

Міністерство освіти і науки України
 Національний технічний університет
 «Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики
 (інститут)

Електротехнічний факультет
 (факультет)

Кафедра кіберфізичних та інформаційно-вимірювальних систем
 (повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

студента Папанова Романа Олексійовича
 (П.І.Б.)

академічної групи 151-19ск-1
 (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
 (офіційна назва)

на тему Автоматизація технологічного процесу виробництва тротуарної плитки
 (назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	ас. Славінський Д.В.			
Провідний консультант	ас. Славінський Д.В.			
Розробка апаратного забезпечення системи керування	ст.викл.Проценко С.М.			
Розробка програмного забезпечення системи керування	ст.викл. Бойко О.О.			
Економічна частина	ст. викл. Яремчук І.О.			
Охорона праці	проф. Чеберячко Ю.І.			
Рецензент				
Нормоконтролер	ас. Славінський Д.В.			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

_____ Бубліковим А.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеня бакалавр

студенту _____ Папанову Р.О. _____ академічної групи _____ 151-19ск-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

за освітньо-професійною програмою 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(офіційна назва)

на тему Автоматизація технологічного процесу виробництва тротуарної плитки,
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № _____

Розділ	Зміст	Термін виконання
Стан питання та постановка завдання	Вступ. Опис технологічного процесу для об'єкта автоматизації. Огляд існуючих систем автоматизації. Стан питання. Вибір напрямку створення автоматизованої системи.	05.05.2022
Розробка апаратного забезпечення системи керування	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою керування, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	15.05.2022
Розробка програмного забезпечення системи керування	Розробка алгоритму керування та програмного забезпечення з людино-машинним інтерфейсом	25.05.2022
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи керування.	30.05.2022
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	05.06.2022

Завдання видано

_____ (підпис п.конс.)

ас. Славінський Д.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

28.03.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії

14.06.2022

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Папанов Р.О.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75с., 26 рис, 8 табл., 3 додатки, 19 джерел.

Об'єкт розробки: система керування технологічним процесом виробництва тротуарної плитки.

Мета: розробка системи керування технологічним процесом виробництва тротуарної плитки.

Розроблена система автоматичного керування система керування технологічним процесом виробництва тротуарної плитки має можливість зміни кількості та набору функцій системи керування шляхом перепрограмування та використання додаткових периферійних модулів контролера. Система може бути використана у процесах керування будь-якими вібропресами. Система виконує збір та обробку інформації, що надходить до контролера та аналізує її. В залежності від потреби система керує виконуючими пристроями.

Актуальність системи обумовлена необхідністю підвищення надійності роботи вібропреса.

Особливістю системи є використання сучасного промислового контролера фірми VIPA (Німеччина).

Розраховано вартість розробленої системи керування. Розглянуто комплекс питань щодо охороні праці.

Ключові слова: ТРОТУАРНА ПЛИТКА, ВІБРОПРЕСУВАННЯ, КЕРУВАННЯ, КОНТРОЛЕР, VIPA, АСУ.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Стан питання та постановка завдання	9
1.1 Галузь промисловості	9
1.2 Технологічний процес	10
1.3 Об'єкт керування	12
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта керування	12
1.3.2 Структура об'єкту керування	14
1.3.3 Принцип функціонування об'єкту керування	16
1.4 Формулювання задачі керування	20
1.5 Висновки по розділу	21
2 Розробка апаратного забезпечення системи керування	22
2.1 Розробка структурної схеми системи керування	22
2.2 Вибір апаратного забезпечення системи керування	23
2.2.1 Вибір давачів	23
2.2.1 Вибір виконуючих пристроїв	25
2.2.2 Контролер керування	27
2.2.3 Вибір пульта оператора	30
2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації	32
2.4 Розробка схеми електричної принципової	34
2.5 Висновки по розділу	37
3 Розробка програмного забезпечення системи керування	39
3.1 Розробка алгоритму функціонування системи керування	39
3.2 Конфігурування програмованого логічного контролера	41
3.3 Розробка програмного забезпечення для SCADA системи	43
3.4 Розробка програмного забезпечення програмованого логічного контролера	46
3.5 Висновки по розділу	47
4 Економічна частина	49

4.1	Розрахунки капітальних витрат	49
4.2	Розрахунки експлуатаційних витрат	50
4.2.1	Амортизація основних фондів	50
4.2.2	Розрахунки річного фонду заробітної плати	51
4.2.3	Розрахунки відрахувань на соціальні заходи	52
4.2.4	Визначення річних витрат на технічне обслуговування й ремонт	52
4.2.5	Розрахунки вартості споживаної електроенергії	52
4.2.6	Визначення інших витрат	53
5	Охорона праці й безпека в надзвичайних ситуаціях	55
5.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при експлуатації вібропреса	55
5.2	Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці	55
5.2.1	Електробезпека	55
5.2.2	Заходи щодо зниження запиленості робочої зони	57
5.2.3	Заходи щодо зниження шуму й вібрації встаткування	57
5.2.4	Заходи щодо зниження температури повітря	58
5.2.5	Освітлення	59
5.3	Пожежна профілактика	59
	Висновок	60
	Перелік посилань	61
	Додаток А – Відомість проекту	63
	Додаток Б – Програмне забезпечення пристрою керування	64
	Б.1 Перелік програм	64
	Б.2 Основна програма (фрагмент)	64
	Б.3 Програма симуляції стану датчиків	65
	Б.4 Таблиця сигналів програми симуляції стану датчиків	66
	Б.5 Користувацький функціональний блок системи керування	66
	Б.6 Перелік змінних	66
	Додаток В – Програмне забезпечення людино-машинного інтерфейсу	70
	В.1 Драйвери	70

В.2 Перелік змінних	70
В.3 Шаблони зображень	70
В.4 Функції	71
В.5 Зображення	71

ВСТУП

Тротуарна плитка — сучасний матеріал для покриття тротуарів, вулиць, підходів до будівель. Плитка проста в укладці і обслуговуванні. На відміну від асфальтового покриття, не перешкоджає рослинам в живленні водою і газообміні. Вона може витримати великі перепади температур, не плавиться від сонця і не виділяє шкідливі для здоров'я гази. На даний момент це досить популярний будівельний матеріал у світі і в Україні [1].

В промисловості розповсюджено три методи виготовлення тротуарної плитки: методом лиття (вібролиття); вібропресування; гіперпресування.

Найбільш розповсюдженим є метод вібропресування (об'ємного напівсухого вібропресування). Вібропресуванням називається спосіб ущільнення бетонної суміші при одночасному впливі на неї вібраційного навантаження і статичного тиску. Цінність даної технології полягає в тому, що для виробництва вібропресованих виробів використовуються місцеві будівельні матеріали (кварцовий пісок, камінь, гравій) та відходи промисловості (шлаки, відходи камнедроблення, тирсу та ін.), що дозволяє істотно знизити собівартість виробів.

Для формовання виробів методом об'ємного напівсухого вібропресування застосовується спеціальне обладнання – вібропрес. Вібропрес забезпечує коливальні рухи матриці прес-форми, заповненої напівсухою бетонною сумішшю, і високочастотну вібрацію пуансона при робочому ході в матриці.

Сучасні вібропреси вітчизняних і, особливо, зарубіжних виробників мають високу вартість, що в умовах нинішньої фінансової кризи виявляється вирішальним фактором для відмови від їх придбання. Через це в експлуатації знаходиться морально застаріле обладнання з релейною системою керування. Експлуатація такого обладнання – це низька продуктивність, великі витрати часу на ремонт обладнання, складність діагностування аварійних ситуацій, велика частка ручної праці, підвищені витрати на обслуговуючий персонал і, як наслідок, висока собівартість готових виробів [2].

Вирішенням цієї проблеми може стати вдосконалення існуючої або розробка нової системи керування виробництвом тротуарної плитки.

Мета даної кваліфікаційної роботи – розробка нової автоматизованої системи керування виробництвом тротуарної плитки.

Розробка системи керування виробництвом тротуарної плитки буде проходити на основі вже використовуваного обладнання та пристроїв.

Обрана тема актуальна для підприємств по виробництву будівельних матеріалів і спрямована на підвищення якості та зниження собівартості роботи обладнання

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

Будівельна галузь має особливе значення в розвитку народного господарства і промисловості. Вона відіграє провідну роль в зростанні продуктивних сил країни, які визначаються її участю в планомірному розвитку і переозброєнні на базі досягнень науково-технічного прогресу всіх галузей народного господарства: - це і вдосконалення галузевої структури; розміщення і створення нових підприємств; інтегрування в виробництво, виявлених природних ресурсів; комплексний розвиток економіки не тільки країни в цілому, окремих її регіонів і економічних районів, а й сусідніх держав; реалізація довгострокових програм в містобудування, забудови та значного поліпшення рівня життя, українських сіл і міст; збереження і оздоровлення навколишнього середовища. Тобто, будівництво дає можливість створення бази для вирішення численних завдань для подальшого підвищення матеріального і культурного рівнів життя громадян нашої країни.

Виробництво будівельних матеріалів завжди розвивалося і розвивається досить високими темпами, набагато випереджаючи зростання обсягів будівельно-монтажних робіт. Розвиток галузі будматеріалів рухається в напрямку забезпечення потреб будівництва у всіх регіонах і економічних районах країни. Технічна модернізація і вдосконалення виробничих фондів супроводжуються їх якісним і кількісним зростанням.

Сьогодні будівельні матеріали мають величезний споживчий попит. Ціни невпинно зростають і на готові квартири, і на будівельні матеріали: залізобетонні конструкції, цемент, цегла, будівельні суміші. Високий попит сприяє динамічному розвитку заводів з виробництва будівельних матеріалів.

Але є і ряд недоліків - ступінь зносу основних фондів в промисловості досягає 54%. Середній вік машин і устаткування становить 17-20 років. Технічний рівень більшості вітчизняних підприємств відстає від сучасних вимог. Ціни на вітчизняну продукцію постійно ростуть, наближаючись до

світових, що є наслідком високих питомих витрат і витрат при її виробництві, особливо на паливно-енергетичні ресурси.

Отже, для поліпшення стану галузі необхідно якісне переозброєння на сучасні засоби керування: промислові комп'ютери, програмовані логічні контролери, мікропроцесори.

1.2 Технологічний процес

Призначенням вібропреса й комплексу супутнього встаткування є одержання різноманітних будівельних виробів із твердих бетонних сумішей методом вібропресування. Склад технологічного комплексу визначається вимогами до якості кінцевих виробів необхідною продуктивністю, можливостями розміщення, обсягами поставки вихідних матеріалів. Комплекс по виробництві будівельних виробів із твердих бетонних сумішей може поступово нарощуватися від мінімального (вібропрес + невеликий змішувач) до повністю укомплектованого мінізаводу.

Комплекти змінного формотворного встаткування (матриця – пуансон) дозволяють виготовляти найрізноманітніші будівельні вироби широкого спектра використання: застосовувані в новому будівництві, реставрації старих споруджень і благоустрої прилеглих територій, створення оригінальних архітектурних видів забудови.

Номенклатура виробів постійно поповнюється новими зразками, при цьому бажання споживача обмежуються практично тільки площею зони формовання 1000x500мм і висотою виробів 50...250 мм.

Вихідними матеріалами для приготування суміші є в'язучий компонент, заповнювач й вода. У якості заповнювача можуть використовуватися пісок, відсів щебеневого виробництва, керамзит, шлаки, золи, ошурки й будь-які інші сипучі матеріали, здатні після змішування з в'язучим компонентом здобувати й зберігати задану форму. У якості в'язучого компонента застосовується цемент.

При використанні суміші на основі цементу готові вироби мають бути піддані вилежуванню від одної (при температурі $+15\dots+45^{\circ}\text{C}$) до двох (при температурі $+5\dots+10^{\circ}\text{C}$) діб, після чого вони набувають міцності, достатньої для складування й транспортування.

100% міцності виробу набувають через 28 діб при температурі вилежування 20°C .

Функціонально весь виробничий комплекс (рисунок 1.1) розділений на дві складові частини: систему підготовки суміші 1 і формуючий блок 2. Вони узгоджені між собою по продуктивності й у той же час дозволяють взаємні зсуви по циклах роботи в межах запасу підготовленої для формовання суміші в бункері.

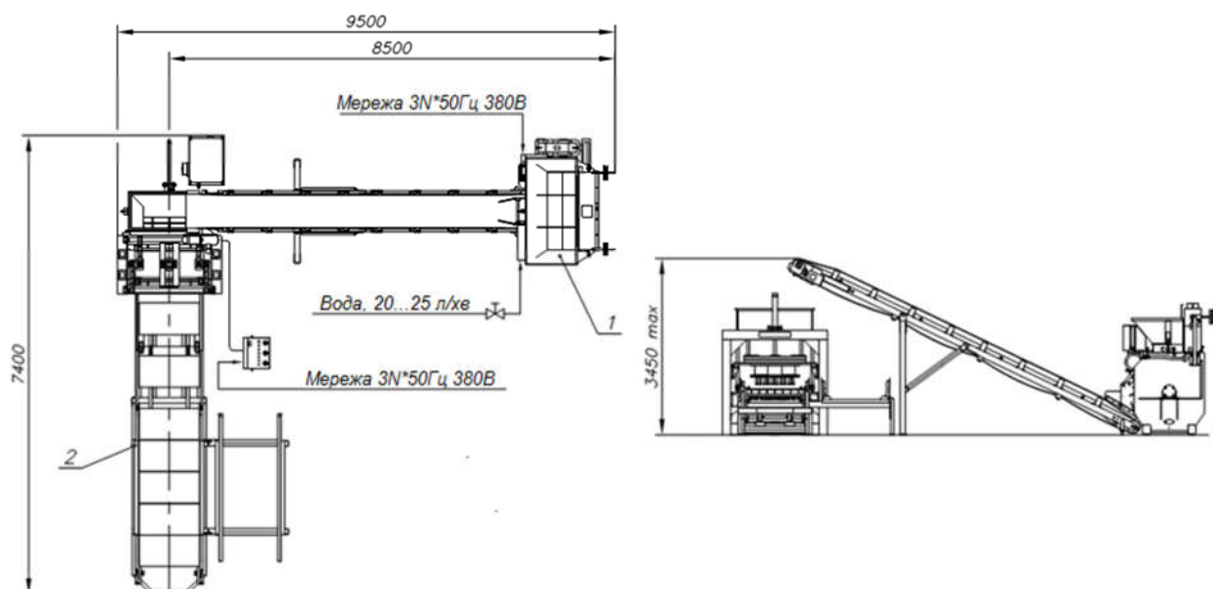


Рисунок 1.1 – Загальне компонування виробничого комплексу

1 – система підготовки суміші; 2 – формуючий блок.

При наявності пропарювальної камери вироби можуть піддаватися тепловій обробці протягом 6...8 годин при температурі не менш $+50\dots75^{\circ}\text{C}$. У цьому випадку після остигання й висихання вони здобувають 60...80% марочної міцності.

Спеціальна конструкція й висока точність виготовлення матриць забезпечують високу геометричну точність і гарний зовнішній вигляд виробів. Завдяки цьому при зведенні будівель, вдається прискорити процес кладки при

одночасній економії будівельного розчину й одержувати рівні стіни з тонкими швами, а при використанні в будівництві інших одержуваних на комплексі виробів - гарно оздобити територію.

1.3 Об'єкт керування

Технологічний об'єкт, що розглядається в кваліфікаційній роботі є вібропрес, основний елемент комплексу виробництва тротуарної плитки.

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта керування

Основні технічні характеристики комплексу:

Тривалість одного циклу формовання, сек	30-50
Продуктивність комплексу при виготовленні, од./година:	
каменів пустотілих 390x190x188 мм	270-360
каменів повнотілих 390x190x188 мм	320-430
каменів перегородкових 120мм	350-450
каменів перегородкових 90мм	450-600
каменів лицювальних з «колотою» поверхнею	3400-4500
каменів бортових БР 100.30.15	50-70
каменів бортових БР 100.20.8	220-300
плитки тротуарної “прямокутна”,	2150(43)-2800 (55)
плитки тротуарної “товстушка”, (м2)	880(30)-1200 (42)
Розміри піддона для формовання, мм	1150 x 600
Обслуговуючий персонал, люд.	3-5*
Споживана електроенергія:	
напруга, В.	380
частота, Гц	50
установлена потужність, кВт	32,2
Споживана вода: джерело підключення побутовий водопровід або бак,	
витрата води, л/хв. не менш	20

Вібропрес (рисунок 1.2) складається зі стола 1 змонтованого на станині 2 через віброізолюючі подушки. На станині встановлені опори ковзання 3 з напрямними 4. На напрямних жорстко закріплені кронштейни матриці 5 зі змінною матрицею 6. Кронштейни пуансона 7 із закріпленими на них плитою пуансона 8 і змінним пуансоном 9, мають можливість переміщення по напрямним 4 за допомогою гідроциліндра 10, шток якого шарнірно пов'язаний із плитою пуансона 8, а гільза закріплена на станині 2.

