

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 Лісунова Владислава Вадимовича
(П.І.Б.)

академічної групи 151-18-1
(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 процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням
(назва за наказом ректора)

Консультанти	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинг.	інституційною	
Керівник кваліфікаційної роботи	ст.викл. Козарь М.В.			
Провідний консультант	ст.викл. Козарь М.В.			
Розробка апаратного забезпечення системи управління	ст.викл. Проценко С.М.			
Визначення моделі об'єкта управління	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:
завідувач кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем
(повна назва)

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

« _____ » _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавр

студенту Лісунову В.В. академічної групи 151-18-1
(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 процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням,
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 26.04.2022 № 217-с

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.	16.05.2022
Розробка апаратного забезпечення системи управління	Обрання датчиків, виконавчих пристроїв та пристрою управління, розробка структурних схем, функціональної схеми автоматизації та принципової схеми електричної.	23.05.2022
Визначення моделі об'єкта управління	Розробка методики дослідження об'єкта управління. Виконання експерименту. Обробка результатів експерименту. Створення моделі об'єкта управління. Перевірка отриманої моделі на адекватність.	30.05.2022
Економічна частина	Економічне обґрунтування доцільності витрат на створення системи управління.	02.06.2022
Охорона праці	Розробка організаційно-технічних заходів, щодо реалізації правил безпеки при експлуатації системи.	06.06.2022

Завдання видано

_____ (підпис п.конс.)

ст.викл. Козарь М.В
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 16.05.2022

Дата подання до атестаційної комісії 10.06.2022

Прийнято до виконання

_____ (підпис студента)

Лісунов В.В.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 66 сторінок, 36 рисунків, 14 таблиць, 28 джерел, 1 додаток.

Предмет дослідження: процес автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням.

Об'єкт дослідження: система автоматичного управління процесом сушки керамічних блоків у тунельній сушарці.

Мета дослідження: підвищити ефективність процесу виготовлення керамічних блоків за рахунок автоматизації подачі теплоносія.

Основними методами дослідження використаними для досягнення поставленої мети були: аналіз літературних джерел, декомпозиція, аналітичний аналіз моделі.

В роботі проаналізована технологічний процес, структура об'єкта управління та вимоги до його функціонування. На підставі чого сформовані вимоги до апаратного забезпечення системи управління її функціонування та дослідження об'єкта управління.

Розроблено структурну схему системи управління на підставі котрої з урахуванням вимог технологічного процесу обрані датчики та виконавчі пристрої системи управління. За результатами аналізу вимог до функціонування системи управління, датчиків та виконавчих пристроїв обрано пристрій управління VIPA 214-2BS33 та його модулі. На підставі обраного апаратного забезпечення розроблено функціональну схему автоматизації системи управління та схему електричну принципову системи управління.

На підставі аналізу технологічного процесу у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, яке входить до математичного пакету MATLAB, запропоновані та розроблені аналітичні моделі, а саме: транспорту повітря, зміни температури датчика, та зміни температури повітря у сушильному тунелі.

Використовуючи отримані моделі створено модель об'єкта управління, для підтримки оптимальної температури у тунельній сушарці. Ця модель об'єкта подалі буде використана для його дослідження та отримання нових закономірностей та розробки на їх підставі нових принципів та методів управління об'єктом, які дозволять підвищити ефективність його функціонування.

Подальшим напрямком розвитку роботи є використання отриманої моделі об'єкту управління для його дослідження з метою отримання нових закономірностей та розробки на їх підставі нових принципів та методів управління об'єктом які дозволять підвищити ефективність його функціонування.

Ключові слова: БУДІВЕЛЬНА ГАЛУЗЬ, КЕРАМІЧНИЙ БЛОК, ТУНЕЛЬНА СУШАРКА, ОБ'ЄКТ УПРАВЛІННЯ, АНАЛІТИЧНИЙ АНАЛІЗ МОДЕЛІ, КАПІТАЛЬНІ ВИТРАТИ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Стан питання та постановка завдання.....	8
1.1 Галузь промисловості	8
1.2 Технологічний процес	11
1.3 Об'єкт управління	13
1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління.....	15
1.3.2 Структура об'єкта управління	17
1.3.3 Принцип функціонування об'єкта управління.....	18
1.4 Формулювання задачі дослідження.....	19
1.5 Висновки по розділу	20
2 Розробка апаратного забезпечення системи управління	22
2.1 Розробка структурної схеми системи управління	22
2.2 Вибір апаратного забезпечення системи управління	23
2.2.1 Вибір датчиків	23
2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв	24
2.2.3 Вибір пристрою управління.....	26
2.2.4 Вибір джерел живлення.....	32
2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації.....	33
2.4 Розробка схеми електричної принципової	34
2.5 Висновки по розділу	35
3 Визначення моделі об'єкта управління	37
3.1 Модель транспорту повітря.....	37
3.2 Модель зміни температури датчика	39
3.3 Модель зміни температури у камері	40
3.4 Модель об'єкта управління	42
3.5 Висновки по розділу	46
4 Економічна частина	47

	6
4.1 Розрахунок капітальних витрат	47
4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	49
4.2.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань	49
4.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати	50
4.2.3 Єдиний соціальний внесок	50
4.2.4 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	51
4.2.5 Розрахунок вартості спожитої електроенергії	51
4.2.6 Визначення інших витрат	52
5 Охорона праці	53
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників об'єкта	53
5.2 Розробка заходів з охорони праці	54
5.2.1 Заходи щодо електробезпеки	54
5.2.2 Заходи щодо зниження рівня шуму та впливу високої температури	55
5.3 Протипожежна профілактика	57
Висновки	60
Перелік посилань	62
Додаток А	66

ВСТУП

Будівельна галузь є окремою, самостійною галуззю економіки нашої країни, яка бере участь у створенні основних фондів всім галузям національного господарства.

Також в сьогодення будівельна індустрія випускає матеріали, вироби, деталі, і конструкції для всіх видів будівництва. В основному - це конструкції з чавуну чи сталі, гіпс, вапно, керамічні плити, гіпсові суміші, скло, конструкції з цементу, бетону чи штучного каменю, керамічні блоки та цегли з цементу, штучного каменю чи бетону для будівництва.

Виготовлення керамічних блоків - це складний процес, що складається з кількох етапів. В даний час застосовують дві технології виробництва керамічних блоків:

1. Пластичний метод припускає формування блоку з глиняної маси з вмістом води близько 17-30 %. Для реалізації цього процесу використовується стрічковий прес, блок потім сушиться в спеціально обладнаній камері або під навісом. На останньому етапі проводиться його випалення в печі або в тунелях, охолоджені вироби поміщаються на склад.

2. Технологія напівсухого пресування. Вихідна маса при цьому має вологість в межах 8 - 10 %. Процес формування блоку здійснюється шляхом пресування під високим тиском до 15 МПа.

В якості об'єкта управління виступає тунельна сушарка для сушки керамічних блоків перед випалюванням. Ця сушарка тунель в якому

Актуальність теми полягає у тому, що тунельна сушарка використовує відпрацьоване повітря від тунельної печі в якості основного теплоносія, що у свою чергу забезпечує економію енергоресурсів.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

1.1 Галузь промисловості

Галузь будівництва – головна ланка будівельного комплексу країни, який складається з основних блоків: виробництво будівельних матеріалів, власне будівництво, будівельне машинобудування, проектно-конструкторські та дослідні роботи в галузі.

За 2021 рік підприємствами України виконано будівельних робіт на суму 253,9 млрд. гривень. Індекс будівельної продукції становить 105,1 % порівняно з 2020 роком (рис. 1.1).

**Індекси будівельної продукції та
обсяги виконаних будівельних робіт за регіонами у 2021 р.**
(без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м.Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях)

	2021 рік до 2020 року	Місце регіону за темпами зростання	Виконано будівельних робіт у 2021 році	
			млн.грн.	у % до загального обсягу
Всього по Україні	105,1	x	253917,0	100,0
у тому числі				
Вінницька	120,1	2	15854,4	6,2
Волинська	108,4	10	3273,5	1,3
Дніпропетровська	95,7	17	20761,5	8,2
Донецька	93,3	20	11436,3	4,5
Житомирська	98,0	15	2498,2	1,0
Закарпатська	73,9	24	1700,9	0,7
Запорізька	94,4	18	3545,0	1,4
Івано-Франківська	108,4	11	4951,4	1,9
Київська	111,9	7	16896,9	6,7
Кіровоградська	77,7	23	1254,5	0,5
Луганська	80,3	22	697,7	0,3
Львівська	110,4	9	18597,0	7,3
Миколаївська	110,6	8	4506,4	1,8
Одеська	101,9	13	34996,9	13,8
Полтавська	96,4	16	9425,4	3,7
Рівненська	113,4	6	4432,3	1,7
Сумська	99,2	14	2005,6	0,8
Тернопільська	137,3	1	4156,2	1,6
Харківська	114,4	5	19717,3	7,8
Херсонська	89,3	21	1398,9	0,6
Хмельницька	115,1	4	9167,2	3,6
Черкаська	117,6	3	3629,7	1,4
Чернівецька	61,1	25	1572,8	0,6
Чернігівська	93,4	19	2733,1	1,1
м. Київ	106,6	12	54707,9	21,5

Рисунок 1.1 – Індекси будівельної продукції за регіонами у 2021 році
(у відсотках до 2020 року)

Нове будівництво склало 29,6 % від загального обсягу виробленої продукції, капітальний і поточний ремонт – 45 %, реконструкція та технічне переоснащення – 25,4 %.

