу, забезпечуючи точність розмірів та геометричну правильність виробів. Використання двопильної обрізної лінії в поєднанні з лінією ламінування є доцільним рішенням для забезпечення високої продуктивності, точності і якості кінцевого продукту в умовах спеціалізованого виробництва паркетної плитки.

Розроблена система автоматизації забезпечує покращення якості продукції за рахунок точного контролю та стабілізації технологічних параметрів процесу ламінування та обрізки. Проєкт охоплює всі ключові аспекти створення сучасної АСУ ТП, включаючи вибір та обґрунтування всіх необхідних технічних засобів автоматизації, таких як датчики, контролери, виконавчі механізми та прилади керування.

Для досягнення поставлених цілей виконано такі завдання:

- вибрані сучасні прилади для АСУТП;
- розроблено верхній рівень керування
- розроблено багатоцільова мережа;
- проведені заходи з техніки безпеки та пожежної безпеки;
- зроблено розрахунок економічної ефективності проекту.

У роботі детально розроблено схеми автоматизації, що візуалізують взаємодію компонентів системи та логіку її функціонування. Особливу увагу приділено розділу надійності системи, де були проведені розрахунки та аналіз показників безвідмовної роботи, що підтверджує здатність запропонованої АСУ ТП працювати стабільно та ефективно протягом тривалого часу.

Визначили гарантійний термін роботи САУ який становить 4,1 рік.

Термін окупності проекту 0,5 року, що свідчить про його ліквідність, тобто можливості повернути витрачені спочатку засоби на реалізацію проекту за можливо менший термін.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Конституція України : офіц. текст. Київ : КМ, 2013. 96 с.

2. Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 р. № 2694-XII Голос України. 2017. 27 верес. (№ 178-179). С. 10–22.

3. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин. Вид. офіц. Київ. 1998. 45 с. (Інформація та документація).

4. 90/270/ЄЕС. Про мінімальні вимоги безпеки та здоров'я при роботі з екранними пристроями. [Чинний від 1990-05-29]. Брюссель. : Рада Європейських співтовариств, 1990. 14 с.

5. ПУЕ-2021. Правила улаштування електроустановок. [На заміну ПУЕ-86; чинний з 2021-01-01]. К. : Міненерговугілля України, 2021. 617 с. (Інформація та документація).

6. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с. (Інформація та документація).

7. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок [Чинний від 2002-01-01]. Київ : Мінпраці України, 2001. 45 с. (Інформація та документація).

8. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 2014-12-30]. Київ : МВС України, 2014. 91 с. (Інформація та документація).

9. НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок. [Чинний з 1997-10-06]. Київ : Держнаглядохоронпраці, 1997. 97 с. (Інформація та документація).

10. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. [Чинний з 1998-01-09]. Київ : Мінпраці України, 1998. 89 с. (Інформація та документація).

11. НПАОП 0.00-7.15-18. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров’я працівників під час роботи з екранними пристроям. [Чинний від 2018-05-18]. Київ : Мінсоцполітики України, 2018. 6 с. (Інформація та документація).

12. ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. [Чинний з 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 133 с. (Інформація та документація).

13. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Чинний від 1999-12-01]. Київ : МОЗ України, 1999. 106 с. (Інформація та документація).

14. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с. (Інформація та документація).

15. ДСТУ EN 2:2014. Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT). [Чинний з 01.01.2016]. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 7 с. (Інформація та документація).

16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с. (Інформація та документація).

17. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Київ : Мінрегіон України, 2017. 47 с. (Інформація та документація).

18. ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. [Чинний від 2015-07-01]. Київ : Мінрегіон України, 2014. 191 с. (Інформація та документація).

19. Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників. [Чинний від 2018-02-23]. Київ : МВС України, 2018. 23 с. (Інформація та документація).

20. Авраменко В. С., Авраменко А. С. Проектування інформаційних систем : навч. посібник. Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2017. 434 с.

21. Автоматизированные системы управления технологическими процессами: справочник/ Под ред. Тимофеева Б.Б. Киев : Техника, 1983. 351 с.

22. Вимоги до ергономіки та технічної естетики. URL: http://wikipage.com.ua/1x400f.html (дата звернення: 13.02.2024).

23. Вимоги до системи. URL: https://mydocx.ru/2-120435.html (дата звернення: 13.11.2022).

24. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник вид. 5-те, доп. К. : Знання, 2014. 373 с.

25. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука – 2020» : у 5 т. / Запорізький національний університет. – Запоріжжя : ЗНУ, 2020. Т.5. 280 с.

26. Зінченко Ю. М., Барішенко О. М. Теорія автоматичного управління : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2010. 35 с.

27. Ніколаєнко А. М. Технічні засоби автоматизації. Цифрові регулятори : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 84 с.

28. Манько О. О. Методичні вказівки та завдання до виконання контрольної роботи з дисципліни «Основи проектування систем автоматизації» за напрямом підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно – інтегровані технології» для студентів заочної форми навчання. Рівне, 2012. 40 с.

29. Манько О. О., Кутя В. М. Методичні вказівки до виконання розрахунково – графічної роботи з дисципліни «Основи проектування систем автоматизації» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки 6.050202 «Автоматизація та комп’ютерно – інтегровані технології». Рівне, 2010. 31 с.

30. Металургійна теплотехніка : збірник наукових праць Національної металургійної академії України. Дніпро : «ПП Грек О.С.», 2020. 364 с.

31. Мікропроцесорні та програмні засоби автоматизації: методичні вказівки до курсового проекту для студентів спеціальності 151 «Автоматизація так комп’ютерно-інтегровані технології» / ред. А. М. Ніколаєнко. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 34 с.

32. Мочалін В. Н., Кочнев Н. В. Моделювання та дослідження систем автотичних управління з використанням ПЕОМ : нав. посіб. Череповець : ЧГІІ, 2005. 178 с.

33. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В. В., Зеркалов Д. В., Сабарно Р. В., Полукаров О. І., Коз'яков В. С., Мітюк Л. О. Основи охорони праці : підручник. 2-ге вид. Київ: Основа, 2006. 448 с.

34. Основи проектування систем автоматизації з елементами САПР : метод. вказ. до практ. зан. / уклад. В.Г. Трегуб. Київ : НУХТ, 2008. 67 с.

35. Ніколаєнко А.М. Програмування ПЛК у Softlogic-системі. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 203с.

36. Солодовников В.В., Коньков В.Г. Мікропроцесорні автоматичні системи регулювання. Київ: Вища школа, 2021. 255 с.

37. Полянський Г.О. Методичні вказання к розрахунку надійності систем автоматизованого керування. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 24с.

38. Пейсхахов А.Н., Кучер А.М. «Материаловедение и технология конструкционных материалов» : учебник. Изд-во Михайлова., 2004. 407 с

39. Проектування систем керування : конспект лекцій для студентів спеціальності «Автоматизоване управління технологічними процесами»; уклад. М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленький, Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 279 с.

40. Промислові мікропроцесорні мережі. URL: http://um.co.ua/8/8-11/8-110801.html (дата звернення: 15.02.2024).

41. Рішан О. Й. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: Курс лекцій для студентів спеціальностей: 7.092501 «Автоматизоване управління технологічними процесами» та 7.092502 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» ден. та заочн. форм. навчан. Київ : НУХТ, 2007. 162 с.

42. Трегуб В. Г. Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації : навч. посіб. Київ : НМКВО, 2015. 80 с.

43. Тимофеев Б. Б. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. *Справочник*/ ред. Б. Б. Тимофеева. Киев : Техника, 1983. С. 87 – 88.

44. Емпіріко-теотетичні методи дослідження систем управління. URL: http://examen.od.ua/upravlen/page117.html (дата звернення 22.02.24).

45. Вимоги до системи. URL: https://mydocx.ru/2-120435.html (дата звернення: 13.03.2024).

Додаток А

Замовна специфікація на комплекс технічних засобів

№ п/п	Поз.	Найменування параметра вимірюваного або контрольованого середовища	Граничне значення параметра	Місце відбору імпульсу	Найменування та характеристики засобів автоматизації	Тип приборів
1	SF1	Мержа	380/ 220 В	L1	Ввід №1, вимикач автоматичний 380/220 В	ВА47-29М
2	SF2		380/ 220 В	L2	Ввод №2, вимикач автоматичний 380/220 В	ВА47-29М
3	1а	Регулювання рівня	1,4 м	поз. 1	Датчик-реле рівня 220В,50Гц,12ВА	РОС301
4	2а			поз. 2	Датчик-реле рівня 220В,50Гц,12ВА	РОС301
5	1,2б			-	Перетворювач передавальний	ППР-03
6	3а	Регулювання вологості	7%	поз. 3	Датчик тиску, 0-5 кг/см^2	ДМ-5М
7	3б			-	Прилад реєстручий	КСУ-3
8	3в			-	Регулювальний клапан с 220 В, 50 Гц	15кч888р1СВМ
9	4а	Регулювання температури	85ºС	поз. 4	Мідний термоперетворювач опору, межі вимірювання -50...+150 ºС, НСХ-50М	ТСМ1188-01