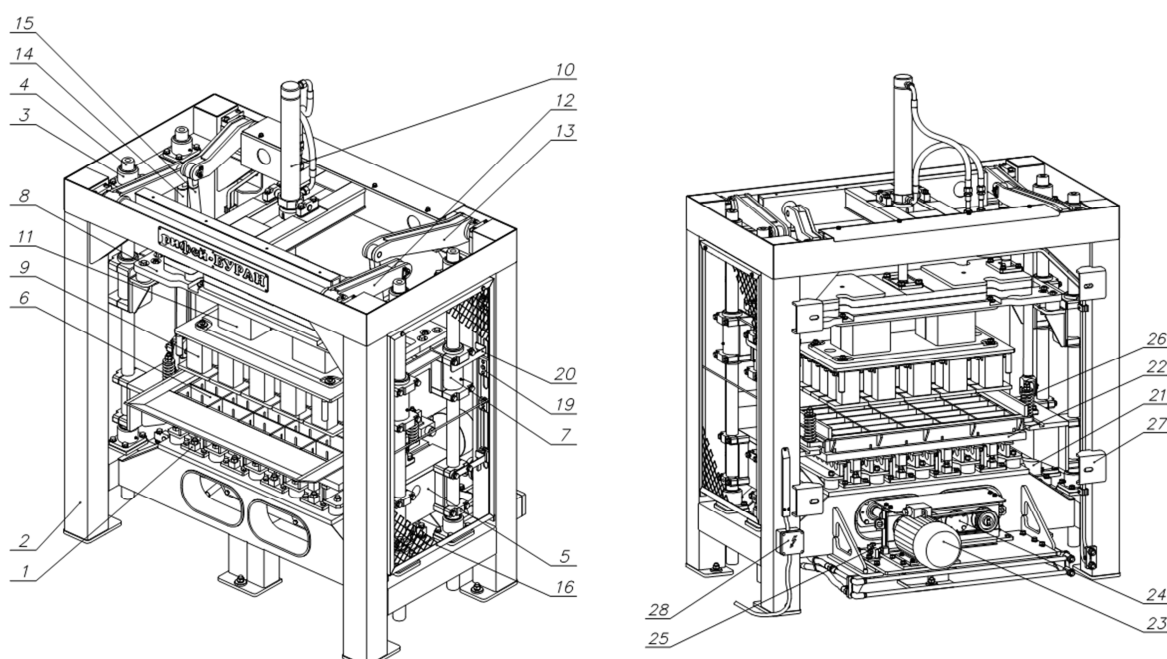


Рисунок 1.2 – Вібропрес

1 – вібростіл; 2 – станина; 3 – опори ковзання; 4 – напрямні; 5 – кронштейн матриці; 6 – змінна матриця; 7 – кронштейн пуансона; 8 – плита пуансона; 9 – змінний пуансон; 10 – гідроциліндр пуансона; 11 – перехідник; 12 – синхронізатор матриці; 13 – синхронізатор пуансона; 14 – тяга матриці; 15 – тяга пуансона; 16 – огороження; 19 – колодка; 20 - прапорець; 21 – гідроциліндр матриці; 22 – піддон; 23 – електродвигун; 24 – блок синхронізації; 25 – болт натягу ремня; 26 – пружина; 27 – вушко; 28 – коробка електрична.

На плиті пуансона 8 закріплений переходник 11, призначений для компенсації ходу гідроциліндра 10 при формованні «низьких» виробів. Під «низькими» розуміються вироби висотою до 150 мм (плитка тротуарна, цегла, деякі види стінових і лицювальних каменів). При формованні виробів висотою

більш 150 мм (камені стінові, камені бортові, ригелі, лотки й ін.) перехідник повинен бути знятий, а кріплення пуансона 9 здійснюється безпосередньо на плиту 8.

На станині 2 закріплені також гідроциліндри матриці 21, які переміщують кронштейни матриці 5 з матрицею 6 щодо стола 1. За допомогою гідроциліндрів 21 між столом і матрицею на час формовання виробів затискається піддон 22. У верхній частині станини 2 установлені синхронізатори 12 (матриця) і 13 (пуансон), що виключають за допомогою важелів 14 і 15 перекид пуансона 9 під час формовання виробів і матриці 6 при розпалубці.

У столі 1 є ексцентрикові вали, які обертаються електродвигуном 23 через пасову передачу й блок синхронізації 24. Натяг ремня здійснюється зсувом електродвигуна за допомогою болта 25.

Необхідне зусилля притиску піддона до поверхні вібростола забезпечують пружини 26.

Для захисту від частин, що рухаються, вібропреса передбачене огородження 16.

Вушка 27 призначені для кріплення до станини вібропреса модуля завантаження суміші.

Для контролю переміщень пуансона й матриці на станині встановлені колодки 19 із вбудованими індуктивними вимикачами, замикання яких походить від прапорців 20. Колодки з вимикачами мають можливість переміщення в пазах станини 2 і вимагають настроювання щораз при зміні формуючого оснащення.

1.3.2 Структура об'єкту керування

При виборі можливого компонування всього комплексу необхідно враховувати конкретні умови розміщення в зоні дії вантажопідйомного встаткування, обмеження по підведенню води й електроенергії, спосіб і зручне розташування місця подачі заповнювача й в'язучого компонента, прийнятну

конструкцію пропарювальних камер і спосіб підтримки в них необхідного режиму температури й вологості і т.д. Кожна із двох частин управляється своїм оператором, одне робоче місце перебуває біля пульта керування вібропресом, друге – біля змішувача.

Система підготовки суміші (рисунок 1.3) містить у собі дозатор води 1 і дозатор компонентів 2, встановлені на змішувачі 3. Транспортер 4 з опорою у вигляді стійки 5 використовується для подачі готової суміші в бункер модуля завантаження. Керування електродвигунами змішувача й транспортера здійснюється з панелі 6 за допомогою пускозахисної апаратури, розміщеної в силовій шафі.

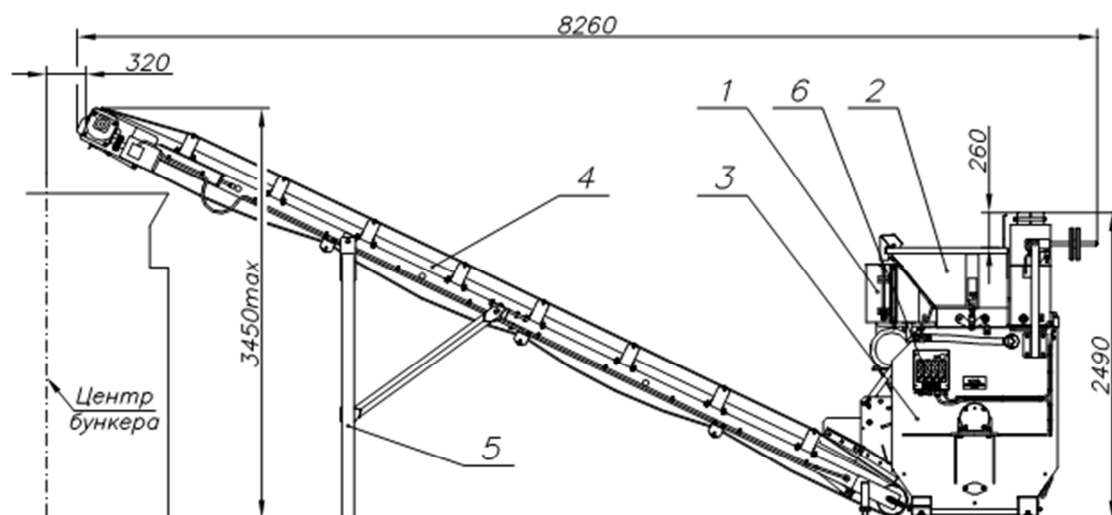


Рисунок 1.3 – Система підготовки суміші

1 – дозатор води; 2 – дозатор компонентів; 3 – змішувач; 4 – транспортер;
5 – стійка транспортера; 6 – панель керування.

Ядром формуючого блоку (рисунок 1.4) є вібропрес 1, на якому закріплений модуль завантаження суміші 2 і приєднаний модуль подачі піддонів 3.

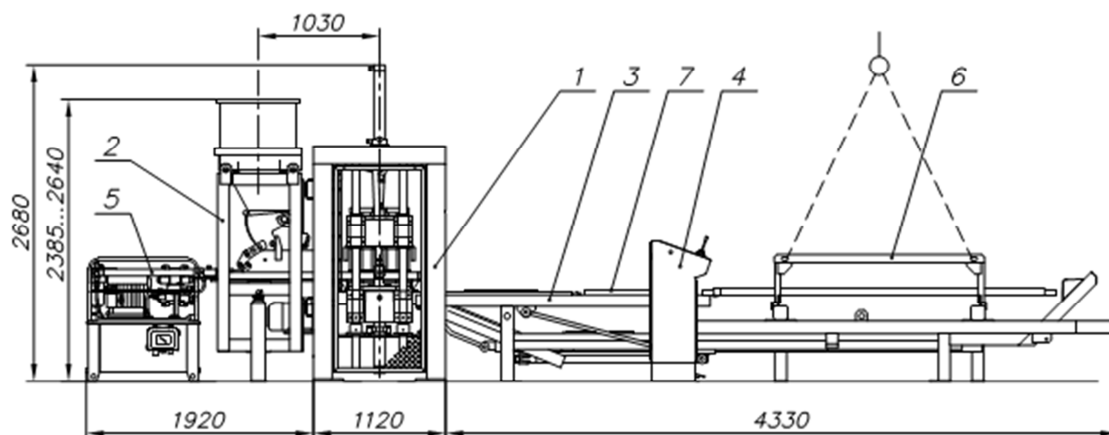


Рисунок 1.4 – Формуючий блок

1 – вібропрес; 2 – модуль завантаження суміші; 3 – модуль подачі піддонів; 4 – пульт керування; 5 – насосна станція; 6 – стелаж з піддонами; 7 – піддон.

Керування всім формующим блоком здійснюється з пульта керування 4, що містить силову пускозахисну апаратуру. Насосна станція 5 живить всі гідроприводи комплексу.

Стелаж 6 установлений на модулі подачі піддонів. За один такт модуля подачі піддонів 3 піддони 7 переміщуються на одну позицію в замкненому круговому циклі. За п'ять формувань стелаж 6 заповнюється піддонами зі щойно зформованими виробами й за допомогою вантажопідйомного обладнання виконується його заміна на стелаж з порожніми піддонами.

Усі застосовані при створенні комплексу технічні рішення спрямовані на стабільне одержання якісних виробів.

1.3.3 Принцип функціонування об'єкту керування

Вихідний стан вузлів вібропреса: матриця в крайньому верхньому положенні, пуансон у крайньому верхньому положенні, на столі перебуває порожній піддон.

Крайнє верхнє положення матриці – це таке положення кожної конкретної матриці, при якому стає можливим вихід готових виробів у просвіт між нижнім обрізом матриці й напрямними, по яких сковзає піддон. Крайнє

верхнє положення матриці повинне, до того ж, забезпечувати вільний прохід чистого піддона й звичайно налаштовується таким чином, щоб при знаходженні матриці над готовим виробом, відстань між нижнім обрізом матриці й поверхнею виробу була приблизно 50 мм.

Крайнє верхнє положення пуансона – це таке положення кожного конкретного пуансона, при якому утворюється необхідний для завантаження суміші просвіт між верхньою поверхнею матриці й нижнім обрізом пуансона. Крайнє верхнє положення пуансона наструюється таким чином, щоб при русі завантажувального ящика фартух, що чистить, закріплений на ньому, видаляв прилиплі залишки суміші з поверхні пуансона.

Виходячи з аналізу технологічного процесу виробництва, принцип роботи системи керування може буди описаний наступним чином:

Поперше необхідно включити з пульта керування транспортуючу машину, що подає необхідний заповнювач у відсік дозатора компонентів. Заповнити відсік дозатора до необхідної величини.

Одночасно із цією операцією включається шнековий транспортер, що подає цемент у відсік дозатора в'язучого. При використанні рекомендованої схеми керування двигун відключається автоматично при досягненні заданої дози.

Включивши двигун змішувача, відкрити заслінки бункера заповнювача, потім подати в'язуче. Через хвилину подати в змішувач порцію води. Цикл перемішування повинен тривати не менш 4 хвилин. Контроль вологості потрібно робити за допомогою спеціального лючка в стінці змішувальної камери. Вологість суміші підбирається споживачем експериментально.

Пуск транспортера розвантаження робити до відкриття розвантажувального люка змішувача. Відкривши розвантажувальний люк до упору, подати суміш на стрічку.

Після того, як у бункері модуля завантаження виявиться достатня для формовання кількість суміші, необхідно включити з пульта насосну станцію й привести вузли вібропресу у початковий стан. Матриця в крайньому верхньому

положенні (можлива зміна піддонів), пуансон у крайньому верхньому положенні, на столі перебуває порожній піддон.

Рухом руків'я лівого джойстика «Матриця вниз» перемістити матрицю в крайнє нижнє положення. На панелі керування пульта ввімкнеться індикатор, що сигналізує про затиск піддона.

Рухом середньої руків'я «Пуансон нагору» підняти пуансон до спрацьовування індикатора на панелі пульта, при цьому подальше переміщення пуансона нагору стане неможливим. Крайнє верхнє положення пуансона визначається відповідним датчиком положення й може змінюватися його переміщенням. При правильно підбраному положенні пуансона щітка завантажувального ящика при русі видаляє налиплі частки суміші з його робочої поверхні.

Після вказаних дій стає можливим переміщення завантажувального ящика із сумішшю на матрицю рухом руків'я лівого джойстика вліво. Необхідно висунути завантажувальний ящик до упору вперед, при цьому щелепний затвор бункера закриється, а передня опора ящика буде перебувати на нерухливому фартуху. У цім положенні оператор педаллю включає вібростіл на час, що задається за допомогою реле часу «Завантаження» на панелі пульта. Збільшення витримки часу дозволяє більшій кількості суміші потрапити в матрицю, зменшення - навпаки. Час попереднього укладання є оперативним важелем керування висотою формованих виробів, звичайно межі витримки становлять 1,0...3,0сек. на оснащенні тротуарної плитки й 2,0...6,0 з на будівельних блоках.

На процес попереднього укладання впливає вологість суміші, занадто зволожена суміш гірше заповнює матрицю, можуть утворюватися порожнечі, що викликають появу дефектів у готових виробах.

Для полегшення заповнення сумішшю матриць складної форми передбачений режим активного завантаження. Якщо в плинні попереднього укладання продовжувати втримувати руків'я джойстика вліво, то привід активатора суміші буде робити зворотно-поступальний рух. Рухи приводу

починаються одночасно із включенням вібростола й припиняються після закінчення заданого часу попереднього укладання. Цей режим забезпечує рівномірний розподіл суміші по всій площі формовання й запобігає утворенню склепінь над порожнечами матриці.

Після зупинки валів вібростола зворотним рухом руків'я джойстика необхідно повернути завантажувальний ящик до упору під бункер. При цьому щелепний затвор відкриється, і ящик поповниться сумішшю. Заповненням суміші в ящику можна управляти, прикриваючи або відкриваючи заслінку на передній стінці бункера. На панелі пульта керування ввімкнеться індикатор, що сигналізує про те, що завантажувальний ящик вийшов із зони формовання.

Далі оператор опускає пуансон рухом джойстика «Пуансон униз» до контакту із сумішшю. У цей момент педаллю включається вібростіл, починається основне укладання. Не відпускаючи руків'я джойстика й утримуючи педаль, необхідно дочекатися автоматичного відключення вібростола. Вібростіл відключається при спрацьовуванні попередньо виставленого датчика висоти (індикація на панелі пульта) або при закінченні витримки реле часу. Для якісного укладання необхідно, щоб час вібрації становив 7...10 с., це досягається зміною часу попереднього укладання. Укладання більш 15 с. практично не веде до зміни висоти виробів, а тільки розбиває їх. Тому реле часу запрограмоване на максимальний час формовання – 15 с., після закінчення якого вібростіл буде відключений автоматично.

Після відключення вібростола повернути руків'я керування пуансоном у нейтральне положення й тільки після цього відпустити педаль віброблоку. Порушення послідовності дій приводить до руйнування виробів під час випресовування.

Після повної зупинки валів вібростола приступитися до випресовування виробів з матриці. Для цього руків'я джойстика «Матриця нагору» перемістити в крайнє положення, матриця почне підніматися.

Піднімаючись нагору, матриця зійде з виробів і впреться в пуансон. У цей момент, не відпускаючи руків'я «Матриця нагору», перевести руків'я

джойстика «Пуансон нагору» і підняти матрицю разом з пуансоном на висоту, достатню для зміни піддона – близько 50 мм над поверхнею виробів.

Далі керування модулем подачі піддонів здійснюється переміщенням руків'я правого джойстика. При цьому піддони просунуться на одну позицію на стелаж, швидкість переміщення обмежує регулятор витрати на гідропанелі. Занадто висока швидкість і різкі зіткнення при русі піддонів зі щойнозформованою продукцією приведуть до її руйнування. При зворотньому переміщенні руків'я на стіл надходить порожній піддон і цикл повторюється.

Серед налаштувань слід зазначити загальний тиск у гідросистемі, він регулюється клапаном тиску на гідропанелі при крайньому положенні одного з робочих органів. Величина повинна забезпечувати рух завантажувального ящика без заїдань.

Після того, як на стелажі накопичеться п'ять піддонів з готовою продукцією, його необхідно за допомогою вантажопідйомного обладнання перемістити на місце вилежування виробів. По роликівих опорах на його місце вручну подається стелаж з порожніми піддонами й цикл формовання повторюється. Вироби знімають із піддонів після вилежування, залишаючи піддони на стелажі.