Збільшили обсяги будівельних робіт у 2021 році порівняно з 2020 роком підприємства 13 регіонів, з них найбільше: Тернопільської (на 37,3 %), Вінницької (на 20,1 %), Черкаської (на 17,6 %), Хмельницької (на 15,1 %), Харківської (на 14,4 %), Рівненської (на 13,4 %), Київської (на 11,9 %), Миколаївської (на 10,6 %), Львівської (на 10,4%), Волинської (на 8,4 %), Івано-Франківської (на 8,4 %), Одеської (на 1,9 %) областей та м. Києва (на 6,6 %).

Зменшились обсяги будівельних робіт на підприємствах 12 регіонів, зокрема Чернівецької (на 38,9 %), Закарпатської (на 26,1 %) та Кіровоградської (на 22,3 %) областей (Рис 1.2).

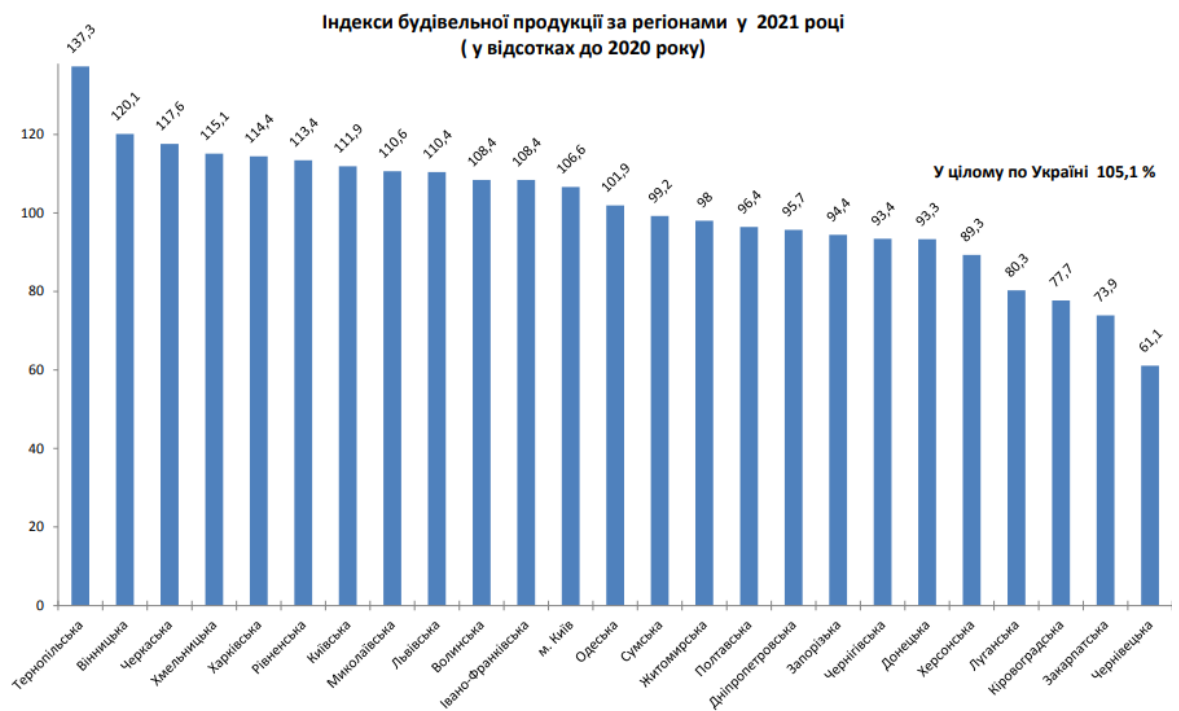


Рисунок 1.2 – Індекси будівельної продукції за регіонами у 2021 році
(у відсотках до 2020 року)

Підприємствами 8 регіонів країни (м. Києва, Одеської, Дніпропетровської, Харківської, Львівської, Київської, Вінницької та Донецької областей) виконано 76 % загального обсягу будівництва.

Керамічні блоки застосовують від забудови приватних будинків до масштабного будівництва, заводів та фабрик. Побудована з керамічного блоку стіна здатна задовольняти вимоги щодо енергоефективних будівель. Високі теплові параметри забезпечать одношарова стіна, досить обштукатурено, без необхідності утеплення. Стіни з пористих порожнистих цегли ефективно захищають від втрат тепла, завдяки високій тепловій інерції накопичене тепло віддає навколишньому середовищу - тому немає ефекту швидкого охолодження приміщення.

Основні переваги керамічних блоків:

- Висока температура випалу і природні компоненти, що використовуються у виробництві, роблять керамічний блок матеріалами, що не містять алергенів.
- Здоровий внутрішній мікроклімат - взимку навіть після відключення опалення приміщення швидко не втрачають тепло, а влітку вони не перегріваються в процесі виробництва.
- Пористі блоки - це матеріал з високою теплоізоляцією. Одношарові стіни настільки теплі, що не потрібно утеплювати будинок.
- Великі компоненти гарантують більш коротку конструкцію, ніж інші технології. Завдяки використанню сухого розчину стіни будуються не тільки швидше, але і без бруду характерного для кладки стін використовуючи традиційний цементно - вапняний розчин.
- Висока механічна міцність гарантують міцну конструкцію будинку, придатну навіть для землетрусів.

1.2 Технологічний процес

Для виготовлення керамічного блоку, глину грейферним краном подають у стругач, де глина ріжеться ножами на смужку шириною 70 і товщиною 5 мм, далі потрапляє у бункер, з якого подається у двовальний Z-подібний змішувач періодичної дії, який гарантує якісне перемішування та її зволоження. Зі змішувача глиняна маса надходить на прес, пресується у брикеті масою близько 2 кг. Однакова форма і розміри брикетів сприяють більш рівномірному розподілу газового потоку і поліпшенню прогріву матеріалу при випалі на глину. З преса брикети стрічковим транспортером подають у бункер, розташований над шахтною піччю і далі надходять безпосередньо в піч, де вони піддаються випалу. Після випалу глина у вигляді брикетів пластинчастим транспортером подається в щокону дробарку, де дробиться до шматків розміром менше 50 мм і надходить у витратний бункер. З бункера грудкова глина подається в кульовий млин, після чого піддається помелу і у вигляді порошку надходить у стрічковий ваговий дозатор.