10	4б			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
11	4в			-	Механізм безконтактний реверсний	STO.1-6300
12	5а	Регулювання витрати	$м^3$	Труба	Індукційній витратомір	ИР-51
13	5б			-	Прибор реєструючий	КСУ-3
14	5в			-	Регулятор з балансним реле	БР-3
15	5г				Виконавчий механізм	ПР-М
16	6а	Регулювання рівня	1,4 м	поз. 6	Датчик-реле рівня 220В,50Гц,12ВА	РОС301
17	6б			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
18	6в			-	Регулюючий клапан с 220 В, 50 Гц	15кч888р1СВМ
19	7а	Регулювання рівня	1,4 м	поз. 7	Датчик-реле рівень 220В,50Гц,12ВА	РОС301
20	8			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
21	7в			-	Регулюючий клапан с 220 В, 50 Гц	15кч888р1СВМ
22	9а	Вага на стрічкових вагах	кг	поз. 9	Датчик тиску	МИД-22371
23	9б			-	Релейний регулюючий блок	Р-21
24	9в			-	Виконавчий механізм	ПР-1М
25	10а	Регулювання температури	85ºС	поз. 11	Мідний термоперетворювач опору, межі вимірювання -50...+150 ºС, НСХ-50М	ТСМ1188-01
26	10б			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
27	10в			-	Блок живлення постійного струму	БПТ-24-2к
28	10г			-	Укажчик положення дистанційний	ДУП-М
29	10д			-	Виконавчий механізм безконтактний	STO.1-6300
30	11.1		МПа	поз. 14	Перетворювач тиску	Сапфир

31	11.2	Регулювання процесу пресування	-		Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
32	11.3		-		Датчик переміщення/руху	5ТС 1500
33	11.4		-		Датчик переміщення/руху	5ТС 1500
34	11в		-	поз. 11в	Виконавчий механізм безконтактний	STO.1-6300
35	12б	Регулювання температури	85ºС	поз. 16	Мідний термоперетворювач опору, межі вимірювання -50...+150 ºС, НСХ-50М	ТСМ1188-01
36	12в			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
37	12г			-	Блок живлення постійного струму	БПТ-24-2к
38	12д			-	Виконавчий механізм безконтактний	STO.1-6300
40	13.1	Регулювання процесу пресування	МПа	поз. 14	Перетворювач тиску	Сапфир-22
41	13.2		-		Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
42	13.3		-		Датчик переміщення/руху	5ТС 1500
43	13.4		-		Датчик переміщення/руху	5ТС 1500
44	13в		-	поз. 11в	Механізм виконавчий безконтактний	STO.1-6300
45	14а	Регулювання температури	85ºС	поз. 16	Мідний термоперетворювач опору, межі вимірювання -50...+150 ºС, НСХ-50М	ТСМ1188-01
46	14б			-	Регулятор мікропроцесорний	МИК-21-05-080803
47	14в			-	Блок живлення постійного струму	БПТ-24-2к
48	14г			-	Механізм виконавчий безконтактний	STO.1-6300
49	-	HL1-H13		шафа	Арматура світлосигнальна, 220В, зелений світлофільтр	SB22EV43
50	Н	SB1 – SB14		шафа	Пост кнопочний, штовхач чорний	ПКЕ112-1У2

51	NS	K1-K14	шафа	Реле контактне	РТ40/0,2
52	поз. 1	Регулювання рухом лінії ламінування (двопилковим обрізним верстатом для дошок)	FTC	Датчик наявності матеріалу	E3Z-LR86
53	поз. 2		GTC	Датчики кутового положення	E6C2-CWZ6C
54	поз. 3		КПУ	Блок ручного управління	ПБР 3А2.1
55	поз. 4		GTA	Ультразвуковий датчик	XX518A3PAM12
56	поз. 5		шафа	Контролер	TMS320F2812
57	-		операторська	ПЕВМ	AMD Athlon Dual-Core