Якість одержуваної продукції здебільшого залежить від міцності піддонів для формовання, при значних прогинах опорної площини щойно зформовані вироби легко руйнуються.

1.4 Формулювання задачі керування

Основними завданнями системи керування є забезпечення безпечної та точної роботи вібропреса.

В основу принципу керування вібропресом покладено метод циклічного опитування всіх пристроїв (давачів), що контролюють положення елементів вібропреса, а також всіх кнопок пульта керування. До пристроїв, які контролюють стан та положення елементів вібропреса, відносяться давачі крайніх положень пуансона, матриці, ящика й піддона.

Контролер, за допомогою програми, записаної в пристрій, організовує цикл з певної кількості тактових імпульсів, достатнього для опитування всіх датчиків і кнопок.

1.5 Висновки по розділу

Вібропрес відноситься до дискретних об'єктів керування.

Згідно з переліком технологічних параметрів і нормам технологічного режиму, в кваліфікаційній роботі необхідно вибрати первинні перетворювачів які використовуються для вимірювання параметрів, пристрій керування, та виконуючі пристрої.

Система керування повинна містити наступні компоненти: давачі стану та положення елементів вібропреса, тобто давачі крайніх положень пуансона, матриці, ящика й піддона.

В якості основного пристрою керування необхідно використати програмований логічний контролер VIPA. Програмне забезпечення системи керування вібропресом необхідно реалізувати у середовищі WinPLC7.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

2.1 Розробка структурної схеми системи керування

Структурна схема системи керування вібропресом представлена на рисунку 2.1.

Система керування комплексом устаткування для вібропресування, дозволить розв'язати наступні завдання:

- керування вібропресом в автоматичному й ручному режимі;
- керування та спостереження за станом обладнання;
- керування гідросистемами устаткування;
- керування дозуючим і змішувальним устаткуванням.

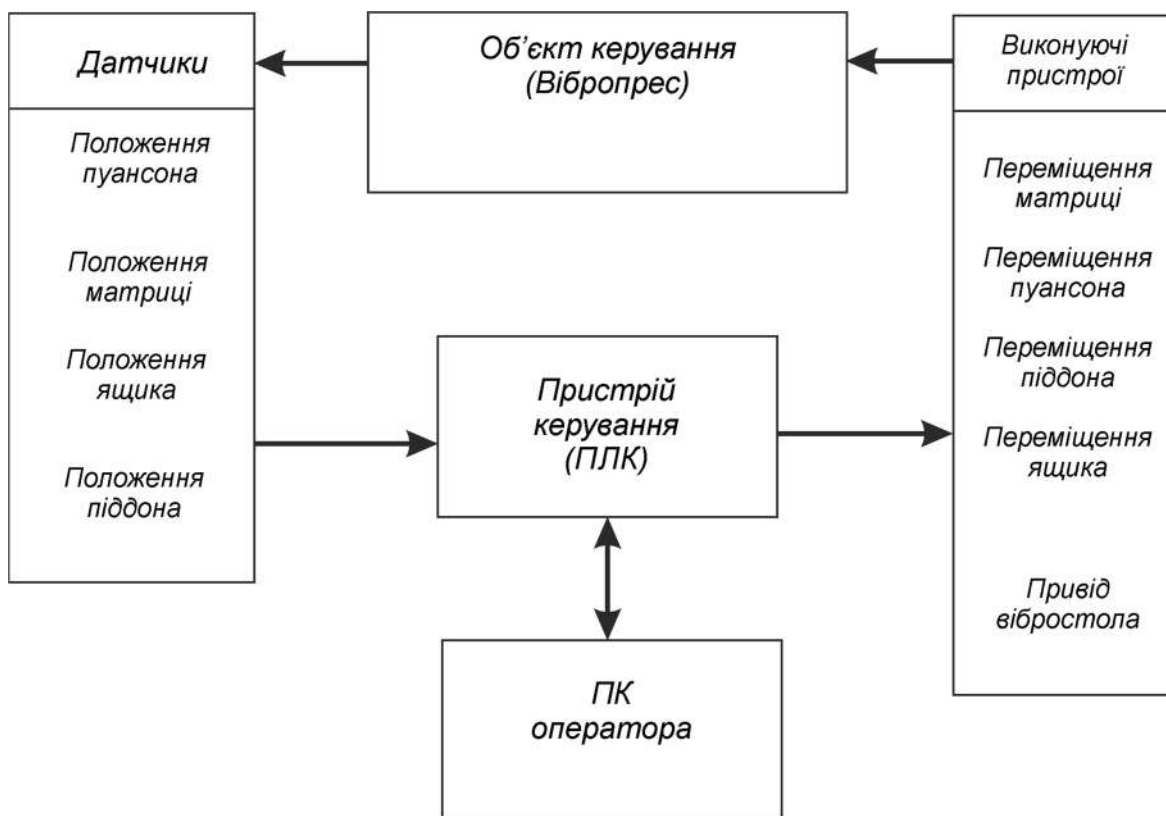


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи керування

На рисунку 2.1 наведена структурна схема системи керування комплексом устаткування для вібропресування з погляду підсистем і принципів

керування ними (дистанційно, автоматично, місцево). Виділені найбільш важливі блоки, що вимагають детального вивчення й пророблення.

У рамках даної роботи обмежимося керуванням виконавчими обладнаннями й індикацією станів виконавчих механізмів системи керування встаткуванням комплексу вібропресування.

2.2 Вибір апаратного забезпечення системи керування

Для вимірювання технологічних параметрів процесу необхідно враховувати специфіку процесу. Зокрема, такі особливості, як умови роботи вібропреса, точність позиціонування матриці та пуансону, безпека персоналу.

Вибір конкретних пристроїв системи керування проводили з наступних міркувань: практично всі параметри пересування матриці, пуансону та піддонів пов'язані з гідроприводом вібропресу.

Умови роботи вимірювальних пристроїв визначаються обмеженням температури експлуатації устаткування.

2.2.1 Вибір давачів

Для забезпечення роботи системи керування вібропресу використане стандартне обладнання контролю й регулювання.

Крайні положення пуансона, матриці, ящика й піддона контролюються датчиком індуктивним OMRON E2A-M18KS08-M1-B1



Рисунок 2.2 – Датчик індуктивний OMRON E2A-M18KS08-M1-B1

Серія датчиків наближення E2A призначена для різного застосування. Дистанція спрацьовування цих датчиків наближення у два рази перевищує

стандартну. Ця особливість дозволяє запобігти механічному пошкодженню давача рухомими частинами машин і разом з тим забезпечує надійне спрацьовування навіть у випадку забруднення чутливої поверхні. Більша дистанція спрацьовування дозволяє використовувати моделі датчиків розміром, який менше звичайного, що надзвичайно практично в машинобудуванні, де мініатюрність компонентів відіграє важливу роль.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики давача OMRON E2A-M18KS08

Характеристики	E2A-M18KS08
Тип давача	індуктивний
Відстань	0...8мм
Напруга живлення	12...24В DC
Робочий струм макс.	200мА
Тип голівки	екранований
Частота перемикання макс.	500Гц
Тип різьбового штуцера	Метрична різьба М12
Конфігурація виходу	PNP / NO
Робоча температура	-40...70°С
Ступінь захисту	IP 67

Завдяки міцній конструкції й надійності датчики E2A знаходять широке застосування в різних областях, наприклад, в автомобілебудуванні, пакувальному встаткуванні, на промисловому транспорті, в обробці матеріалів.

На підставі обраних датчиків і їх технічних характеристик складена таблиця 2.2.

Таблиця 2.2 – Давачі

№	Назва параметру	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Точність	Значення виходу	Період оновлення	Напруга живлення	Потужність споживання
---	-----------------	-------------	-----	-------------------	----------	-----------------	------------------	------------------	-----------------------

1	Положення, матриця внизу	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
2	Положення, висота виробу	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
3	Положення, пуасон вверху	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
4	Положення, матриця вверху	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
5	Положення, пуансон внизу	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
6	Положення, піддон на пресі	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
7	Положення, піддон на стелажі	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
8	Ящик над матрицею	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт
9	Ящик під пресом	індуктивний	Дискрет	0...8мм	-	PNP / NO	постійно	24В	<5 Вт

2.2.1 Вибір виконуючих пристроїв

Керування приводами на вібропресі виконується за допомогою реле електромагнітного OMRON G2R-1-SN 24VDC (S) (рис. 2.3)



Рисунок 2.3 – Реле електромагнітне OMRON G2R-1-SN 24VDC

Потужні і компактні вбудовані реле. Доступні моделі з блокованою тестовою кнопкою. Вбудований механічний індикатор. Поставляються з шильдиком. Забезпечені функцією самодіагностики з відключенням котушки

(моделі з світлодіодом). Висока комутаційна здатність (1-полюсні: 10А). Екологічно безпечні (не містять Cd і Pb).

Технічні характеристики реле електромагнітного OMRON G2R-1-SN 24VDC (S) представлені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики реле електромагнітного G2R-1-SN

Назва параметру	Значення параметру
Номінальна напруга обмотки	24В DC
Струм контактів макс.	10А
Напруга що комутується, макс, В	125В DC, макс. 380В AC
Потужність, що комутується,	2500ВА, 300Вт
Опір обмотки макс.	1.1кОм
Час спрацьовування	15мс
Час відпускання	5мс
Робоча температура	-40...+70°C
Потужність, споживана обмоткою	530мВт
Ступінь захисту:	IP20

На підставі обраних виконуючих пристроїв і їх технічних характеристик складена таблиця 2.4.

Таблиця 2.4 – Виконуючі пристрої системи керування

№	Назва параметру	Принцип дії	Тип	Діапазон змінення	Лінійність	Значення входу	Період оновл.	Напруга живл.	Потужність споживання
1	Переміщення, пуансон вверху	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
2	Переміщення, пуансон вниз	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
3	Переміщення, матриця вверху	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
4	Переміщення, матриця вниз	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
5	Переміщення, піддон вправо	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
6	Переміщення, піддон вліво	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
7	Вібрація	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт
8	Переміщення, ящик на матрицю	Електромагнітне реле	електромагнітний	0/1	100%	24В	постійно	24В	до 0,6Вт

2.2.2 Контролер керування

Для системи керування виробництвом тротуарної плитки вибрано контролер VIPA System 200V. Контролери VIPA System 200V логічні контролери з можливістю розширення, призначені для використання в якості віддалених інтелектуальних вузлів у розподілених мережах технологічного рівня, а також для автономної роботи пристроїв керування невеликими установками, в цьому випадку роботою приводів вібропреса.

System 200V — найбільш розвинене сімейство контролерів VIPA для розв'язання завдань централізованої й розподіленої систем автоматизації. Вони використовуються в системах промислової автоматизації з підвищеними вимогами до надійності встаткування й до тимчасових параметрів контурів керування. Серія System 200V побудована за модульним принципом, що дозволяє оптимально підбирати конфігурацію для розв'язання того або іншого конкретного завдання й легко модифікувати систему при її розширенні або зміні вимог до неї.

Всі модулі вводу-виводу й інтерфейсні модулі універсальні, що дозволяє сполучати їх з будь-яким центральним процесором (CPU) даної серії. При цьому є можливість вибору процесорного модуля з оптимальною продуктивністю для розв'язку конкретного завдання.

Контролери VIPA серії System 200V мають невеликий час відгуку й підходять для керування виробництвами періодичного, безперервного й безперервно-періодичного типу.

На підставі переліку вхідних і вихідних сигналів та їх параметрів вибрано процесорний модуль VIPA 214-1BT10 (рис. 2.4).



Рисунок 2.4 – Процесорний модуль VIPA 214NET (214-1BT10)

Технічні характеристики процесорного модуля VIPA 214NET (214-1BT10):

обсяг пам'яті постійна/оперативна: 48/80 кБайт;

тип пам'яті: RAM+FLASH;

розширення пам'яті: MMC до 64Мб;

час виконання операції: з бітами - 0,18 мкс.

інтерфейс програмування: MP2I (MPI+PPI);

тип інтерфейса (електричний): RS485, RJ45;

протоколи, що підтримуються: MPI, TCP/IP

підтримка мереж: Ethernet-CP 243, TCP/IP, S7-протокол и RFC1006,

Для підключення датчиків до контролера вибрано модуль дискретних входів VIPA 221-1BH30 (рис. 2.5);

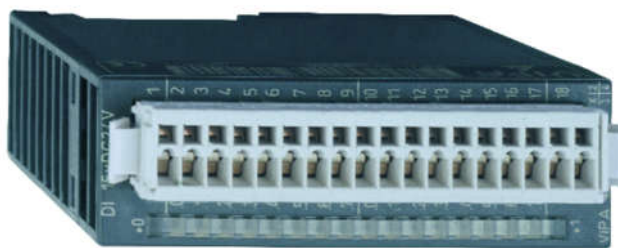


Рисунок 2.5 – Модуль дискретних входів VIPA 221-1BH30

Характеристики модуля дискретних входів VIPA 221-1BH30:

кількість входів – 16;

Тип вхідного сигналу 24В, постійного струму.

Температура оточуючого середовища 0 °С .. 60 °С

Габаритні розміри, В x Ш x Г, 25.4мм x 76мм x 88мм

Для підключення виконавчих пристроїв до контролера вибрано модуль дискретних виходів VIPA 222-1BH20 (рис 2.6).

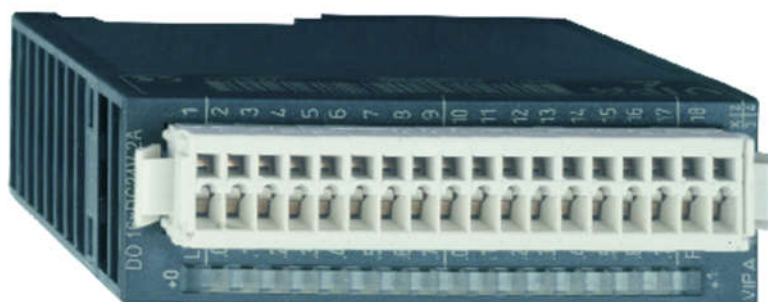


Рисунок 2.6 – Модуль дискретних виходів VIPA 222-1BH20

Характеристики модуля дискретних виходів VIPA 222-1BH20:

кількість виходів – 16;

Тип вихідного сигналу 24В, постійного струму, 2А, сумарний струм до 10А.

Температура оточуючого середовища 0 °С .. 60 °С

Габаритні розміри, В x Ш x Г, 25.4мм x 76мм x 88мм

Для забезпечення роботи контролера вибрано джерело живлення VIPA 207-1BA00 (рис 2.7).



Рисунок 2.7 – Джерело живлення VIPA 207-1BA00

Технічні характеристики джерела живлення VIPA 207-1BA00:

вхідна напруга 100..240 В;

вихідна напруга 24 В;

вихідний струм, мах 2А;

захист виходу від перенапруги й короткого замикання.

Підключення виконавчих пристроїв до виходів контролера здійснюється за допомогою електромагнітних реле.

Результати вибору пристроїв керування та їх модулів приведено у таблиці (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Пристрої керування та їх модулі

№	Назва модулю	Пристрій
1	VIPA 214NET (214-1BT10)	Процесорний модуль
2	VIPA 221-1BH30	Модуль дискретних входів
3	VIPA 222-1BH20	Модуль дискретних виходів
4	VIPA 207-1BA00	Джерело живлення

2.2.3 Вибір пульта оператора

Для програмування контролера та полегшення взаємодії оператора з системою керування використаємо панель серії ESO.

Панелі серії ESO відкривають нові можливості для користувачів завдяки потужній системі візуалізації в поєднанні з привабливою ціною обладнання. Пристрої цієї серії відрізняються не тільки безкомпромісною надійністю і продуктивністю, але також відмінним співвідношенням ціна / якість. Великий термін служби обладнання забезпечується, серед іншого, за рахунок

використання пасивної системи охолодження і електронних накопичувачів інформації. Це означає, що в конструкції панелей відсутні будь-які електромеханічні компоненти.



Рисунок 2.8 – Панелі серії ECO

Панелі серії ECO в комбінації з системою візуалізації Movicon Basic володіють потужнішим функціоналом, ніж будь-які інші аналогічні вироби, що досягається за рахунок вдалого поєднання всіх переваг технології Movicon з простий у використанні середовищем розробки. Все це забезпечує високу масштабованість і значне поліпшення продуктивності кожного проекту.

Додаткове ПО VIPA PLCTOOL дозволяє вивантажувати і завантажувати програму в контролер, зчитувати діагностичний буфер, а також керувати режимом роботи (ПУСК / СТОП) підключеного контролера без використання пристрою з системою програмування.

Характеристики

Розмір екрану дисплея від 4,3" до 15"

Тип дисплея: кольоровий TFT

Процесори ARM11, 533 МГц і Cortex-A8 1000 МГц

Інтерфейси: RS-232, RS-232 / RS-422 / RS-485, Ethernet RJ45, USB-A (вбудовані), MPI / PROFIBUS DP slave (опціональні)

Пам'ять користувача 50-256 Мбайт, розширення за допомогою карт SD і MMC, а також USB-накопичувача

Попередньо встановлено операційна система Windows Embedded CE 6.0 Core і середовище виконання Movicon BASIC 11

Для нашої системи використаємо модель 62P-NHC0-CB. Панель оператора 62P-NHC0-CB має в своєму складі TP 615LC+, кольоровий РК-дисплей 15" 1024x768, процесор Cortex-A8 1000 МГц, робоча пам'ять 256 Мбайт, інтерфейси: 2 x Ethernet (RJ45), RS-232 (DB9), RS-232/422/485 (DB25), 1 x USB-A; передвстановлена ОС Windows Embedded CE 6.0 Professional

2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

Система автоматичного керування виконує наступні функції:

- захист;
- контроль;
- регулювання;
- вимір;
- керування.