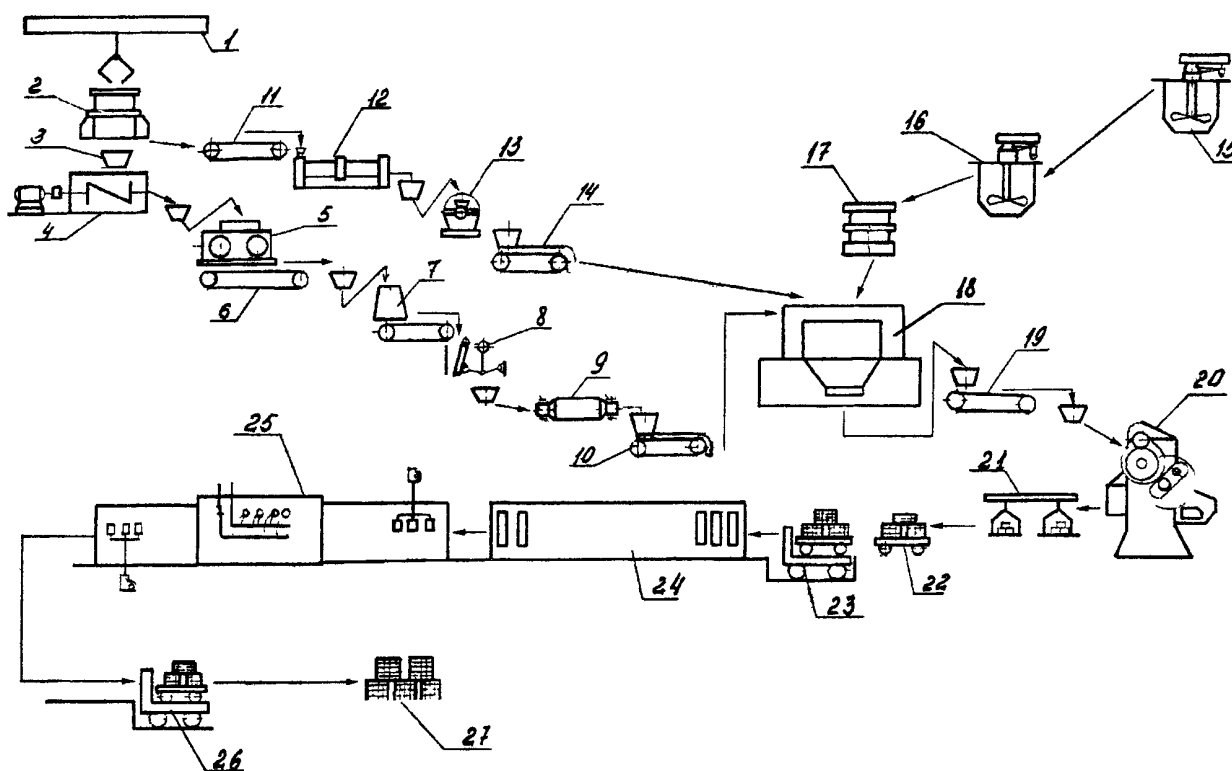


Рисунок 1.3 – Технологічна схема виготовлення керамічних блоків

1 – Грейферний кран; 2 – стругач; 3 – бункер; 4 – Z-подібний змішувач; 5 – прес; 6,11,19 – стрічковий транспортер; 7 – шахтна піч; 8 – шокова дробарка; 9 – кульовий млин; 10, 14 – стрічковий ваговий дозатор; 12 – сушильний барабан; 13 – дезінтегратор; 15 – пропелерна мішалка; 16 – коригувальна мішалка; 17 – об'ємний дозатор; 18 – змішувальні бігуни; 20 – колінно-важільний прес; 21 – стрічковий конвеєр; 22 – вагонетки; 23,26 – електро-лафет; 24 – тунельна сушарка; 25 – тунельна піч; 27 – склад.

Глина на зв'язування зі стругача стрічковим транспортером (11) подається в сушильний барабан для підсушування до вологості 9-12% і надходить у бункер. Потім глина піддається грубому помелу в дезінтеграторі і надходить на ваговий стрічковий дозатор (14).

Частина глини (3%) подається в пропелерну мішалку разом з водяним розчином лігносульфонатів. Приготовлений шлікер подається до коригувальної мішалки з підігрівом шлікеру до 60°C та через об'ємний дозатор надходить у змішувальні бігуни.

Одночасно зі шлікером у змішувач подається стрічковими ваговими дозаторами (10) і (14) глина на зв'язування. Компоненти рівномірно перемішуються в однорідну масу вологістю 6-7%. Отримана глиняна маса стрічковим транспортером (19) подається у видатковий бункер колінно-важільного преса, що забезпечує двостороннє двоступінчасте пресування блоку. Відпресовані вироби укладаються на стрічковий конвеєр і транспортуються до вагонеток. Електро-лафетом вагонетки з відпресованими виробами подаються до тунельного сушила, де при температурі 0...150°C з виробу видаляється зайва волога встановленого. Вагонетки з висушеними виробами подаються до тунельної печі проштовхувачем, у якій здійснюється випал керамічного блоку. Після випалу вагонетки з готовими виробами електро-лафетом подаються на склад готової продукції, де керамічний блок сортується і відвантажується споживачу.

1.3 Об'єкт управління

Сушка являє собою комплекс явищ, пов'язаних з тепло- та масообміном між матеріалом і навколишнім середовищем. При сушці волога випаровується в основному з поверхні, а тому концентрація вологи в середині матеріалу залишається більшою, ніж на поверхні. Внаслідок виникнення перепаду вологості, або концентрації вологи вона переміщується від місця з більшою концентрацією до місця з меншою концентрацією, тобто із середини тіла до його поверхні. Одночасно з видаленням вологи частинки матеріалу зближуються і відбувається усадка. Зменшення обсягу глиняних виробів при сушінні відбувається до певної межі, незважаючи на те, що вода до цього моменту повністю ще не випарувалася.

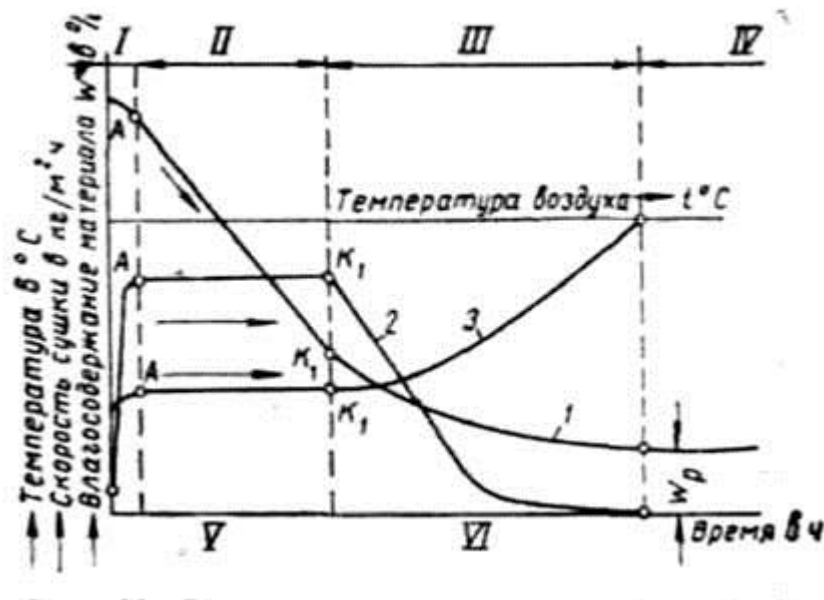


Рисунок 1.4 – Схема зміни в часі вологості (1), швидкості сушіння (2) та температури (3) матеріалу: I – період прогріву; II – період постійної швидкості сушіння; III - період падіння швидкості сушіння;

Процес сушіння керамічних блоків можна поділити на три основні періоди:

1. *Період прогріву.* Матеріал, будучи поміщений у простір з підвищеною температурою, прогрівається. Наприкінці цього періоду (точка А на рис. 1.4) встановлюється постійна температура поверхні та теплова рівновага між

кількістю тепла, що сприймається виробом, та витратою тепла на випаровування вологи. Після цього настає період постійної швидкості сушіння.

2. *Період постійної швидкості сушіння.* У цей час швидкість сушіння постійна і чисельно дорівнює швидкості випаровування вологи з відкритої поверхні. Протягом цього часу поверхня залишається вологою за рахунок надходження вологи із внутрішніх шарів виробів. Температура поверхні матеріалу t_n , рівна приблизно температурі мокрого термометра, залишається незмінною протягом усього періоду (крива 3 на рис. 1.4) Тиск парів над поверхнею матеріалу дорівнює парціальному тиску насичених водяних пар при температурі поверхні t_n і не залежить від вологості матеріалу.

Даний період є найбільш відповідальним і небезпечним, так як протягом нього відбувається усадка матеріалу, що породжує усадочні напруги. Швидкість залишається постійною, поки середній вміст вологи у виробі не знизиться до критичного (точка К1 на рис. 1.4), а на поверхні виробу не стане рівним гігроскопічній вологості ω_r . З цього моменту починається період падіння швидкості сушіння.

3. *Період падаючої швидкості сушіння* характеризується тим, що із зменшенням вологості виробу сушіння поступово уповільнюється. Зменшення інтенсивності випаровування викликає зменшення витрати тепла на випаровування вологи, що за інших постійних умов призводить до збільшення середньої температури виробу та зменшення температурної різниці між сушильним агентом та поверхнею матеріалу.

При досягненні поверхнею матеріалу рівноважної вологості швидкість сушіння стає нульовою, тобто видалення вологи з матеріалу припиняється. Величина рівноважної вологості залежить від властивостей матеріалу та параметрів навколишнього середовища, тобто від її температури та вологості.

1.3.1 Загальна характеристика об'єкта управління

Тунельна сушарка – це установка безперервної дії, в якій енергія для сушіння сирців береться з відпрацьованого тепла тунельної печі, що дає змогу економити на паливі для сушіння.

Вона являє собою довгий тунель 7, заповнений вагонетками 2, на яких викладені полки 3 з керамічного блоку. Довжина тунелю обмежено 25м, ширина 1,2м та висота до 1,7м. Завдяки товкачем 6 вагонетки подаються в тунель, при цьому весь поїзд вагонеток проштовхується на довжину однієї вагонетки. В той же час з розвантажувального кінця тунелю виштовхується вагонетка з уже висушеними керамічними блоками.

З головного підводящего колектора 12, розташованого вздовж фронту вивантажувальних дверей тунелю, тепле повітря поступає у кожний тунель через з'єднувальні канали 10, котрі закінчуються отвором 9 в полу тунелю. Регулюють кількість подаючого теплого повітря в кожен тунель заслінкою 5,11.

Повітря, рухаючись по тунелю, омиваючи керамічні блоки, висушуючи його, звожуються та охолоджуються. Вивільняються вони на початку загрузки тунелю через отвір 8, з'єднувальний канал 7 з заслінкою 5 и головним колектором 4 відпрацьованих газів.

Таким чином керамічний блок прогрівається, не піддаючись інтенсивній сушці, яка могла би визвати в ньому напруження та тріщини. По мірі пересування по тунелю керамічний блок зустрічає все більш нагріте та більш сухіше повітря та інтенсивність сушки збільшується. Поблизу вивантажувального кінця тунелю, керамічний блок взаємодіє з найсухішим та надгарячим повітрям. Але їх вплив в цій зоні тунелю вже не зашкодять виробу, оскільки тут він, в значній мірі висушений та зміцнілий.

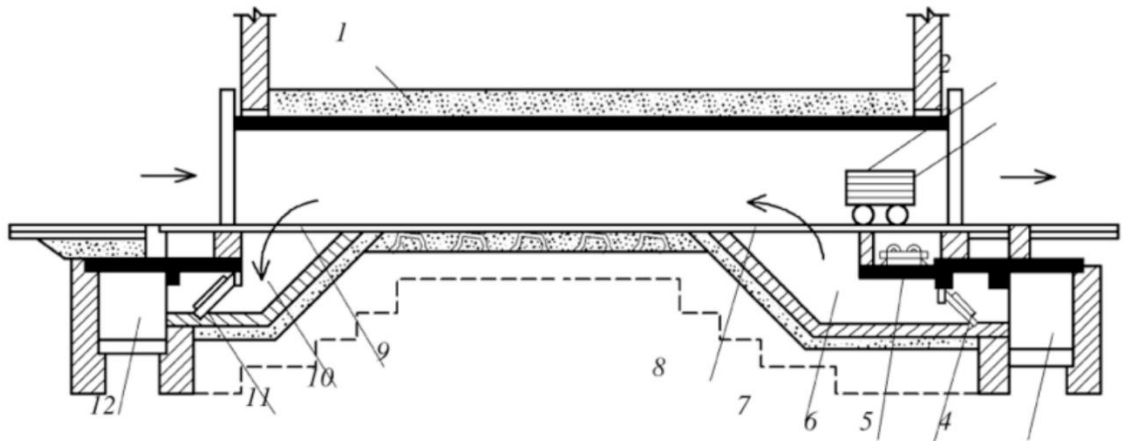


Рисунок 1.5 – Робоча камера тунельної сушарки для сушки керамічного облоку:

1 - тунель; 2 - вагонетка; 3 - полки; 4 - головний колектор; 5,11— заслінки; 6 - штовхач; 7 - з'єднувальний канал; 8 - отвір для виведення відпрацьованого теплоносія; 9 – отвір для подачі в камеру теплоносія; 10 – з'єднувальні канали
12 – підводящий колектор

Тунельні сушарки об'єднуються у блоки по 15 тунелей.

При сушці керамічного блоку в тунельних сушарка початкова температура теплого повітря становить $t = 90 \dots 120 \text{ }^\circ\text{C}$, температура відпрацьованого повітря $t = 30 \dots 35 \text{ }^\circ\text{C}$, а їх відносна вологість $\phi = 80 \dots 85\%$.

Для пом'якшення режиму сушки в гарячому кінці тунелю інколи зволожують теплоносії подачею води у підводящий колектор.

Питома витрата теплоти у проточних тунельних сушарках становить 4600...5500 кДж/кг вологи.

У найпростіших проточних сушарках можна регулювати лише початкову температуру теплоносія. Температурна крива по довжині тунелю, а також крива сушіння, так само як і параметри відпрацьованого теплоносія, найчастіше виходять не такими, які потрібні технологічним властивостям матеріалу, що висушується. Крім того, подача в тунель сухого агенту призводить часто до надмірно інтенсивної сушіння на короткій ділянці тунелю, внаслідок чого на керамічних блоках виникають тріщини. На розвантажувальному кінці тунелю спостерігається переохолодження газів з випаданням конденсату на

завантажений холодний сирець, що призводить до зниження якості готових виробів.

Недоліки певною мірою можна подолати в сушарках з рециркуляцією відпрацьованого агенту. Розрізняють рециркуляцію загальну та зонну. При загальній рециркуляції частина відпрацьованого теплого повітря – рециркулюють, змішуються з теплоносієм поза тунелем і суміш, що утворюється, подають у тунель. При зонній рециркуляції рециркулятор подають в одну або кілька зон тунелю і він змішується з основним теплоносієм вже в самому тунелі.

Загальна рециркуляція дозволяє регулювати вміст вологи, які надходять у тунель газів і трохи пом'якшити режим сушіння, розтягнувши ділянку найбільш інтенсивної сушіння матеріалу. Крім того, загальна рециркуляція підвищує кількість газів, що надходять у тунель, що сприяє більш рівномірному сушінню по перерізу тунелю.

Зонна рециркуляція дає можливість локально регулювати параметри процесу та узгоджувати із кривою сушіння на окремих ділянках. Найчастіше рециркулятор вводиться на відстані $1/3$ довжини тунелю від його завантажувального кінця.

1.3.2 Структура об'єкта управління

На режим сушки виробів впливають різного роду збурюючі фактори:

- періодичне відкриття дверей тунельної сушарки при проштовхуванні вагонеток;
- підсоси з підвагонеткового простору;
- змінна сила подачі теплоносія від випалу;
- температура і вологість зовнішнього повітря, що надходить на вхід та вихід тунельної сушарки;
- зміна складу маси виробів;
- температура, вологість, теплотворна здатність теплоносія;
- атмосферний тиск;

- температура напівфабрикату;
- робота обслуговуючого персоналу;
- робота технологічного обладнання (стан футерування, заповнення пісочних створів);
- відносна надлишкова вологість фабрикату;
- геометрична конструкція садки;
- ступінь подрібнення шихти.

В якості вихідного параметру об'єкта управління є середня волога та середня температура повітря в тунелі сушарці.

Таким чином, аналізуючи вищесказане, можна зробити такі висновки: тунельна сушарка є складним об'єктом управління, що піддається впливу різних зовнішніх і внутрішніх факторів під час сушіння. Тому для оптимального управління тепло-технологічним ОРП необхідно виконувати моделювання тепло-технологічного об'єкта для визначення параметрів управління та розраховувати оптимальні параметри моделі ОРП, які забезпечують отримання максимальної якості продукції.

1.3.3 Принцип функціонування об'єкта управління

При експлуатації тунельних сушарок необхідно стежити, щоб стіни, перекриття, рейкові шляхи, двері були справні.

Завантажувати та вивантажувати вагонетки з тунелів слід якнайшвидше, дотримуючись встановленого графіка періодичності завантаження та вивантаження.

Щоб уникнути полумки дверей на вивантажувальній стороні, необхідно до завантаження відчинити двері з протилежного кінця або викотити з тунелю вагонетку з висушеною цеглою-сирцем. Щоб усунути псування дверей, слід відкривати їх повністю і закріплювати в цьому положенні.

У кожному блоці тунелів, які обслуговує один вентилятор, на завантажувальній стороні слід відкривати одночасно не більше одного тунелю.

Протягом кожної зміни 2-3 рази необхідно перевіряти температуру і швидкість теплоносія в центральному каналі, що підводить, температуру і швидкість теплоносія, що надходить в ті або інші тунелі, розрідження в тунелях і тиск після нагнітального вентилятора, а також вологість сирця після його вивантаження з сушарок .

Слід систематично перевіряти якість вивантажуваного сирця із сушарки для того, щоб можна було своєчасно усувати причини, що викликають брак.