У верхній частині функціональної схеми зображений вібропрес і показані умовні позначки й місце розташування чутливих елементів давачів. Давачи, що розглянуті в рамках теми кваліфікаційної роботи:

кінцеві вимикачі для контролю положення елементів вібропресу.

У нижній частині схеми розташовуються умовні позначки приладів, засобів автоматизації апарати керування й сигналізації. Тут же вказані й місцеві прилади виміру й перетворення, призначені для індикації технологічного параметра в місці відбору.

Функції керування

Керування системою здійснюється як у ручному режимі за допомогою кнопок і перемикачів, розташованих на панелі керування за дверцятами щита й так і в автоматичному режимі. Керування запуском насосів і двигунів відбувається з контролера при сприятливих параметрах системи.

На функціональній схемі автоматизації показаний принцип автоматизованого керування вібропресом.

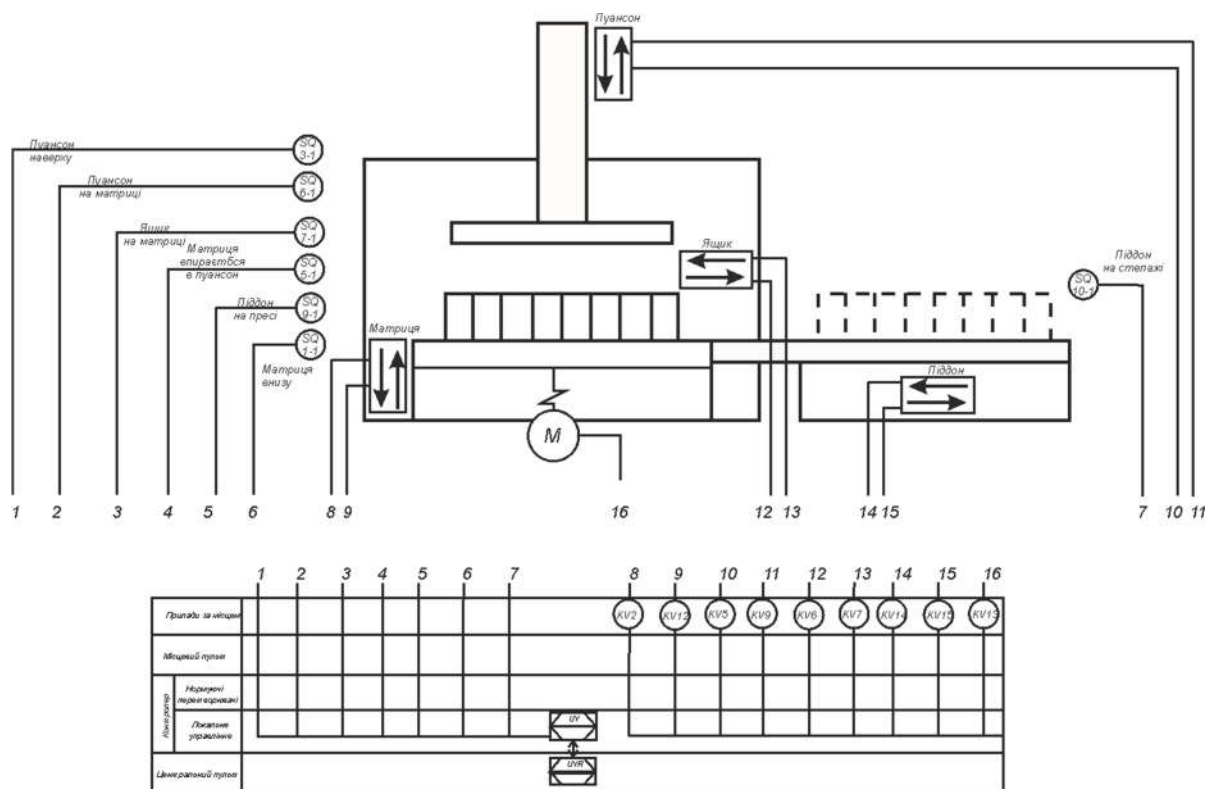


Рисунок 2.9 – Функціональна схема автоматизації вібропреса

Опис роботи комплексу в автоматичному режимі.

Автоматичний режим керування вібропресом реалізований на ПЛК VIPA.

Сигнали керування в ПЛК VIPA надходять від безконтактних індуктивних вимикачів, розташованих на вузлах формуючого блоку. Система керування на базі ПЛК VIPA має високу ступінь надійності, відрізняється простотою, доступністю й спроектована для важких умов роботи. Збої в роботі можуть виникати тільки від неправильного регулювання положення давачів. Давачи, що установлені в джойстиках і на пресі, E2A фірми OMRON однакові й взаємозамінні, а також швидкозмінні за рахунок застосування роз'ємних з'єднань. У роз'ємних з'єднаннях установлені зелені світлодіоди для відображення подачі живлення й жовті – для індикації спрацьовування давачів. Відстань спрацьовування давачів (від поверхні прапорця до торця давача) рівно 8 мм. Для більш надійного й певного спрацьовування в присутності вібрацій відстань установлено 2 ± 1 мм.

У гідроциліндрах модуля завантаження суміші й модуля подачі піддонів установлені індуктивні вимикачі для роботи в середовищі високого тиску. Дані вимикачі в регулюваннях не мають потреби.

Функціональне призначення давачів на пресі:

SQ1 – матриця в крайньому нижньому положенні (піддон затиснутий);

SQ2 – висота виробу в заданому розмірі;

SQ3 – пуансон у верхньому положенні;

SQ5 – матриця впирається в пуансон;

SQ6 – пуансон торкається суміші (включення вібрації).

Порядок включення автоматичного режиму.

Автоматичний режим включається після одержання якісної продукції в ручному режимі: підібрана суміш, отриманий розмір виробу й налаштовані давачи. Запуск автоматичного режиму завжди починається із встановленні преса у початкове положення:

- ящик завантажувальний під бункером (на панелі пульта керування ввімкнений світлодіод SQ8);

- пуансон у середньому положенні (на панелі пульта керування вимкнені світлодіоди SQ2,SQ6,SQ3);

- матриця в середньому положенні (на панелі пульта керування вимкнені світлодіоди SQ1,SQ5);

- піддон на пресі (на панелі пульта керування ввімкнений світлодіод SQ9).

Потім натиснути зелену кнопку «Автомат», ввімкнеться підсвічування кнопки.

Зупинка автоматичного режиму виконується натисканням червоної кнопки «Автомат».

2.4 Розробка схеми електричної принципової

Принципова схема системи показана на рисунку 2.10.

На принциповій схемі зображуються всі електричні елементи й обладнання, необхідні для здійснення й контролю виконання процесів, усі

електричні зв'язки між ними, а також електричні елементи (з'єднувачі й т.п.), якими закінчуються вхідні й вихідні ланцюги.

Електроустаткування оснащено комплектуючими виробами закордонного й вітчизняного виробництва з високим ступенем надійності.

До складу електроустаткування входять:

- виконавчі електродвигуни;
- пульт керування;
- електромагнітні приводи гідророзподільників;
- безконтактні індуктивні датчики положення виконавчих вузлів преса;
- електрокомунікації (сполучні кабелі й клемні коробки).

До складу пульта керування входять дві функціонально скомпоновані панелі:

- панель керування;
- панель монтажна.

На панелі керування розміщені елементи світлової індикації положення виконавчих вузлів преса, стану фільтра гідросистеми, світловий індикатор «Мережа».

На панелі керування розміщені перемикачі й вимикачі кнопкові: «Стоп» (загальне відключення встановленні), «Сирена» (попереджуючий звуковий сигнал), «Насос» (включення й відключення насосної станції), «Зарівнювання» (включення й відключення режиму зарівнювання суміші), «Актив» (включення й відключення активного завантаження суміші), «Автомат» (включення й відключення автоматичного режиму роботи вібропресу).

Електромагніт YA12 гідророзподільника модуля подачі піддонів при переміщенні піддонів на стелаж має плавний підйом напруги живлення на котушці, чим виключаються поштовхи при рушанні піддонів з місця.

На панелі монтажної встановлене програмований контролер VIPA system 200V алгоритм, що задає, керування виконавчими механізмами вібропресу, і проміжні реле. На сполучних колодках, установлених на панелі, напаяні

зворотні діоди, підключені паралельно обмоткам електромагнітів гідророзподільників і призначені для зменшення іскріння на контактах реле.

У верхній частині панелі монтажної встановлені клеми для підключення джгутів до панелі керування. Також на панелі змонтовані: силова пускозахисна апаратура, що складається з автоматичних вимикачів, пускачів і запобіжника; стабілізоване джерело G1 для живлення програмувального контролера й індуктивних датчиків; стабілізоване джерело G2 для живлення котушок електромагнітів постійним струмом; випрямний блок – 56 В схеми електродинамічного гальмування двигуна вібростола.

Вимикач навантаження QS1, руків'я якого виведене на передні дверцята пульта керування, є ввідним роз'єднувачем, через який пульт керування підключається до мережі живлення.

На дні пульта керування встановлений силовий трансформатор блоку електродинамічного гальмування.

Функціональне призначення елементів схеми, а також їх приналежність до виконавчих вузлів і модулів формуючого блоку наведені на схемі електричній принциповій.

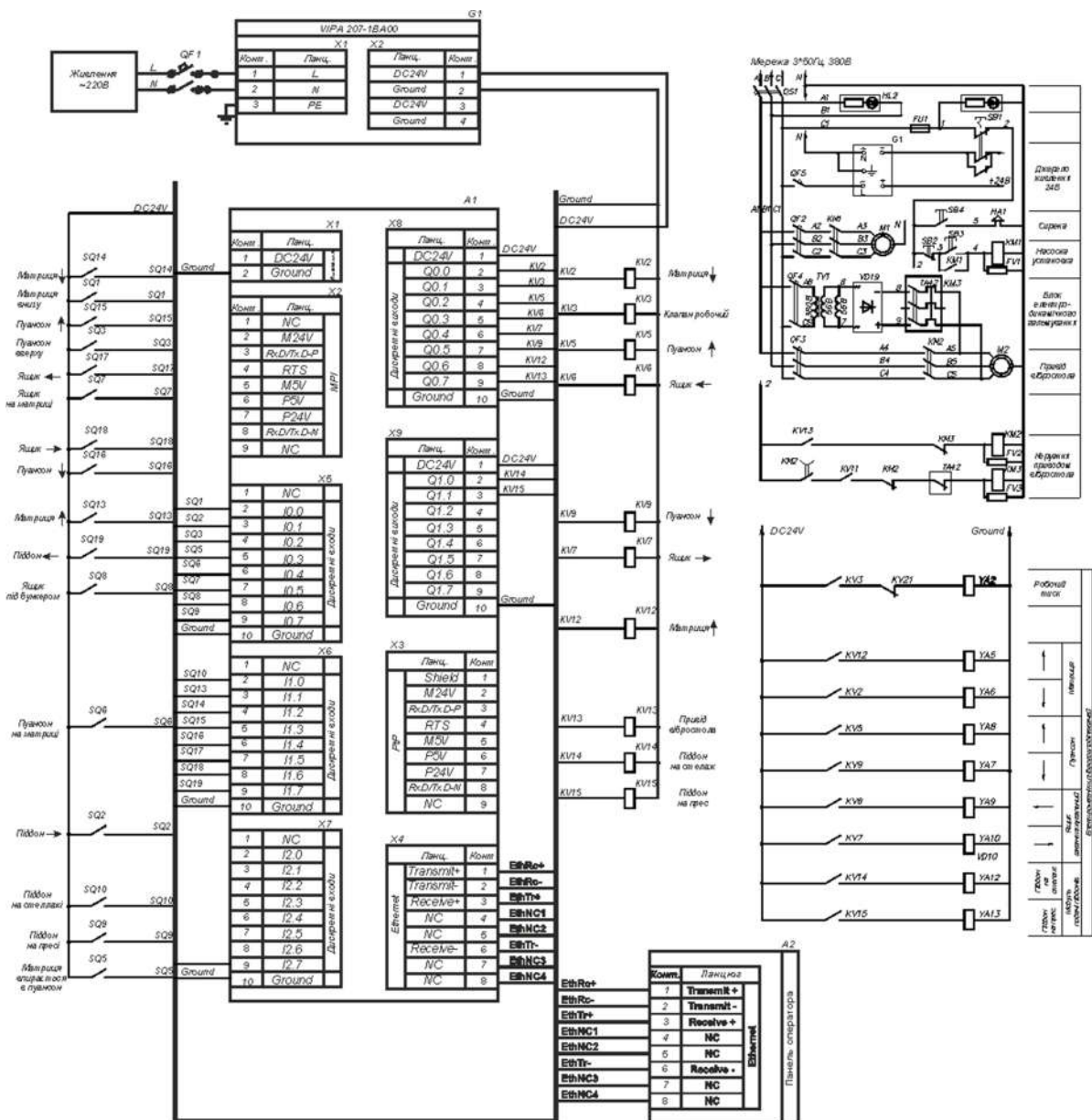


Рисунок 2.10 – Схема електрична принципова системи керування вібропресом

2.5 Висновки по розділу

На підставі аналізу технологічного процесу, структури об'єкта керування, функціонування об'єкта керування та вимог до системи керування розроблено структурну схему системи керування.

Враховуючи вимоги до технологічного процесу, діапазони зміни вимірювальних параметрів та керованих параметрів обрані датчики та

виконавчі пристрої які мають стандартні діапазони вхідних та вихідних сигналів 0/24 В, та стандартне живлення 24 В, ~380 В.

На підставі вимог до технологічного процесу та функціонування системи керування в якості пристрою керування обрано програмований логічний контролер VIPA 214-2BT10. Враховуючи датчики, виконавчі пристрої та тип контролера обрано його модулі які забезпечують підключення усіх елементів.

Згідно з вимогами до розміщення автоматизованого робочого місця оператора та людино-машинного інтерфейсу в якості панелі оператора обрано промисловий комп'ютер VIPA 62P-NHC0-CB з операційною системою Microsoft Windows Embedded 7 та SCADA системою zenon Supervisor.

Згідно з обраним датчиками, виконавчими пристроями, пристроєм керування та панеллю оператора розраховані споживані потужності та обрані блоки живлення.

На підставі структурної схеми системи керування та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації системи керування з урахуванням якої розроблена схема електрична принципова системи керування.

Результати розробки апаратного забезпечення системи керування будуть використанні при створенні програмного забезпечення системи керування.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Вібропрес відноситься до дискретних об'єктів керування. Згідно завдання в кваліфікаційній роботі буде виконано розробку програмного забезпечення для системи керування вібропресом

3.1 Розробка алгоритму функціонування системи керування

Використовуючи опис принципу функціонування системи керування вібропресом, розглянутий в Розділі 1, виділимо можливі стани системи

A0 – Піддон знаходиться на подаючому пристрої (стелажі), матриця та пуансон знаходяться в вихідному стані (підняті вгору);

A1 – Пустий піддон подається на вібропрес, до моменту спрацювання датчика наявності піддона;

A2 – Вмикається привід опускання матриці до крайнього нижнього положення, одночасно з матрицею опускається пуансон;

A3 – Вмикається привід підняття пуансона вгору;

A4 – Подається ящик з цементною сумішшю;

A5 – Вивантаження суміші з ящика в матрицю виконується при ввімкненому приводі вібростола протягом 3 сек. Виконується попереднє укладання суміші;

A6 – Ящик з-під суміші прибирається та очікується сигнал до основного циклу формовання;

A7 – Пуансон опускається до торкання з сумішшю;

A8 – Вмикається привід вібростола до спрацювання датчика (до 15 сек) повного стискання суміші;

A9 – Вмикається привід піднімання пуансона;

A10 – Привід вібростола вимикається і матриця піднімається;

A11 – Піддон виймається;

A12 – Очікується новий піддон на стелажі.

Для реалізації функцій керування вібропресом більш прийнятним є автомат з пам'яттю. Для цього автомату було побудовано таблиці входів та виходів, які представлені на рисунках 3.1 та 3.2 відповідно.

	Положення, матриця внизу	Положення, висота виробу	Положення, пуансон вверху	Положення, матриця вверху	Положення, пуансон на матриці	Положення, піддон на пресі	Положення, піддон на стелажі	Положення, ящик над матрицею	Положення, ящик під столом	Кнопка "ПУСК"	Кнопка "СТОП"	Таймер 3сек	Таймер 15сек
	SQ1	SQ2	SQ3	SQ4	SQ5	SQ6	SQ7	SQ8	SQ9	HS1	HS2	T1	T2
x00	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
x0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
x1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
x2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
x3	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
x4	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
x5	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
x6	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
x7	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
x8	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0
x9	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
x10	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
x11	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0
x12	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0

Рисунок 3.1 – Таблиця входів (комбінацій входів)

	Переміщення, пуансон вверх	Переміщення, пуансон вниз	Переміщення, матриця вверх	Переміщення, матриця вниз	Переміщення, піддон вийняти	Переміщення, піддон у прес	Вібрація	Переміщення, ящик на матрицю	Переміщення, ящик під прес	Таймер 1	Таймер 2
	NS10	NS11	NS12	NS13	NS14	NS15	NS16	NS17	NS18	T1	T2
y0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
y3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
y5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
y6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
y7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
y8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
y9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
y10	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
y11	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
y12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Рисунок 3.2 – Таблиця виходів (комбінацій виходів)

По виділеним станам автомату та таблицям входів і виходів побудуємо суміщену таблицю переходів та виходів, рисунок 3.3.

	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
x00	A0/y0												
x0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0	A0/y0
x1	A1/y6	A1/y6											A1/y6
x2		A2/y10	A2/y10										
x3			A3/y1	A3/y1				A8/y11	A8/y11				
x4				A4/y8	A4/y8								
x5					A5/y7	A5/y7							
x6						A6/y9	A6/y9						
x7							A7/y2	A7/y2					
x8									A9/y12	A9/y12			
x9	A0/y0								A0/y0				
x10										A10/y3	A10/y3		
x11											A11/y5	A11/y5	
x12												A12/y0	A12/y0

Рисунок 3.3 – Суміщена таблиця переходів та виходів

На основі опису функціонування вібропреса було розроблено граф станів (рис. 3.4)

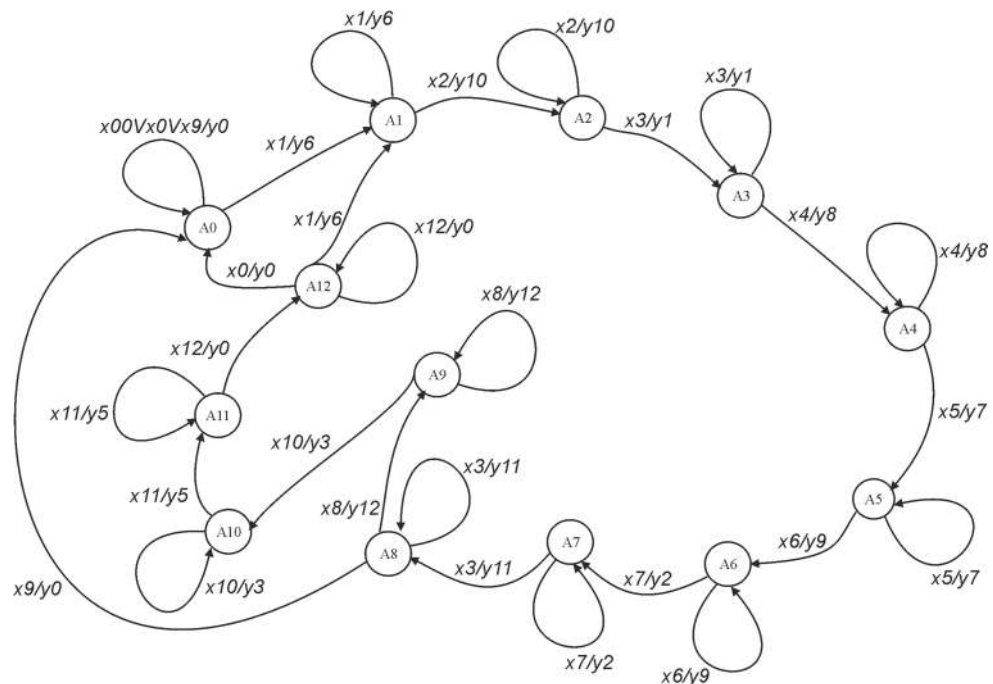


Рисунок 3.4 – Граф станів

3.2 Конфігурування програмованого логічного контролера

В кваліфікаційній роботі для розробки системи керування вібропресом вибрано контролер VIPA System 200V. Контролери VIPA System 200V логічні контролери з можливістю розширення, призначені для використання в якості віддалених інтелектуальних вузлів у розподілених мережах технологічного рівня, а також для автономної роботи пристроїв керування невеликими установками, в цьому випадку роботою приводів вібропреса. Середовище розробки програмного забезпечення scada zenon і zenon logic — програмний пакет, призначений для:

- конфігурування і параметризація апаратних засобів;
- проектування комунікацій (ProfibusDP slave/master, Ethernet);
- створення та налагодження програм;
- архівування;
- діагностики контролерів VIPA.

Оболонка має дружній інтерфейс для всіх етапів роботи. Це єдина оболонка для всіх типів контролерів VIPA.

Scada zenon містить різні інструменти для створення проекту:

- конфігурація апаратного забезпечення;
- символний редактор, для визначення змінних через символне позначення;
- редактор програм;
- документування та здійснення симуляції роботи контролера.

Редактор програм використовується для створення програми користувача. zenon logic містить мови програмування, що відповідають стандарту IEC 61131_3.

Датчики контролю для системи обрані на підставі технічних вимог розроблених для системи керування вібропресом

Вхідні і вихідні дані представлені в таблиці позначень змінних scada zenon (рис. 3.5)

State	Name	Measurin.	Driver	Data type	Signal area	Signal ar.	Measuring r.	Mea.	Start offset	Start L.	Identification
	NS11		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення пуансона вниз
	NS12		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення матриці вверху
	NS13		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення матриці вниз
	NS14		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення піддон вийняти
	NS15		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення піддон у прес
	NS16		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Привід вібрації
	NS17		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення ящика на матрицю
	NS18		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Переміщення ящика під прес
	SQ1		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення матриці низу
	SQ2		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик контролю висоти виробу
	SQ3		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення пуансона вверху
	SQ4		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення матриці вверху
	SQ5		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення пуансон на матриці
	SQ6		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення піддон на пресі
	SQ7		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення піддон на стелажі
	SQ8		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик ящик над матрицю
	SQ9		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Датчик положення ящик під столом
	SS0		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Початковий"
	SS1		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Пустий піддон подається на вібропрес"
	SS2		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід опускання матриці"
	SS3		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід підняття пуансона вгору"
	SS4		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Подається ящик з цементною сумішшю"
	SS5		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Вивантаження суміші з ящика в матрицю, выбра...
	SS6		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Ящик з-під суміші прибирається та очищується с...
	SS7		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Пуансон опускається до торканя з сумішшю"
	SS8		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід вібростола до спрацювання д...
	SS9		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід піднімання пуансона"
	SS10		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Привід вібростола вимикається і матриця піднім...
	SS11		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Піддон виймається"
	SS12		S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Сигнал стану "Очищується новий піддон на стелажі"
	StonAlarm		MATINR32 -	BOOL	1.000000	0.000000		1 0	0	0	Впливання сигналу тисового

Рисунок 3.5 – Таблиця позначень вхідних і вихідних змінних scada zenon

В таблиці позначені вхідні змінні представлені під номерами 1-11, вихідні дані представлені під номерами 12-20.

Конфігурація контролера приведена на рисунку 3.6.

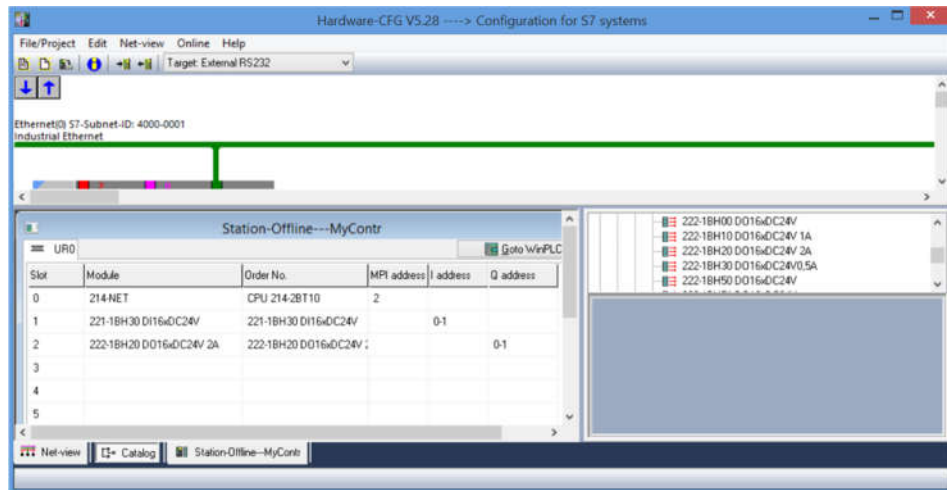


Рисунок 3.6 – Конфігурація контролера VIPA

3.3 Розробка програмного забезпечення для SCADA системи

Scada система нового покоління zenon являє собою оригінальний програмний продукт підприємства COPA-DATA. SCADA система являє собою потужну систему керування технологічними процесами і складається з таких компонентів:

- Багатозадачна операційна оболонка. Призначена для пріоритетного розподілу процесорного часу між поточними завданнями.

- Мережева розподілена база даних. Складається з наступних рівнів: логічна база (Logicbase); відео база (Videobase); база обладнання (Hardwarebase), MathBase, OPC Server.

- Менеджер взаємодії мереж. Являє собою програмний інтерфейс між протоколами MODBUS і TCP / IP, взаємодія цих протоколів з іншими компонентами системи. Підтримує OPC-Server. - Менеджер дистанційного керування. Забезпечує дистанційне керування з клавіатури сервера та / або комп'ютера оператора.

- Менеджер аварійних захистів. Являє собою набір програмно змодельованих блоків, які є шаблонами для створення необхідного алгоритму аварійного захисту. Процес побудови алгоритму аварійного захисту являє собою опис зв'язків між цими блоками.

- Система протоколювання. Забезпечує протоколювання поточної інформації на технологічному сервері, а в разі необхідності на компакт диску сервера. Дозволяє одночасно переглядати на спеціальному екрані до шести параметрів. Є вбудована система масштабування і синхронізації графіків. Оригінальний алгоритм інтегрування дозволяє в реальному часі обчислювати середні показники параметрів за будь-який інтервал часу, що особливо цінно при економічних розрахунках.

- Система графічного відображення є оригінальною розробкою і являє собою набір графічних програм, які відображають хід технологічного процесу в зручному для оператора вигляді.

Отримані дані використовуються для систем: візуалізації, вимірювання, реєстрації, аналізу, контролю та керування технологічним процесом, та / або обладнанням, а також архівування даних на жорсткому диску комп'ютера.

Розробка людино-машинного інтерфейсу і логіки його роботи ведеться в середовищі розробки zenon, складні логічні завдання, а так само завдання симуляції фізичних контролерів вирішуються за допомогою програм на мовах програмування стандарту MEK 61131-3, які розробляються в середовищі розробки LogicWorkbench. Виконання розробленого людино-машинного інтерфейсу ведеться в середовищі виконання zenon RT, а програм розроблених в LogicWorkbench в середовищі виконання Logic RT реалізує програмний програмований логічний контролер.

Розробка та налаштування вікна відображення ходу технологічного процесу проводиться в редакторі мнемосхем, рисунок 3.7



Рисунок 3.7 – Вікно відображення мнемосхеми системи керування

Взаємозв'язок між zenon RT з програмованими логічними контролерами, операційною системою і базами даних виконується за допомогою драйверів. Кожному підключенню відповідає свій драйвер, що забезпечує легкість додавання підтримки нових пристроїв, простоту розширення scada, можливість індивідуальної настройки кожного з'єднання. Драйвера забезпечують протоколи обміну даними між scada zenon і периферійними пристроями, підключеними через фізичні та віртуальні канали зв'язку.

Оператор scada системи за допомогою людино-машинного інтерфейсу може спостерігати за змінами в процесі керування, аналізувати одержувані дані, робити керування технологічним процесом, реагувати на позаштатні ситуації.

На рисунках 3.8 та 3.9 представлені вікна списку подій та списку тривог.

Время	Текст	Имя переменной	Значение
10 05 2022 20:19:42	Стан А1 – Пустий пуддон подається на вібропрес. до моменту	SS1	1
10 05 2022 20:19:53	Стан А2 – Вмикається привід опускання матриці до крайнього	SS2	1
10 05 2022 20:20:02	Стан А3 – Вмикається привід підняття пуансона вгору	SS3	1
10 05 2022 20:20:13	Стан А4 – Подається ящик з цементною сумішшю	SS4	1
10 05 2022 20:20:22	Стан А5 – Вивантаження суміші з ящика в матрицю виконується	SS5	1
10 05 2022 20:20:33	Стан А6 – Ящик з-під сумішки прибирається та очищується	SS6	1
10 05 2022 20:20:42	Стан А7 – Пуансон опускається до торкання з сумішшю	SS7	1
10 05 2022 20:20:50	Стан А8 – Вмикається привід вібростопа до спрацювання	SS8	1
10 05 2022 20:20:54	Стан А9 – Вмикається привід підняття пуансона	SS9	1

Рисунок 3.8 – Вікно відображення списку подій системи керування вібропресом



Рисунок 3.9 – Вікно відображення списку тривог системи керування вібропресом

3.4 Розробка програмного забезпечення програмованого логічного контролера

Розробка програмного забезпечення контролера виконувалась в scada zenon для програмного програмованого логічного контролеру zenon Logic. При цьому, крім програмного забезпечення контролеру, розроблене програмне забезпечення для перевірки його функціонування в автоматичному режимі (рис.3.10).

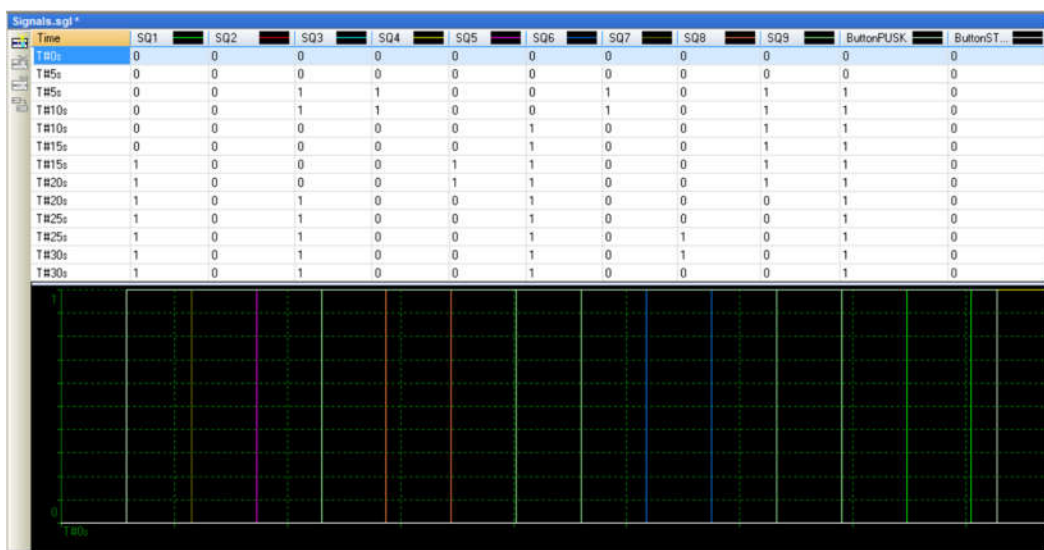


Рисунок 3.10 – Данні для перевірки роботи програмного забезпечення

Основна програма роботи вібропреса представлена на рисунку 3.11.

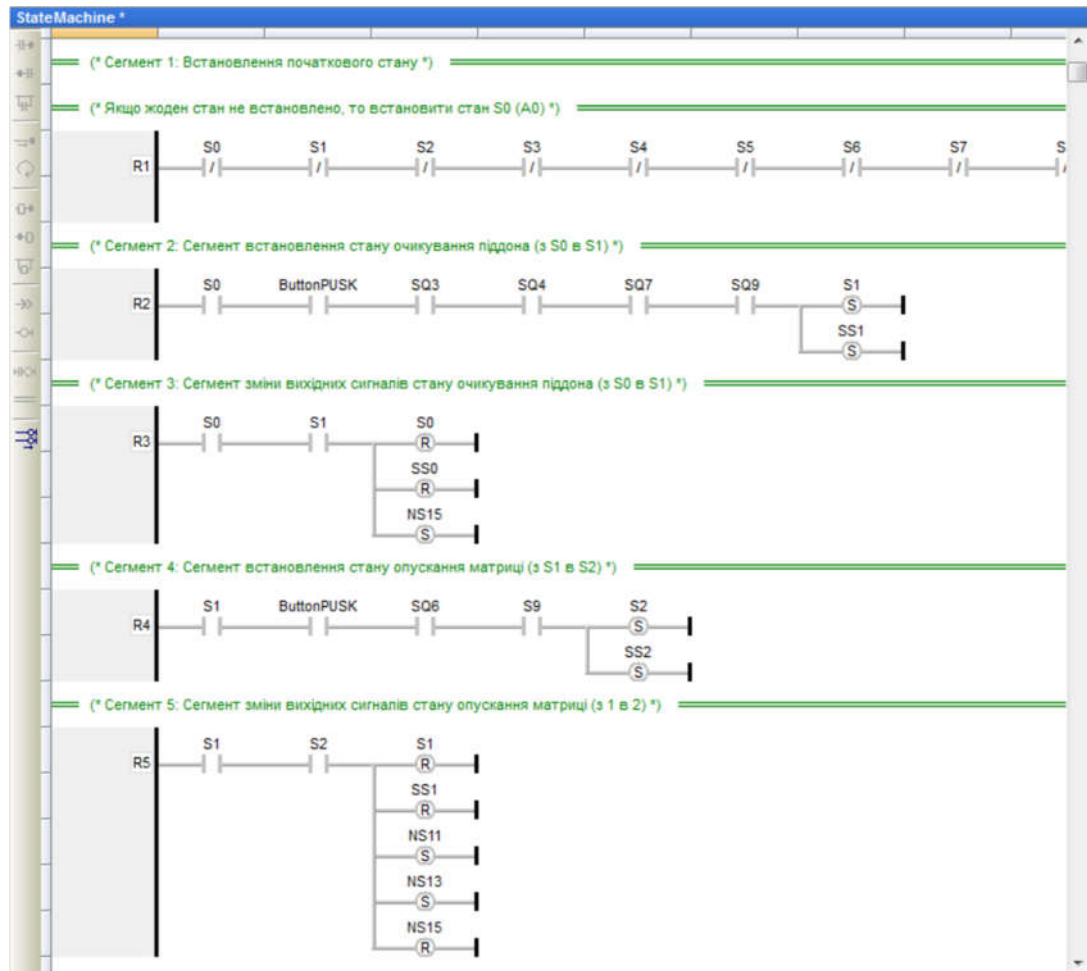


Рисунок 3.11 – Основна програма роботи вібропреса

Ця програма є текстовою реалізацією графу станів системи керування вібропресом.