Умови безпеки та експлуатації під час виконання робіт з тунельною піччю наведені в ПП 1.2.10-177-2001 "Примірна інструкція з охорони праці для садчиків в печі і на тунельні вагони вогнетривких підприємств"

1.4 Формулювання задачі дослідження

За результатом аналізу об'єкта управління можна зробити висновок, тунельна сушарка є складним об'єктом управління, що піддається впливу різних зовнішніх і внутрішніх факторів під час сушіння. Тому для оптимального управління тепло-технологічним ОРП необхідно виконувати моделювання тепло-технологічного об'єкта для визначення параметрів управління та розраховувати оптимальні параметри моделі ОРП, які забезпечують отримання максимальної якості продукції.

Об'єкт управління є нелінійним та з мінливими динамічними властивостями, на які впливають процеси в інших зонах сушарки у якості збурень.

У якості основного каналу управління взяли радіальний вентилятор, яка контролює потік теплоносія до сушарки від тунельної печі.

З оглядом на це сформульовані наступні задачі дослідження:

– згідно з математичним описом створити імітаційну модель процесу сушки керамічних блоків, в якій врахований вплив інших параметрів сушарки на динамічні властивості об'єкта управління;

- за отриманими у ході обчислювального експерименту характеристиками, визначити спрощені динамічні моделі за каналами управління та збурення;
- розробити програмне забезпечення системи автоматичного управління радіальним вентилятором подачі теплоносія до сушарки.

1.5 Висновки по розділу

За результатами аналізу об'єкта управління як об'єкта автоматизації та об'єкта дослідження зробимо наступні висновки:

- об'єктом дослідження є система автоматичного управління процесом сушки керамічних блоків у тунельній сушарці;
- предметом дослідження є процес автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням.;
- метою дослідження є підвищення ефективності процесу виготовлення керамічних блоків за рахунок автоматизації подачі теплоносія;
- для обрання апаратного забезпечення необхідно розробити структурну схему системи управління;
- на підставі структурної схеми системи управління з урахуванням вимог технологічного процесу потрібно обрати датчики та виконавчі пристрої системи управління відаючи перевагу елементам з стандартними входами, виходами та напругою живлення;
- необхідно проаналізувати вимоги до функціонування системи управління, датчиків і виконавчих пристроїв та обрати в якості пристрою управління промисловий контролер компанії VIPA;
- на підставі обраного апаратного забезпечення необхідно розробити функціональну схему автоматизації системи управління та схему електричну принципову системи управління;
- відповідно до апаратного забезпечення потрібно розробити структурну схему інформаційних потоків дослідницької системи;

- згідно до вимог технологічного процесу та структури дослідницької системи необхідно розробити методику дослідження об'єкта управління;
- для визначення статичних та динамічних характеристик моделей елементів об'єкта управління та оцінки їх адекватності будуть застосовані методи статистичної обробки даних та методи теорії автоматичного управління;
- остаточна модель об'єкта управління повинна бути отримана у вигляді передавальної функції;
- для визначення імітаційної моделі об'єкта управління будуть враховані вимоги технологічного процесу та отримані закономірності.

2 РОЗРОБКА АПАРАТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

2.1 Розробка структурної схеми системи управління

В нашому випадку об'єктом управління є підтримка температури у тунельній сушарці. Це здійснюється за допомогою управління обертами радіального вентилятора. Вхідні сигнали йдуть в пристрій управління з датчика температури. Вихідні сигнали йдуть з пристрою управління на виконавчі пристрої: частотний перетворювач, асинхронний електропривід, радіальний вентилятор повітря та, безпосередньо, повітря.

Відповідно до технологічного процесу та вимог до системи управління, розроблено структурну схему системи управління (рис. 2.1).

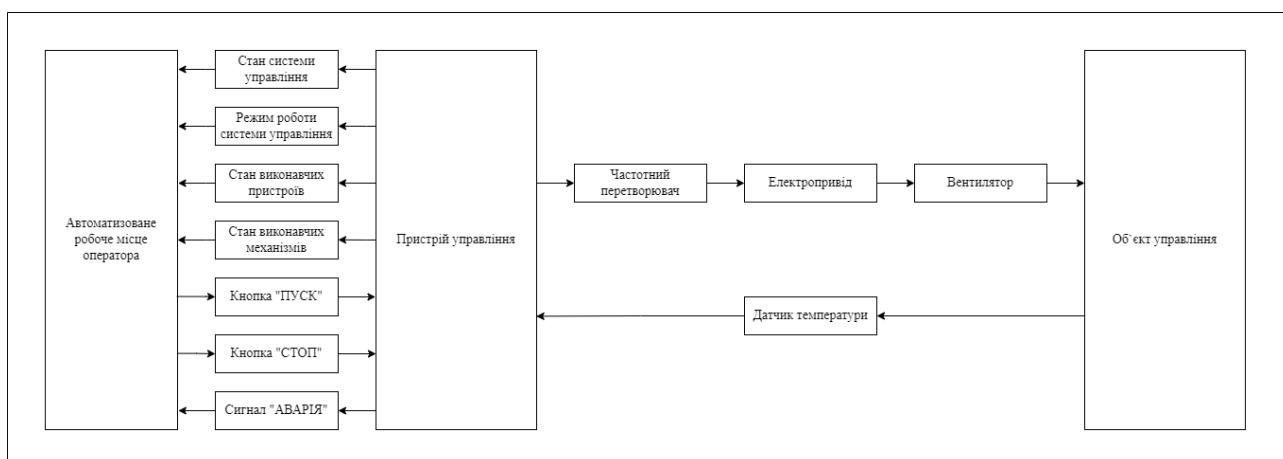


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи управління

Сигнал з пульта диспетчера передається на пристрій управління та й навпаки, з пульта управління на пульт диспетчера. Зв'язок між пристроєм управління та пультом диспетчера здійснюється за допомогою інтерфейсу RS-485.

2.2 Вибір апаратного забезпечення системи управління

2.2.1 Вибір датчиків

Головною задачею системи що розробляється - безперервно вимірювати та управляти температурою повітря. Температура повітря в сушарці повинна складати $70\div 90$ °С. Виходячи з цих вимог обрано датчик ОВЕН ДТС 045-50М.В2.60 (рис. 2.2) який має один чутливий елемент термоперетворювача, з'єднаних із комутаційною головкою. Чутливий елемент термоперетворювача зроблений із мідного дроту.

Датчик працює за принципі властивості чутливого елемента термоперетворювача змінювати електричний опір пропорційно до зміни температури навколишнього середовища в діапазоні вимірювання $-50\div 150$ °С. Технічні характеристики датчика наведені в табл. 2.1.



Рисунок 2.2 – Датчик ОВЕН ДТС 045-50М.В2.60

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики датчика ОВЕН ДТС 045-50М.В2.60

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Термоопір
2	Номінальна статистична характеристика (НСХ)	50М Мідь, 50 Ом при 0°С
3	Діапазон вимірюваних температур	- 50÷150 °С
4	Умовний тиск	10 МПа
5	Точність	$\pm(0,3 \text{ °С} + 0,005T)$
6	Схема внутрішнього підключення	2-х провідна
7	Діапазон вихідного сигналу	4÷20 мА

2.2.2 Вибір виконавчих пристроїв

Для контролю руху повітря та підтримання заданої температури у тунельній сушарці використаємо радіальний вентилятор ВЦП 7-40 №4 5,5 кВт (рис. 2.3). Цього буде достатньо, щоб нагнати 2500-7000 м³/ч теплого повітря. Технічні характеристики радіального вентилятора наведені в табл. 2.2.



Рисунок 2.3 – Радіальний вентилятор ВЦП 7-40 №4 5,5 кВт

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики радіального вентилятора ВЦП 7-40 №4 5,5 кВт

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Радіальний
2	Діапазон витрат повітря, м ³ /ч	2500÷7000
3	Діапазон повного тиску, Па	2900-2100
4	Потужність електродвигуна, кВт	5.5
5	Напруга, В	380

Для подачі потужності на привід вентилятора використаємо асинхронний трифазний електродвигун АИР 100 L2 (рис. 2.4). Технічні характеристики електродвигуна наведені в табл. 2.3.



Рисунок 2.4 – Асинхронний трифазний електродвигун АІР 100 L2

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики асинхронного трифазного електродвигуна АІР 100 L2

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Асинхронний трифазний
2	Напруга	220/380 В
3	Потужність	5.5 кВт
4	Частота обертів	3000 об/хв
5	Габарити	385×205×270 мм

Для контролю обертів вентилятора під даний електродвигун беремо частотний перетворювач Lenze ESMD 552 L4TXA (рис. 2.5). Технічні характеристики частотного перетворювача наведені у табл. 2.4.