Програма написана на мові програмування LD – мова релейного логіки. Програма налагодження і компілюється в середовищі zenon logic.

Програма призначена для виконання функцій системи, передбачених роботою технологічного обладнання вібропреса.

3.5 Висновки по розділу

На підставі технологічного процесу, структури об'єкта керування, його вхідних та вихідних параметрів, вимог до системи керування розроблено словесний опис алгоритму керування та його представлення у вигляді автомата з пам'яттю.

На підставі обраного апаратного забезпечення, пристрою керування, його модулів, панелі оператора та мережевих інтерфейсів розроблено налаштування пристрою керування.

Відповідно до алгоритму функціонування системи керування розроблено програмне забезпечення пристрою керування на мові Ladder Diagrame та виконано перевірку його функціонування. Розроблено програмне забезпечення пристрою керування функціонує відповідно до алгоритму та відповідає усім вимогам.

Відповідно до вимог в scada zenon Supervisor розроблено людино-машинний інтерфейс системи керування, який відображає технологічний процес у вигляді мнемосхеми, дозволяє перевіряти послідовність зміни стану датчиків та виконавчих пристроїв за допомогою хронологічного списку подій, реагувати на попередження пов'язані з невідповідним функціонуванням системи керування та наближенням контрольованих параметрів до критичних значень за допомогою списку тривоги.

Перевірка функціонування програмного забезпечення системи керування показала, що воно функціонує відповідно до алгоритму керування і усіх поставлених вимог та може бути використано при створенні системи керування.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У кваліфікаційній роботі розглядається система керування вібропресом, для якої розробляється загальна структура системи, вибираються елементи автоматики й алгоритми керування встаткуванням. Розрахуємо вартість розробленої системи керування та програмного забезпечення до неї.

4.1 Розрахунки капітальних витрат

Зведення капітальних витрат на встаткування при впровадженні системи керування вібропресом наведено в таблиці 4.1.

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{мн}, \quad (4.1)$$

де $K_{об}$ – витрати на придбання встаткування,

$K_{тр}$ – витрати на транспортування;

$K_{мн}$ – на монтаж і налагодження системи керування.

Таблиця 4.1 – Капітальні витрати, грн.

№ п/п	Найменування статей витрат	Кіл. од.	Вартість за од. товару, грн.	Загальна вартість, грн.
1	ПЛК VIPA	1	14316,6	14316,6
2	Блок живлення SPD24301 (30Вт)	2	1250,0	2500,0
3	Привода подачі	1	1582,0	1582,0
4	Датчик положення	8	84,75	678
5	НМІ панель керування	1	6 549,0	6 549,0
	Разом			25625,6

Транспортно-заготівельні витрати визначаються по всіх розділах залежно від вартості устаткування, матеріалів, виробів, конструкцій та дорівнюють 8% від загальної вартості.

$$D_{тр} = C_{кв} \cdot 0,08, \quad (4.2)$$

де, $C_{\text{кв}}$ – вартість комплектуючих виробів, грн.

Таким чином, витрати на транспортно-заготівельні роботи становлять

$$D_{\text{тр}} = 25625,6 * 0,08 = 2050,05 \text{ грн}$$

Вартість монтажних-налагоджувальних робіт ухвалюємо на рівні 7% від вартості устаткування.

$$M_{\text{мн}} = C_{\text{об}} * 0,07 \quad (4.3)$$

Витрати на монтажні-налагоджувальні роботи складуть

$$M_{\text{мн}} = 25625,6 * 0,07 = 1793,79 \text{ грн.}$$

Капітальні витрати по проекту складуть:

$$K_{\text{пр}} = 25625,6 + 2050,05 + 1793,79 = 29469,44 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунки експлуатаційних витрат

До основних статтям експлуатаційних витрат ставляться:

- амортизація основних фондів C_a ;
- заробітна плата обслуговуючого персоналу C_3 ;
- відрахування на соціальні заходи від заробітної плати C_c ;
- витрати на ремонт та технічне обслуговування $C_{p.m.o.}$;
- вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування C_{ee} ;
- інші витрати $C_{\text{інш}}$.

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C_e = C_a + C_3 + C_c + C_{p.m.o.} + C_{ee} + C_{\text{інш}}, \quad (4.4)$$

4.2.1 Амортизація основних фондів

Обладнання, розробленої в кваліфікаційній роботі системи керування, належить до 4 групи за нормами нарахування амортизації основних фондів. Передбачуваний термін експлуатації системи становить 5 років.

При використанні методу прискореного зменшення залишкової вартості норма амортизації визначається за формулою:

$$H_a = (2 / T) * 100\% \quad (4.5)$$

T – термін корисного використання об'єкта;

H_a – норма амортизації;

$$C_a = (PB * H_a) / 100\%, \quad (4.6)$$

C_a – амортизація основних фондів (річна);

PB – первинна вартість, дорівнює капітальним витратам $PB = K$;

Отже, норма амортизації для проекрованої системи керування складе:

$$H_a = (2/5) * 100\% = 40\%$$

Сума амортизації для проекрованої системи становитиме:

$$C_a = (29469,44 * 40\%) / 100\% = 11787,78 \text{ грн.}$$

4.2.2 Розрахунки річного фонду заробітної плати

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника:

$$T_{\text{ном.рік}} = (T_k - T_{\text{вих.св}} - T_{\text{відп}}) * T_{\text{зм}}, \text{ ГОДИН} \quad (4.7)$$

де, T_k – календарний фонд робочого часу, 365 днів;

$T_{\text{вих.св}}$ – вихідні дні та свята, 114 дні;

$T_{\text{відп}}$ – відпустка, 21 день;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, 8 год.

Таким чином, річний фонд робочого часу працівника складе:

$$T_{\text{ном.рік}} = (365 - 114 - 21) * 8 = 1840 \text{ годин}$$

Для керування процесом задіяні 2 оператори ЕОМ і 1 спеціаліст з електроустаткування.

Після впровадження проекрованої системи керування штат персоналу не зміниться, отже заробітна плата і відрахування на соціальні заходи будуть однакові.

Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничих робітників здійснюється у відповідності з формою, наведеною в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок заробітної плати персоналу

№ п/п	Найменування професії робітників	Число працюючих, чол		Годинна тарифна ставка, грн. / ч.	Номінальний річний фонд робочого часу (годину)	Пряма заробітна плата, грн.	Додаткова заробітна плата (10%), грн.	Доплати (7%), грн.	Всього заробітна плата, грн.
		яв.	сп.						
1	Оператор ЕОМ	2		28	1840	103040	10304	7212,8	120557
2	Налагодж. електроустаткув.	1		32	1840	58880	5888	4121,6	68889,6
	Разом								189446,6

$$C_3 = 189446,6 \text{ грн.}$$

4.2.3 Розрахунки відрахувань на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи складуть:

$$C_c = 0,36 * C_3 \quad (4.8)$$

$$C_{c,пр} = 0,36 * 189446,6 = 68200,78 \text{ грн.}$$

4.2.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування й ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт електротехнічного встаткування й мереж включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтником.

Витрати, пов'язані з ремонтом та технічним обслуговуванням нового обладнання, становлять 4% від вартості, тобто:

$$C_{р.т.о.} = K * 0,04, \text{ грн.} \quad (4.9)$$

$$C_{р.т.о.} = 29469,44 * 0,04 = 1178,78 \text{ грн.}$$

4.2.5 Розрахунки вартості споживаної електроенергії

Система працює цілодобово, упродовж року.

Розрахуємо вартість електроенергії, споживаної системою керування, розробленої у проекті:

$$C_{ee} = K_e * K_d * T \quad (4.10)$$

де K_e – кількість електроенергії, спожите проектованої системою керування за годину, кВт*год;

$K_{др}$ – кількість днів у році, $K_{др} = 365$ днів;

T – тариф на електроенергію для підприємств (Для користувачів електроенергії 2 класу тариф складає 1,64 грн. за кВт без ПДВ. З урахуванням ПДВ тариф $T = 1,64 * 1,2 = 1,968$ грн).

Виходячи з технічних характеристик контролерів VIPA, споживання електроенергії становить:

для контролера VIPA – 0,6 кВт.

Здійснимо розрахунок вартості споживаної електроенергії при впровадженні системи керування.

Витрати на електроенергію будуть становити:

$$C_{ee} = 0,6 * 365 * 24 * 1,968 = 10343,81 \text{ грн,}$$

4.2.6 Визначення інших витрат

Інші витрати з експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та інше згідно практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу:

$$C_{інш} = C_3 * 0,04 \text{ грн.} \quad (4.11)$$

$$C_{інш.} = 189446,6 * 0,04 = 7577,86 \text{ грн.}$$

За формулою 4.4 розраховуємо річні експлуатаційні витрати:

$$C_e = 11787,78 + 189446,6 + 68200,78 + 1178,78 + 10343,81 + 7577,86 = 288535,61 \text{ грн.}$$

Розраховані експлуатаційні витрати представлено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Експлуатаційні витрати по варіантах

Найменування показника	Проектний варіант
Амортизація	11787,78
Фонд заробітної плати	189446,6
Відрахування на соц. виплати	68200,78
Ремонт і тех.обслуговування	1178,78
Електроенергія	10343,81
Інші	7577,86
Разом	288535,61

Виходячи з розрахунків, видно, що впровадження нового обладнання та його експлуатація є дуже коштовними в матеріальному плані, але необхідними, оскільки впровадження нової системи керування дозволить підвищити якість продукту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при експлуатації вібропреса

У кваліфікаційній роботі розробляється система автоматичного керування вібропресом.

При експлуатації вібропреса на персонал можуть впливати наступні небезпечні й шкідливі виробничі фактори: підвищене значення напруги в електричному колі, шум і вібрація поряд з технологічним обладнанням, недостатність природнього світла.

5.2 Інженерно-технічні заходи щодо охорони праці

5.2.1 Електробезпека

Живильна мережа — чотирипровідна трифазна мережа змінного струму, система TN-S (рисунок 5.1). Напруга живильної мережі 380В, частотою 50 Гц.

Електроустаткування відноситься до розряду електроустановок з напругою живлення до 1000В. Експлуатація таких установок пов'язана із серйозною небезпекою ураження електричним струмом.

Для електричного устаткування передбачене обов'язкове заземлення (відповідно до ПУЕ) металевих частин вібропреса, електродвигунів, шаф електроустаткування, металевих оболонки кабелів і т.п.

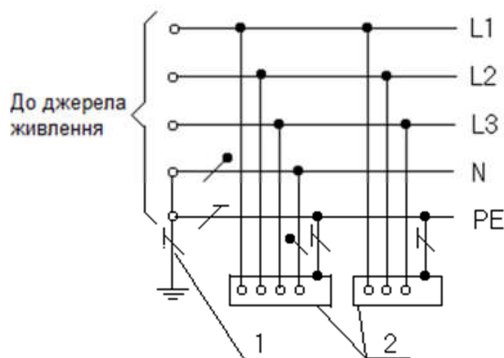


Рисунок 5.1 – Система TN-S змінного струму (нульовий захисний і нульовий робочий провідники розділені)

1 - заземлювач нейтралі джерела змінного струму; 2 - відкриті провідні частини; N - нульовий робочий (нейтральний) провідник;

PE - захисний провідник (заземлюючий провідник, нульовий захисний провідник, захисний провідник системи урівнювання потенціалів).

Захисне заземлення являє собою спеціальне з'єднання із землею неструмоведучих металевих елементів устаткування, які при ушкодженні ізоляції струмоведучих частин можуть виявитися під напругою. Захисне заземлення забезпечує зниження напруги між корпусом електричної машини, що опинився під напругою, і землею до безпечного значення.

Відповідно до Правил улаштування електроустановок, заземленню підлягають усі металеві частини вібропреса, які в процесі нормальної експлуатації не перебувають під напругою, але можуть виявитися під напругою внаслідок пробую ізоляції й інших причин. Усі елементи комплексу вібропресування заземлюють паралельно; послідовне заземлення не допускається [16]. Для заземлення устаткування в приміщенні прокладений контур по стінах на висоті 100-200 мм від підлоги. Контур, виконаний з металеві (сталеві) шини перерізом 16X5мм і приєднаний до магістралі заземлення.

У мережах із заземленої нейтраллю застосування місцевого заземлюючого пристрою, не пов'язаного з нульовим проведнням, забороняється, тому що при цьому не забезпечується безпека обслуговуючого персоналу. У цьому випадку металеві корпуси електроустаткування повинні бути обов'язково заземлені через нульовий провідник. Такий спосіб захисту від ураження електричним струмом називається зануленням. Нульовий провідник при цьому повинен бути багаторазово (через 250 м) повторно заземлений. При зануленні для захисту обслуговуючого персоналу автоматично відключається від електричної мережі електроустаткування з ушкодженою ізоляцією. Відключення відбувається внаслідок того, що при замиканні фази на корпус електричної машини виникає коротке замикання фази з нульовим провідником.

При цьому спрацьовує струмовий захист, наприклад згоряють провідники плавких запобіжників, і фазовий провідник з порушеною ізоляцією відключається від мережі енергопостачання.

5.2.2 Заходи щодо зниження запиленості робочої зони

Технологічні процеси на виробництві будівельної суміші характеризуються виділенням у повітряне середовище пилу.

Гранично припустима концентрація цементного пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати 6 мг/м^3 відповідно до ГОСТ 12.1.005.

Для зниження запиленості в цеху на виробництві будівельної суміші необхідно встановити вентилятори ВЦП 6-45-5. Виключити можливість пересипання матеріалів, при транспортуванні й вивантаженні за допомогою паперових кишень.

Упродовж робочого дня проводити поливання підлог сумішшю води з 20%-м розчином хлорного вапна, що дозволить знизити запиленість повітря до $1,8...2,6 \text{ мг/м}^3$.

Використовувати засоби індивідуального захисту від пилу відповідно до ДСТУ EN 140:2004 — непроникного протипилового спецодягу півмасок «Пелюстка-40», окулярів закритих із прямою вентиляцією ЗП12-80.

5.2.3 Заходи щодо зниження шуму й вібрації встаткування

У якості заходу захисту від поширення шуму в цеху використане закриття приводів мішалок на змішувачах і дозаторах кожухом зі звукопоглинаючого матеріалу. Розроблена система керування виробництвом будівельної суміші також дозволить перейти на дистанційне керування вібропневмопроцесами (дистанційне включення/відключення змішувачів, компресора, дозаторів). Також необхідно більш широко застосовувати примусове змазування поверхонь, що мають тертя.

Для зниження шкідливого впливу вібрації пропоную використовувати віброгасяче покриття підлоги в місці розташування компресорної установки, а також дистанційне керування.

Для захисту від шуму технологічного встаткування пропоную використовувати шумозахисну перегородку для робочих місць операторів. Але, через те, що не всі операції по керуванню технологічним устаткуванням можна виконати дистанційно – для працівників пропоную використовувати навушники, у якості індивідуального засобу захисту.

5.2.4 Заходи щодо зниження температури повітря

Перегрів приміщення можливо зменшити шляхом проведення ряду заходів:

- 1) належною орієнтацією вікон по сторонах світла;
- 2) збільшенням товщини стін до 0,7м за допомогою теплоізолюючого матеріалу, який дозволяє стінам повільніше нагріватися й зберігати в приміщенні прохолоду;
- 3) захистом стін від сонячних променів зеленими насадженнями, завдяки яким знижується температура стін;
- 4) фарбуванням зовнішніх стін у білий колір для кращого відбиття сонячних променів;
- 5) прибудовою над вікнами козирків;
- 6) застосуванням жалюзійних ґрат.

Комплекс перерахованих заходів дозволить значно поліпшити мікроклімат приміщень, однак їх недостатньо, щоб у літню пору року при будь-яких умовах забезпечити в приміщеннях тепловий комфорт. Останній може бути досягнутий за допомогою установок для кондиціонування повітря, які дозволяють створити в приміщенні бажаний мікроклімат. У якості установки кондиціонування в приміщенні цеху встановлений промисловий кондиціонер Midea MDV-D 36 DL-B.

5.2.5 Освітлення

Освітлення робочої зони повинне становити не менш 300лк. Робоче приміщення, у якому встановлено встаткування системи керування вібропресом має природнє й штучне освітлення. Вікна приміщення мають регулюючі пристосування для відкривання, а також жалюзі, штори.

Штучне освітлення приміщення з робітниками місцями обладнане системою загального рівномірного освітлення.

Для загального освітлення необхідно застосовані світильники із дзеркальними екранами, що розсіюють сітками й, укомплектовані високочастотними пускорегулюючими апаратами. Застосування світильників без розсіювачів і екранних сіток забороняється. Як джерело при штучному висвітленні повинні бути застосовані люмінесцентні лампи.

5.3 Пожежна профілактика

По вибухонебезпечності приміщення відноситься до класу В-IIа й по пожежонебезпеці до класу Д. До цього класу відносяться приміщення, у яких небезпечні стани не мають місця при нормальній експлуатації, а можливі тільки в результаті аварії або несправностей.

У кваліфікаційній роботі керування виконуючими пристроями вібропреса здійснюється від контролера. Контролер захищає головний привід, діагностуючи такі несправності як перегрів обмоток двигуна.

Контроль цих несправностей дозволяє знизити ризик виникнення пожежі.

Захист обмоток електродвигуна від перегріву заснована на постійному контролі припустимого опору вбудованих у двигун давачів термозахисту. Датчик використовуються для включення додаткового вентилятора охолодження та безпосередньо для захисту електродвигуна від перегріву.

Для своєчасного виявлення джерел пожежі використані пожежні сповіщувачі. На технологічному майданчику й у машинному відділенні є вогнегасники ОУ-5.

ВИСНОВОК

Системи керування технологічного процесу виробництва тротуарної плитки повинні розбудовуватися й далі. Особлива увага повинна направлятися на об'єднання системи керування технологічного процесу виробництва тротуарної плитки з іншими системами в єдину централізовану мережу.

Розроблена система керування вібропресом реалізує всі вимоги, що постають у цей момент перед подібними системами. Використання логічного контролера VIPA System 200V вирішує більшість завдань локальної автоматики, а саме дозволяє зв'язати розосереджені об'єкти у єдину централізовану систему, що у свою чергу дозволяє оператору контролювати й управляти станом усього процесу виробництва і вчасно виявляти всілякі причини аварій і необґрунтований простій устаткування.

Система керування технологічного процесу виробництва тротуарної плитки при невеликих змінах у програмній і апаратної частини може бути використана на інших подібних об'єктах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Тротуарна плитка. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Тротуарна_плитка (дата звернення 03.05.2022)
2. Модернізація системи управління вібропресом при виготовленні бетонних виробів URL: <https://avr.in.ua/ua/a92462-modernizatsiya-sistemy-upravleniya.html> (дата звернення 03.05.2022)
3. Кваліфікаційна робота бакалавра. Методичні рекомендації до виконання здобувачами вищої освіти спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / В.В. Ткачов, О.О. Бойко та ін.; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка» – Електрон. Текст. Дані – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 29 с.
4. СВО ИГУ НМЗ-05. Нормативно-методичне забезпечення навчального процесу / Упоряд.: В.О. Салов, Т.В. Журавльова, О.М. Кузьменко та ш.-Д.: Національний гірничий університет, 2005. - 138 с.
5. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины, и определения. - М.: Госстандарт, 1992. - 54 с.
6. ГОСТ 2.702-75. ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. - М.: Госстандарт. 1995. - 115 с.
7. ГОСТ 2.737-68. ЕСКД. Условные графические обозначения в схемах. Устройства связи. - М.: Госстандарт, 1995. - 115 с.
8. ГОСТ 19.201-78. ЕСПД. Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению. - М.: Госстандарт, 1982. - 128 с.
9. ГОСТ 19.202-78. ЕСПД. Единая система программной документации. Спецификация. Требования к содержанию и оформлению. - М.: Госстандарт, 1982. - 128 с.

10. ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Единая система программной документации. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению. - М.: Госстандарт, 1982. - 128 с.
11. ГОСТ 19.402-78. ЕСПД. Единая система программной документации. Описание программы. - М.: Госстандарт, 1982. - 128 с.
12. ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Единая система программной документации. Схема алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения. - М.: Госстандарт, 1990. - 128 с.
13. Сапожников «Механическое оборудование строительных материалов» - М.: (атлас чертежей)
14. Константинопуло Г.С. «Примеры и задачи по механическому оборудованию заводов» М.: Высшая школа, 1975
15. Г.С. Константинопуло «Механическое оборудование заводов железобетонных изделий и теплоизоляционных материалов» М.: Высшая школа, 1988-432с.
16. ГОСТ 12.1.004-85 «Пожарная безопасность. Общие требования»
17. ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность. Общие требования»
18. ГНАОТ 000-1.31-99 «Правила охраны труда при эксплуатации ЭВМ»
19. Правила улаштування електроустановок. Видання третє, перероблене, і доповненеПравила улаштування електроустановок, вид. 3-тє, перероб. і доп.-736с.

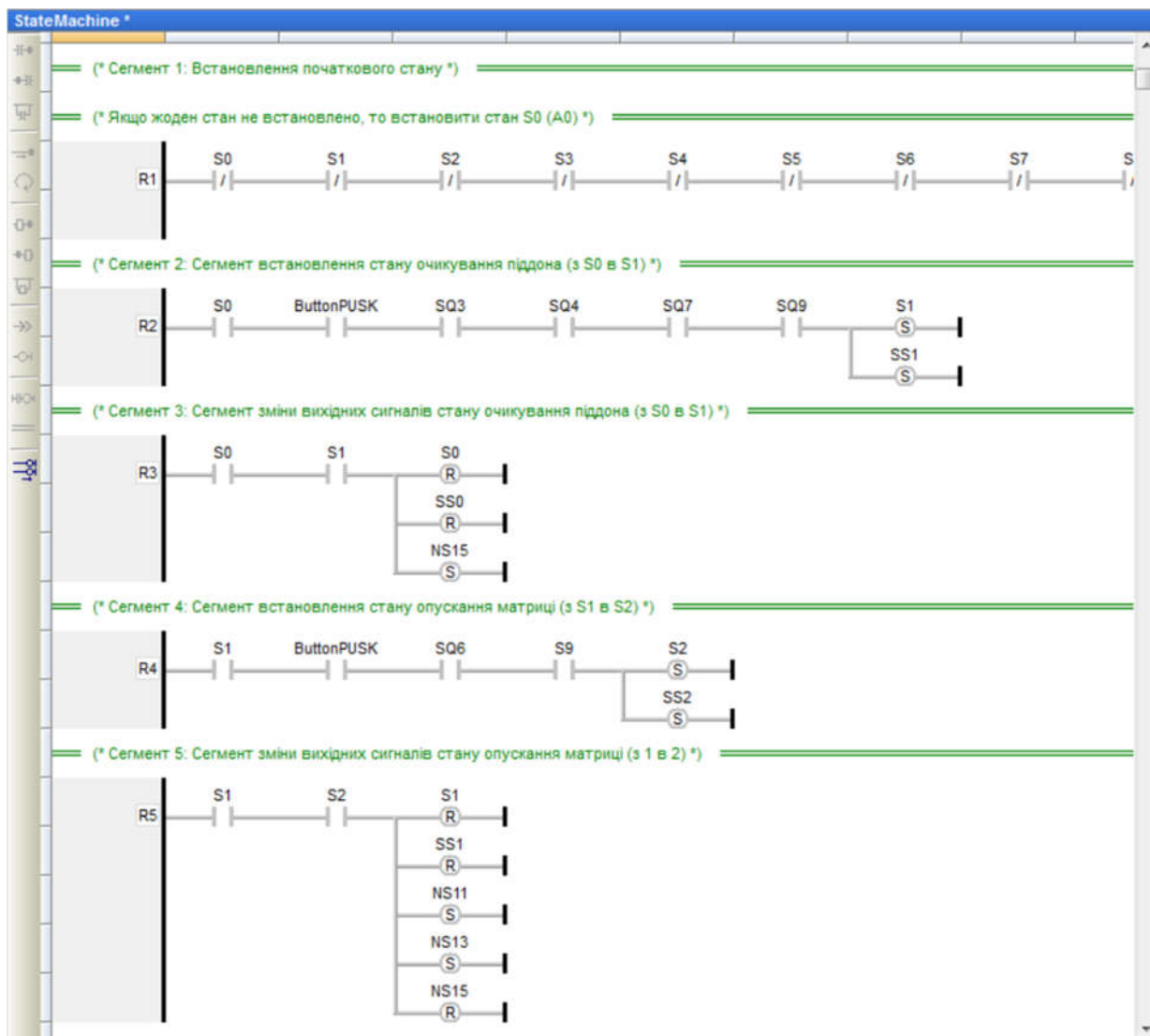
ДОДАТОК Б – ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ КЕРУВАННЯ

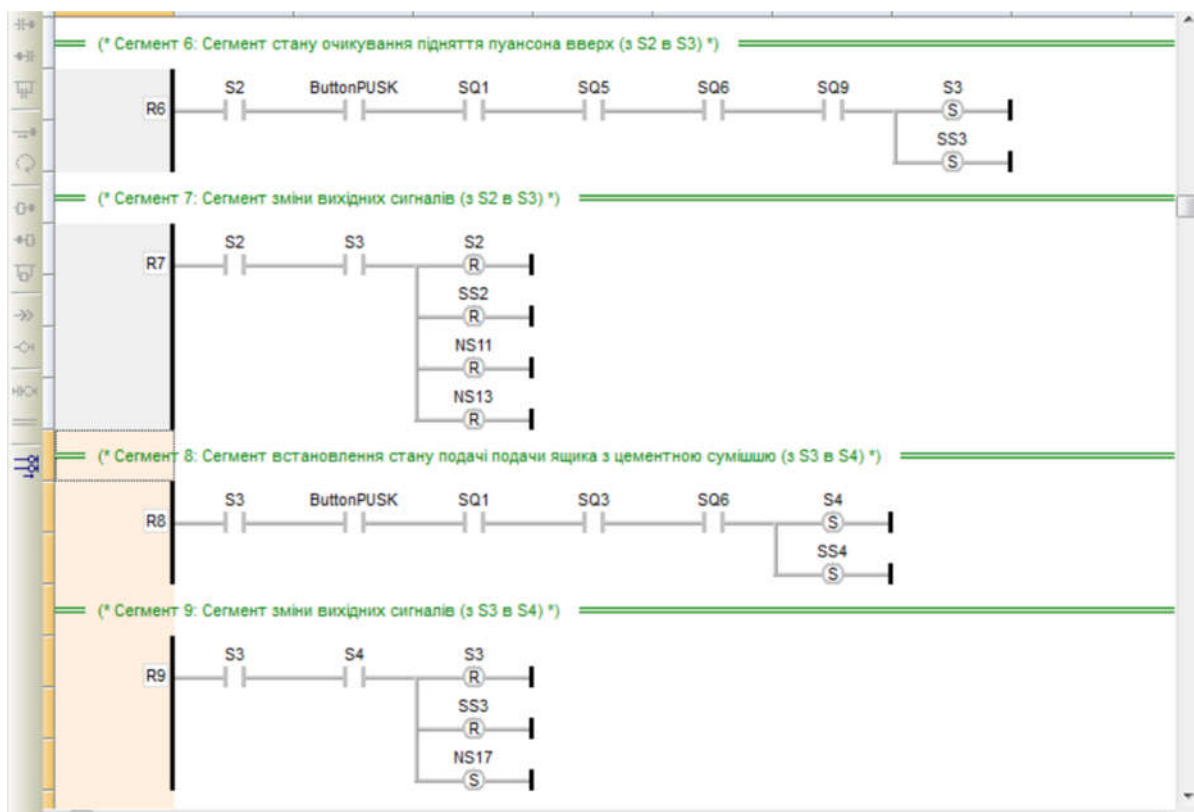
Б.1 Перелік програм

[FBD] Main

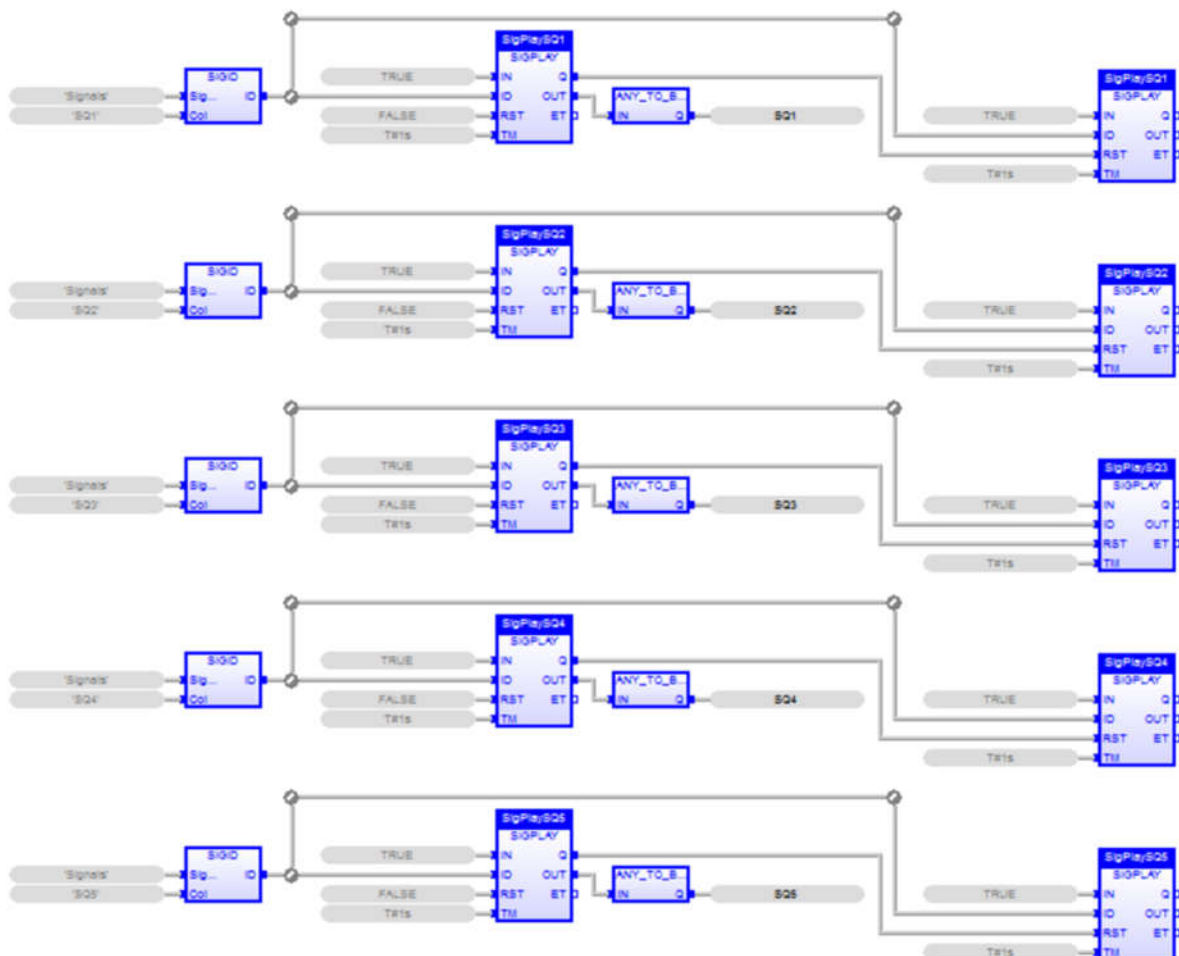
[LD] StateMachine

Б.2 Основна програма (фрагмент)