Рисунок 2.5 – Частотний перетворювач Lenze ESMD 552 L4TXA

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики частотного перетворювача Lenze ESMD 552 L4TXA

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	Скалярний
2	Потужність, кВт	5.5
3	Номінальний струм, А	12.6
4	Напруга живлення, В	~400÷~480
5	Інтерфейс	RS485, CAN-BUS
6	Діапазон частот, Гц	0-240, 500
7	Діапазон аналогового сигналу управління швидкістю, мА	4÷20

2.2.3 Вибір пристрою управління

Відповідно до вимоги системи управління обертами вентилятором в якості пристрою управління повинен використовуватися програмований логічний контролер компанії VIPA. Цикл роботи контролера повинен бути не більше 100 мс, для забезпечення реакції на зміну температури. Крім того контролер повинен мати не менш 1 КБайт вільної робочої пам'яті для реалізації програми управління.

Виходячи з того, що до контролеру повинно бути підключено один датчик температури з струмовим інтерфейсом 4÷20 мА та електродвигун з напругою управління +24 В контролер повинен мати модульну структуру, що забезпечить підключення тільки обраного обладнання та легке розширення подальшого функціоналу.

Так як система повинна бути підключена до пульта оператора в якості котрого виступає персональний комп'ютер, при цьому важливо, щоб провідників було найменше контролер повинен мати інтерфейс RS-485.

Даним вимогам відповідає програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33. Контролер має час арифметичної операції над речовим числом 40 мкс, об'єм пам'яті програм 144 КБайт, об'єм робочої пам'яті 96 КБайт та інтерфейс RS-485 (рис. 2.6). Технічні характеристики контролеру наведені в табл. 2.5



Рисунок 2.6 – Програмований логічний контролер 214-2BS33

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33

Найменування параметра	Значення
Тип	CPU 214SER
Пам'ять, кБайт	144
Робоча пам'ять, кБайт	96
Максимальна кількість модулів, штук	32
Час виконання команди над бітом, мкс	0,18
Час виконання команди над байтом, мкс	0,78
Час виконання команди над словом, мкс	1,8
Час виконання команди над дійним словом, мкс	40,0
RS-485 інтерфейс	Присутній
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, Вт	5

Для підключення датчиків температури обрано модуль аналогового вводу/виводу VIPA 234-1BD50 який має два аналогові входи та два аналогові виходи (рис. 2.7). Технічні характеристики модуля наведені в табл. 2.6.



Рисунок 2.7 – Модуль аналогового вводу/виводу VIPA 234-1BD50

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики модуля аналогового вводу/виводу VIPA 234-1BD50

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SM 234
2	Кількість каналів входів	2
3	Кількість каналів виходів	2
4	Тип каналу	Аналоговий
5	Діапазон вхідного сигналу, мА	-10÷10
6	Діапазон вихідного сигналу, мА	-10÷10
7	Довжина екранного провідника, м	200
8	Споживна потужність, Вт	2.9

Схема підключення датчика температури до аналогового вводу надано на рис. 2.8

Відповідно до схеми підключення модуль має чотири незалежні канали, к кожному з яких може бути підключено джерело струму. До позитивного входу датчика підключається позитивний вихід джерела напруги. Вихід датчика який виступає в якості джерела струму підключається до відповідного каналу модуля аналогового вводу 2, 4, 6, 8. Земляний вихід модуля аналогового вводу 3, 5, 7, 9 підключається до земляного контакту джерела напруги.

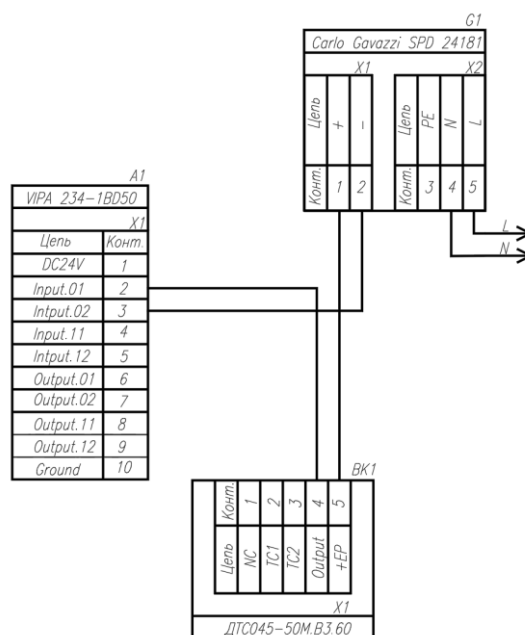


Рисунок 2.8 – Схема підключення датчика температури

Також для управління частотними перетворювачами необхідно формувати дискретні сигнали. Тому з цими вимогами обрано модуль дискретного виводу VIPA 222-1HD20, який має 4 ізольованих дискретних виходів з напругою +230 В (рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Модуль дискретного виводу VIPA 222-1HD20

Технічні характеристики модулю дискретного виводу наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики модуля дискретного виводу VIPA 222-1HD20

№	Найменування параметра	Значення
1	Тип	SM 222
2	Кількість каналів	4
3	Тип каналу	Дискретний
4	Діапазон вихідного каналу, В	0÷24
5	Максимальний струм вихідного сигналу, А	16
6	Довжина екранованого провідника, м	1000
7	Споживана потужність, Вт	2

Схема підключення контролера по інтерфейсу RS-485 до системи управління наведено на рис. 2.10

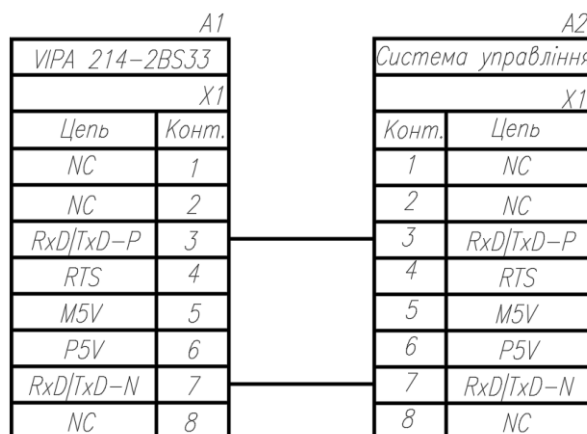


Рисунок 2.10 – Схема підключення по інтерфейсу RS-485

Схема підключення частотного перетворювача до модуля дискретного виводу наведена на рис. 2.11. Відповідно до схеми підключення модуль має чотири ізольованих каналів, кожний з яких може бути використаний для управління дискретним виконавчим пристроєм з напругою +24 В.

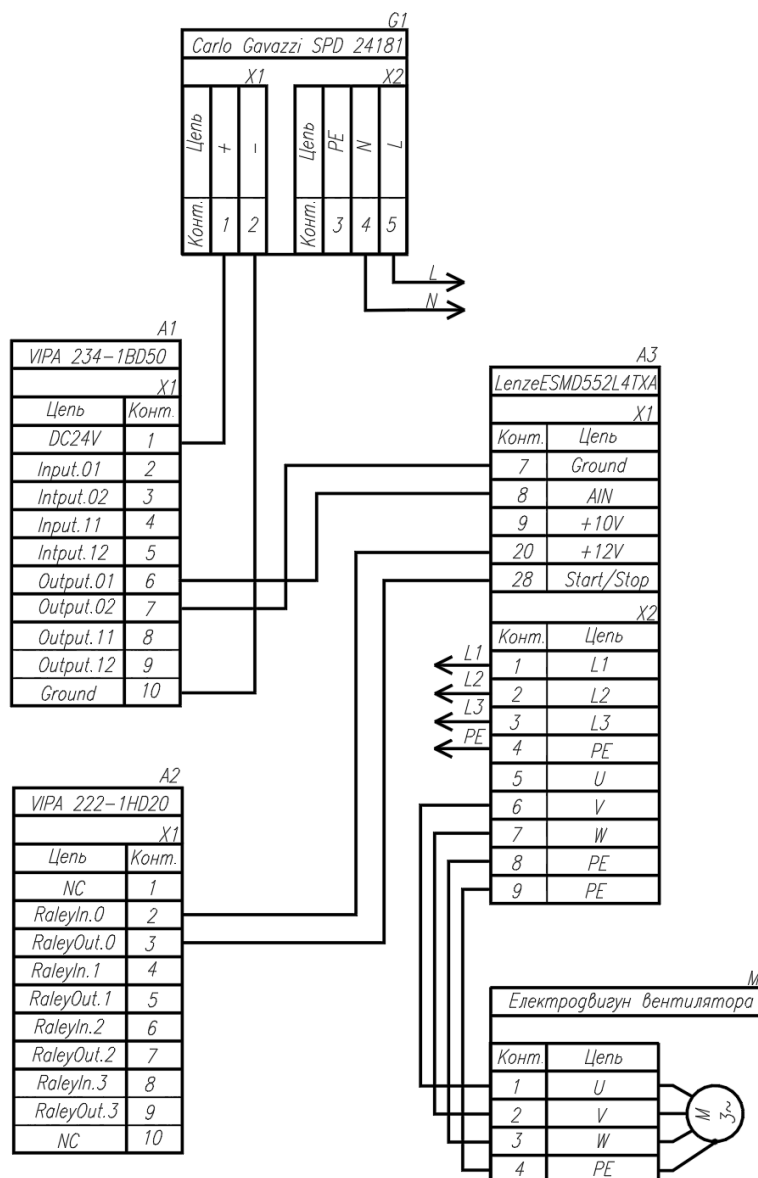


Рисунок 2.11 – Схема підключення частотного перетворювача

На підставі обраного програмованого логічного контролера та його модулів складена табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Пристрій управління та його модулі

№	Назва модуля	Пристрій	Напруга живлення	Потужність споживання
1	VIPA 214-2BS33	Процесорний модуль	24 В	5 Вт
2	VIPA 234-1BD50	Модуль аналогового вводу/виводу	24 В	2.9 Вт
3	VIPA 222-1HD20	Модуль дискретного виводу	230 В	2 Вт

2.2.4 Вибір джерел живлення

Програмований логічний контролер 241-2BS33 і модулі 234-1BD50 та 222-1HD20 живляться від джерела постійної напруги +24 В. Загальна споживана потужність програмованого логічного контролера та модуля становить:

$$P = 1.3 * (5.00 + 2.90 + 2.00) = 12.87 \text{ Вт.}$$

Відповідно до цього в якості джерела постійної напруги обране джерело живлення SPD24181 (рис. 2.12), зі змінною напругою живлення від ~85 до ~264 В, вихідною напругою +24 В і потужністю 30 Вт. Технічні характеристики блока живлення наведені у табл. 2.9.



Рисунок 2.12 – Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24181

Схема підключення програмованого логічного контролера 241-2BS33 до джерела живлення SPD24301 наведена на рисунку 2.13.

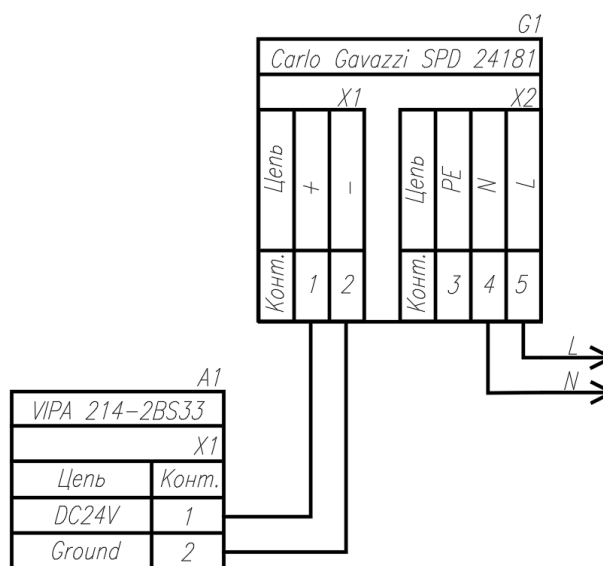


Рисунок 2.13 – Схема підключення ПЛК 241-2BS33 до джерела живлення SPD24181

Таблиця 2.9 – Технічні характеристики блока живлення Carlo Gavazzi SPD24301

№	Найменування параметра	Значення
1	Напруга живлення, В	~85÷~264
2	Вихідна напруга, В	24
3	Потужність, Вт	18
4	Максимальний вихідний струм, А	0,7

2.3 Розробка функціональної схеми автоматизації

На основі вимог до системи управління температурою у тунельній сушарці та обраного апаратного забезпечення розроблена функціональна схема автоматизації, яка наведена на рис. 2.14.

У якості пристрою управління використовується програмований логічний контролер (UY 4 – VIPA 214-2BS33). Програмований логічний контролер підключено до системи управління за який відповідає комп'ютер більш

високого рівня управління (UY 5), зв'язок між ними реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485.

Температура в тунельній сушарці вимірюється за допомогою датчика температури (TE 1-1 – ДТС 045-50М.В2.60), виміряне значення за допомогою вбудованого до датчика перетворювача трансформує в струмовий сигнал $4\div 20$ мА.

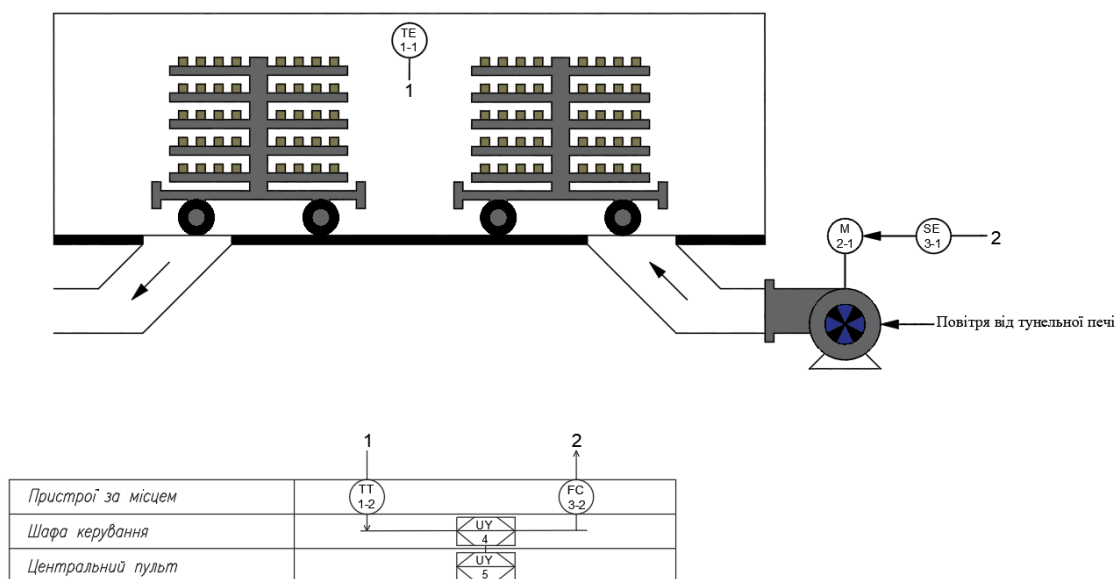


Рисунок 2.14 – Функціональна схема автоматизації системи управління

Контролер керує частотою обертів електродвигуна за допомогою частотного перетворювача (SE 3-1 – частотний перетворювач Lenze ESMD 552 L4TXA) та його перетворювача з аналоговим виходом (FC 3-2), які гарантують зміну обертів електродвигуна (M 2-1).

2.4 Розробка схеми електричної принципової

На основі функціональної схеми автоматизації та обраного апаратного забезпечення розроблена схема електрична принципова системи управління температурою у тунельній сушарці (рис. 2.15).

В системі використовуються два блока живлення. Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24181 (G1) підключено до програмованого логічного контролеру VIPA 214-2BS33 (A1).

Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24181 (G2) підключено до модулю аналогового вводу/виводу 4...20 мА VIPA 234-1BD50 (A1 – X5), датчику температури ОВЕН ДТС 045-50М.В2.60 (BK1).