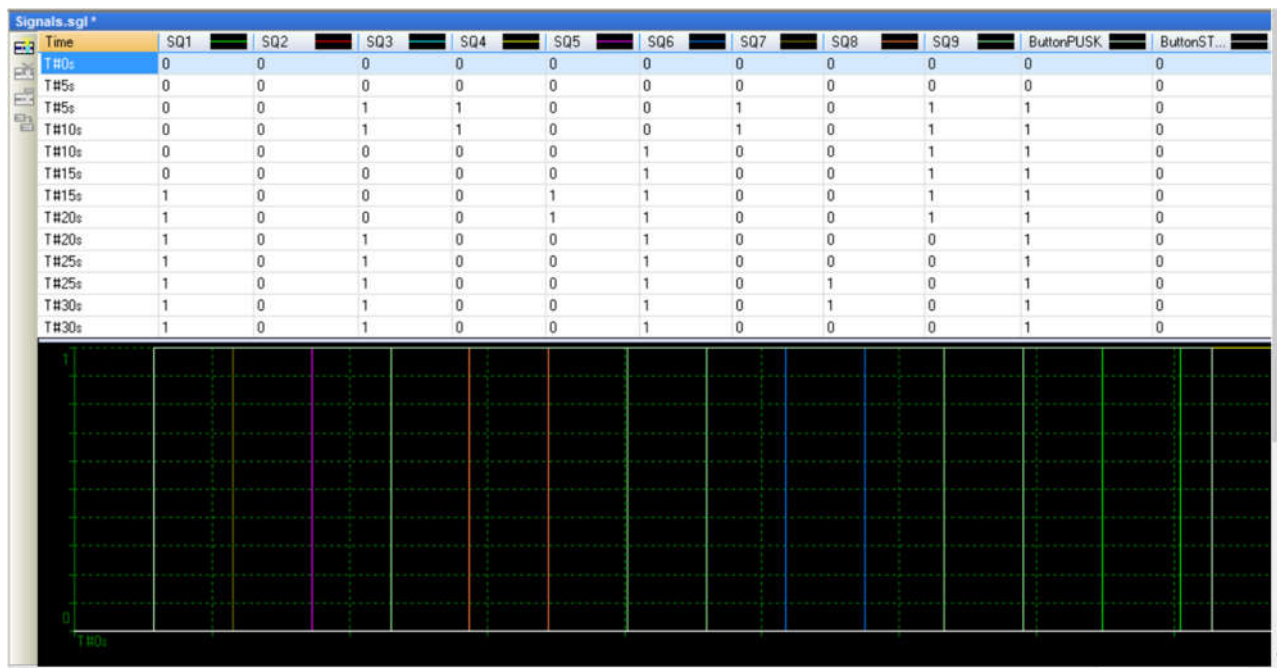




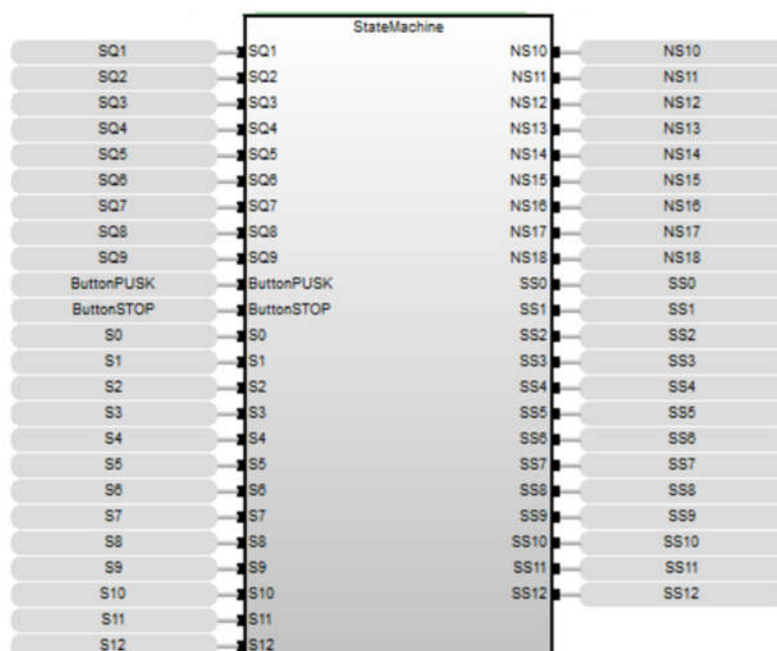
Б.3 Програма симуляції стану датчиків



Б.4 Таблица сигналів програми симуляції стану датчиків



Б.5 Користувачий функціональний блок системи керування



Б.6 Перелік змінних

VAR

SS7 : BOOL ;

(*\$tag=Сигнал стану "Пуансон опускається до торкання з сумішшю"*)

(*\$embed=<syb>*)

(*\$prop6=8*)

SS6 : BOOL ;

```

(*$tag=Сигнал стану "Ящик з-під суміші прибирається та очікується
сигнал до основного циклу формовання"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=7*)
SS5 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Вивантаження суміші з ящика в матрицю, вибраця 3
сек"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=6*)
SS4 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Подається ящик з цементною сумішшю"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=5*)
SS3 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Вмикається привід підняття пуансона вгору"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=4*)
SS2 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Вмикається привід опускання матриці"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=3*)
SS1 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Пустий піддон подається на вібропрес"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=2*)
SS0 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Початковий"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=1*)
SQ2 : BOOL ;
(*$tag=Датчик контролю висоти виробу*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=47*)
SQ4 : BOOL ;
(*$tag=Датчик положення матриці вверху*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=46*)
SS9 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Вмикається привід піднімання пуансона"*)
(*$embed=<syb>*)
(*$prop6=39*)
SS8 : BOOL ;
(*$tag=Сигнал стану "Вмикається привід вібростола до спрацювання
датчика (до 15 сек) повного стискання суміші"*)

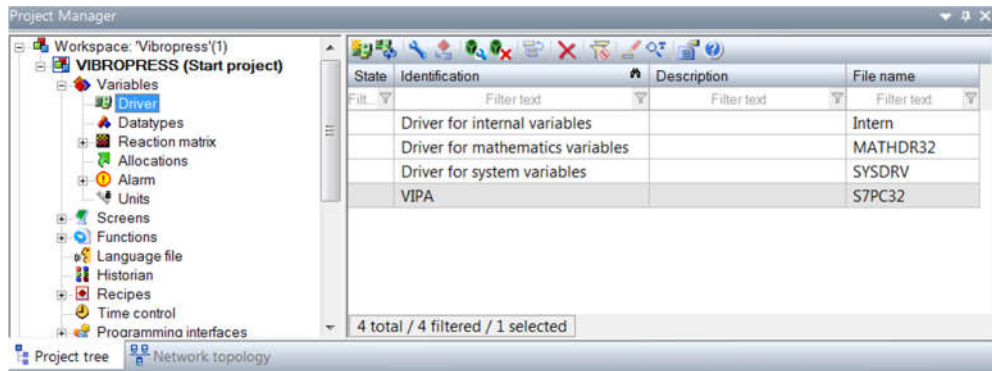
```

(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=38*)
NS10 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення пуансона вверх*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=63*)
NS11 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення пуансона вниз*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=62*)
NS15 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення піддон у прес*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=61*)
NS17 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення ящика на матрицю*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=60*)
NS16 : BOOL ;
(*\$tag=Привід вібрації*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=59*)
NS12 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення матриці вверх*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=58*)
NS18 : BOOL ;
(*\$tag=Переміщення ящика під прес*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=57*)
SQ9 : BOOL ;
(*\$tag=Датчик положення ящик під столом*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=56*)
SQ1 : BOOL ;
(*\$tag=Датчик положення матриці внизу*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=55*)
SQ6 : BOOL ;
(*\$tag=Датчик положення піддон на пресі*)
(*\$embed=<syb>*)
(*\$prop6=54*)
SQ5 : BOOL ;
(*\$tag=Датчик положення пуансон на матриці*)

```
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=53*)
SQ7 : BOOL ;
(* $tag=Датчик положення піддон на стелажі*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=52*)
SQ8 : BOOL ;
(* $tag=Датчик ящик над матрицею*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=51*)
ButtonPUSK : BOOL ;
(* $tag=Кнопка пуск*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=49*)
SQ3 : BOOL ;
(* $tag=Датчик положення пуансона вверху*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=48*)
NS13 : BOOL ;
(* $tag=Переміщення матриці вниз*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=65*)
NS14 : BOOL ;
(* $tag=Переміщення піддон вийняти*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=64*)
ButtonSTOP : BOOL ;
(* $tag=Кнопка стоп*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=70*)
SS10 : BOOL ;
(* $tag=Сигнал стану "Привід вібростола вимикається і матриця
піднімається"*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=72*)
SS11 : BOOL ;
(* $tag=Сигнал стану "Піддон виймається"*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=73*)
SS12 : BOOL ;
(* $tag=Сигнал стану "Очікується новий піддон на стелажі"*)
(* $embed=<syb>*)
(* $prop6=74*)
END_VAR
```

ДОДАТОК В – ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

В.1 Драйвери

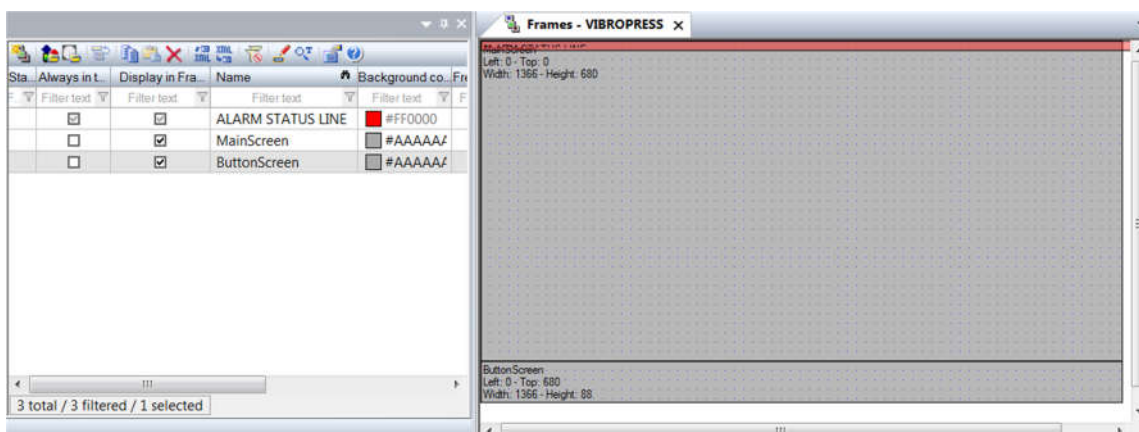


В.2 Перелік змінних

State	Name	Measurin...	Driver	Data type	Signal area	Signal ar.	Measuring r...	Mea.	Start offset	Start i.	Identification
NS11			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення пуансона вниз
NS12			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення матриці вгору
NS13			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення матриці вниз
NS14			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення піддон вийняти
NS15			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення піддон у прес
NS16			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Привід вібрації
NS17			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення ящика на матрицю
NS18			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Переміщення ящика під прес
SQ1			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення матриці вниз
SQ2			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик контролю висоти виробу
SQ3			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення пуансона вгору
SQ4			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення матриці вгору
SQ5			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення пуансон на матриці
SQ6			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення піддон на пресі
SQ7			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення піддон на стелажі
SQ8			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик ящик над матрицею
SQ9			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Датчик положення ящик під столом
SS0			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Початковий"
SS1			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Пустий піддон подається на вібропрес"
SS2			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід опускання матриці"
SS3			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід підняття пуансона вгору"
SS4			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Подається ящик з цементною сумішшю"
SS5			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Вивантаження суміші з ящика в матрицю, выбра...
SS6			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Ящик 3-під сумішші прибирається та очікується с...
SS7			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Пуансон опускається до торкання з сумішшю"
SS8			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід вібростоло до спрацювання д...
SS9			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Вмикається привід піднімання пуансона"
SS10			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Привід вібростоло вмикається і матриця піднім...
SS11			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Піддон виймається"
SS12			S7PC32 - VIPA	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Сигнал стану "Очікується новий піддон на стелажі"
StopAlarm			MATHDR32 -	BOOL	1.000000	0.000000	1	0	0	0	Формування сигналу тривоги

34 total / 34 filtered / 0 selected 33 tags used / 2048 tags available

В.3 Шаблони зображень



В.4 Функції

Sta...	Name	Type	Parameter
Filter text	Filter text	Filter text	Filter text
	SwitchMainScreen	Screen switch	MainScreen (Standard)
	SwitchCELScreen	Screen switch	CELScreen (Chronological Event List) - [*][*]-[T,Rel:0
	SwitchALLScreen	Screen switch	AMLScreen (Alarm Message List) - [*][*]-[T,Rel:0d,1f
	SwitchButtonScreen	Screen switch	ButtonScreen (Standard)
	Titul	Screen switch	Titul (Standard)
	ReloadProject	Reload project online	changed objects
	ExitRuntime	Exit Runtime	

В.5 Зображення

The image displays two windows from a software development environment. The left window shows a list of screens visible under a specific CE (Control Element).

Visible under CE	Name	Screen type	Frame
Filter text	Filter text	Filter text	Filter text
<input checked="" type="checkbox"/>	ButtonScreen	Standard	ButtonScreen
<input checked="" type="checkbox"/>	MainScreen	Standard	MainScreen
<input checked="" type="checkbox"/>	AMLScreen	Alarm Messag...	MainScreen
<input checked="" type="checkbox"/>	Titul	Standard	MainScreen
<input checked="" type="checkbox"/>	CELScreen	Chronological ...	MainScreen

The right window, titled "MainScreen - VIBROPRESS", displays a graphical user interface for a vibration press system. The title bar reads "Людсько-машинний інтерфейс системи керування вібропресом". The interface features a central schematic diagram of the press mechanism with various control buttons and indicators. At the bottom, there is a row of 13 buttons labeled "ПУСК", "СТОП", and "S0" through "S12".

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра
на тему: “ Автоматизація технологічного процесу виробництва тротуарної
плитки”

здобувача вищої освіти академічної групи 151-19ск-1 Папанова Романа
Олексійовича

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно до вимог стандартів та методичних рекомендацій повністю.

Актуальність роботи полягає в тому, що розробка нової системи керування дозволить зменшити вплив основних недоліків обладнання на виробництві тротуарної плитки, а саме вдосконалити керування процесом вібропресування та забезпечити неперервне виробництво продукції.

У першому розділі вирішено завдання аналізу технологічного процесу виробництва тротуарної плитки, відзначені особливості технології, розглянуто вібропрес, як об’єкт автоматизації. Визначені задачі керування вібропресом.

У другому розділі вирішено завдання вибору апаратного забезпечення системи керування вібропресом, розроблені схеми автоматизації та електрична принципова системи керування вібропресом.

У третьому розділі розроблено граф станів системи керування вібропресом та програмне забезпечення для ПЛК VIPA 214-1BT10. Розроблено людино-машинний інтерфейс системи керування, який відображає технологічний процес у вигляді мнемосхеми. Перевірено функціонування програмного забезпечення пристрою керування відповідно до вимог технологічного процесу

Четвертий та п’ятий розділи присвячені розрахунку вартості розробленої системи керування та програмного забезпечення до неї та аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при експлуатації вібропреса.

При вирішенні завдань у розділах кваліфікаційної роботи здобувач вищої освіти підтвердив компетенції K01 «Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях»; K02 «Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово»; K04 «Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій»; K05 «Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел»; K13 «Здатність виконувати аналіз об’єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування»; K15 «Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння, принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати

технічні засоби автоматизації та системи керування; К19 «Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації» та інші.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки _____ балів при відповідному захисті, а здобувач Папанов Р.О. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”.

Керівник кваліфікаційної роботи, _____
асистент, (підпис)
ступінь

Славінський Д.В.

(дата)

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра
на тему: “ Автоматизація технологічного процесу виробництва тротуарної
плитки”

здобувача вищої освіти академічної групи 151-19ск-1 Папанова Романа
Олексійовича

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірці знань та ступеню підготовки здобувача вищої освіти за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”. Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів кваліфікаційної роботи виконано відповідно до вимог стандартів та методичних рекомендацій повністю.

Актуальність роботи полягає в тому, що розробка нової системи керування дозволить зменшити вплив основних недоліків обладнання на виробництві тротуарної плитки, а саме вдосконалити керування процесом вібропресування та забезпечити неперервне виробництво продукції.

В рамках кваліфікаційної роботи проведено аналіз технологічного процесу виробництва тротуарної плитки, відзначені особливості технології, розглянуто вібропрес, як об’єкт автоматизації. Вибране апаратне забезпечення системи керування технологічним процесом виробництва тротуарної плитки, розроблено граф станів системи керування вібропресом та програмне забезпечення для ПЛК VIPA 214-1BT10. Розроблено людино-машинний інтерфейс системи керування, який відображає технологічний процес у вигляді мнемосхеми. Перевірено функціонування програмного забезпечення пристрою керування відповідно до вимог технологічного процесу.

При цьому для вирішення поставлених завдань використані емпіричні та теоретичні методи дослідження технологічних об’єктів, методи дискретної математики.

Досягнення поставленої мети у кваліфікаційній роботі відбувається за рахунок використання сучасних засобів та способів автоматизації.

Основними результатами кваліфікаційної роботи є поглиблення і підтвердження студентом теоретичних і практичних знань з обраної спеціальності, набутих при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін, вироблення умінь при вирішенні конкретних практичних завдань.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

В цілому кваліфікаційна робота ступеню бакалавра заслуговує оцінки _____ балів при відповідному захисті, а здобувач Папанов Р.О. присвоєння кваліфікації “бакалавр” за спеціальністю “151 Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології”.

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем

_____ Бубліковим А.В.

« _____ » _____ 2022 року

ВИСНОВОК

Про рівень запозичень у кваліфікаційній роботі бакалавра на тему “Автоматизація технологічного процесу виробництва тротуарної плитки”, здобувача вищої освіти, групи 151-19ск-1 Папанова Романа Олексійовича.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи без переліку посилань складає 60 сторінок. Програмне забезпечення використане для перевірки роботи “<https://unichек.com>”. Рівень запозичень у роботі складає _____ %, що є меншим 40 % запозичень з однієї роботи та відповідає вимогам Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка».

Нормоконтролер,
асистент,

(підпис)

Славінський Д.В.

(дата)

Ім'я користувача:
Олег Бойко

ID перевірки:
1011397692

Дата перевірки:
31.05.2022 14:41:19 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
03.06.2022 17:31:52 EEST

ID користувача:
100008838

Назва документа: 01_151-19ск-1_-Папанов_Р_О_- ПЗС

Кількість сторінок: 60 Кількість слів: 10234 Кількість символів: 75014 Розмір файлу: 4.03 MB ID файлу: 1011280718

14.2% Схожість

Найбільша схожість: 5.31% з Інтернет-джерелом (<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158794/%D0%9A%D..>)

14.2% Джерела з Інтернету

432

Сторінка 62

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0.96% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

Немає вилучених Інтернет-джерел

0.96% Вилученого тексту з Бібліотеки

15

Сторінка 62

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

7