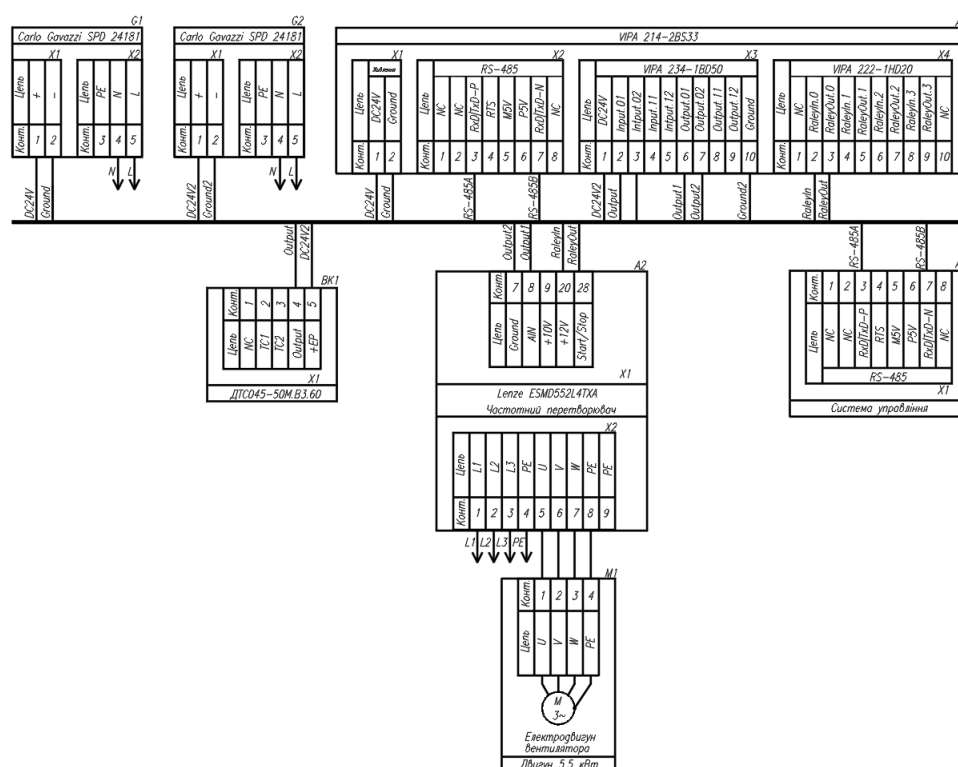


Рисунок 2.15 – Схема електрична принципова системи управління

Зв'язок між програмованим логічним контролером VIPA 231-1BD40 (A1) та системою управління (A3) реалізовано за допомогою інтерфейсу RS-485 (A1 – X2).

2.5 Висновки по розділу

У розділі було розроблено структурну схему системи управління. Для системи управління були обрані виконавчі пристрої, датчик, пристрій

управління, система управління та джерела живлення. Були розроблені функціональна та електрична принципова схеми.

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 $4\div 20$ мА та стандартне живлення 24 В.

На підставі вимог до технологічного процесу та функціонування системи управління в якості пристрою управління обрано програмований логічний контролер VIRA 214-2BS33. Враховуючи датчики, виконавчі пристрої та тип контролера обрано його модулі які забезпечують підключення усіх елементів.

Згідно з обраним датчиком, виконавчими пристроями, пристроєм управління розраховані споживані потужності та обрані блоки живлення.

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

Результати розробки апаратного забезпечення системи управління будуть використанні при створенні дослідницької системи для збору даних про функціонування об'єкт управління, за якими буде проведено визначення моделі об'єкта управління.

3 ВИЗНАЧЕННЯ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Модель транспорту повітря

Об'єкт транспорту повітря містить в собі об'єкт управління в якому присутній радіальний вентилятор з виконавчим механізмом. На моделі присутній електродвигун, але так як час його включення становить лише 0,75 секунд на моделі він відсутній. Швидкість обертання вентилятора має наступні значення 0% при вимкненому випадку, мінімальна швидкість - 35%, а максимальне - 100%.

З опису технологічного процесу відстань від датчика температури до радіального вентилятора складає 53 метри. Зважаючи на технічні характеристики вентилятора, при потужності 100%, тепле повітря пройде дану відстань за 4 секунди. Звідси 35% - це 10 секунд.

Останній параметр, який треба розрахувати – це коефіцієнт перетворення. Він розраховується через систему рівнянь:

$$\begin{cases} 100\% - 35\% = 65\% \\ 10c - 4c = 6c \\ 65\%/6c = 10.8 \end{cases} \quad (3.1)$$

Звідси формула запізнення:

$$10c - (\text{швидкість вентилятора} - 35\%)/10.8 \quad (3.2)$$

Отримавши всі потрібні розрахунки реалізуємо розрахунок запізнення за допомогою скрипту `delay.m`, який входить до блоку MATLAB Function:

```
function delay = calculationDelay(speed)

if speed == 0
    delay = 10;
    return
end

if (speed - 35) <= 0
    delay = 10;
    return
end

if (speed - 35) >= 65
```

```

delay = 4;
return
end

delay = 10 - (speed - 35) / 10.8;

```

За рахунок отриманого аналітичного опису розроблена модель транспорту повітря (рис. 3.1), яка складається з блоку MATLAB Function «Розрахунок запізнення», та блоку Variable Time Delay «Транспортне запізнення». Воно складається зі статистичних складових, таких як довжина трубопроводу й довжина тунельної сушарки, та динамічних складових, а саме: швидкість обертання вентилятора.

На вхід моделі задається швидкість обертів вентилятора від 35% до 100%, в даному випадку ми задаємо 80%.

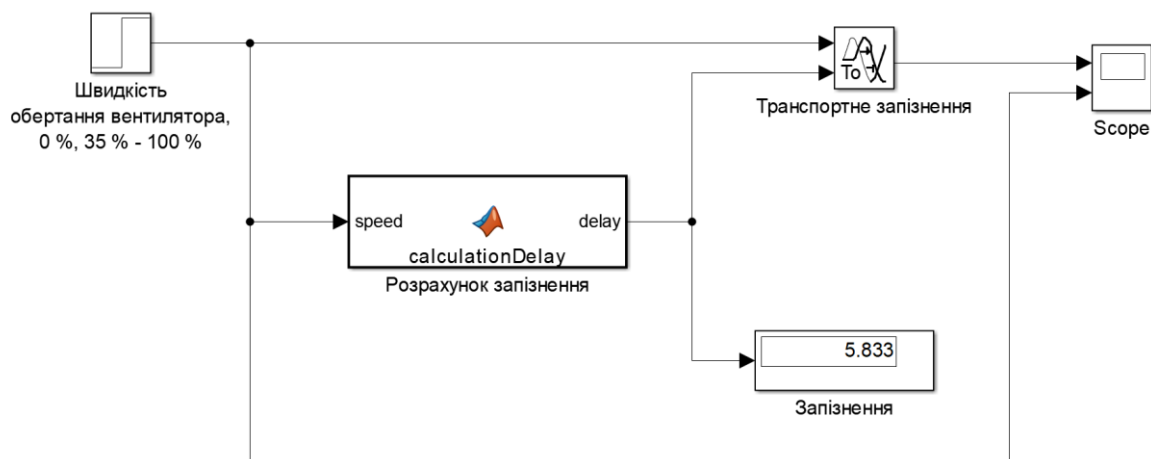


Рисунок 3.1 – Модель транспорту повітря

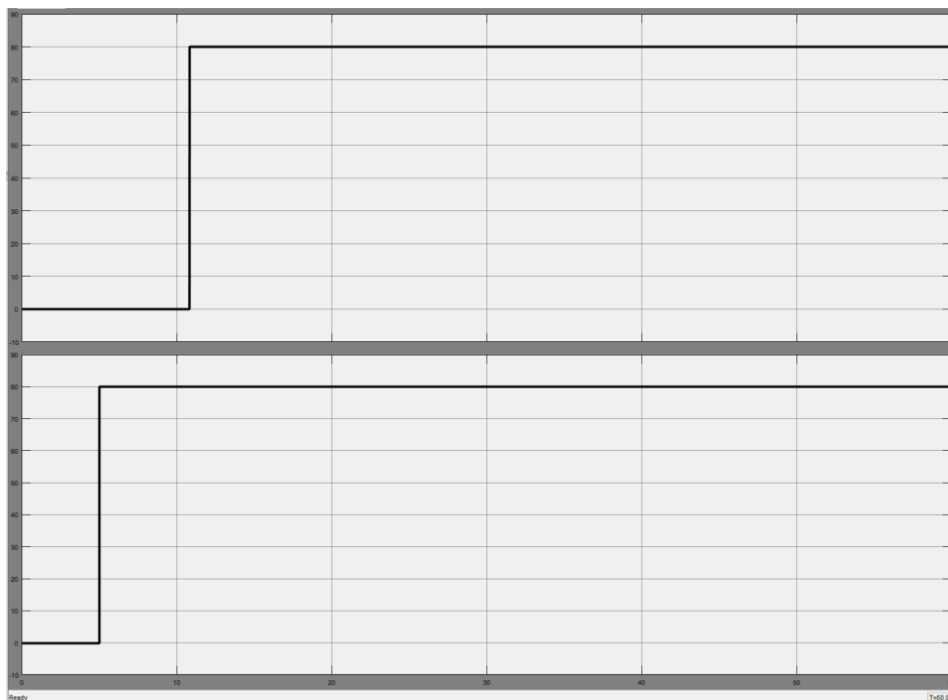


Рисунок 3.2 – Вихідне значення моделювання управлінням швидкості вентилятора

За рисунком 3.2, встановлено, що об'єкт управління подає вхідне значення 80 на протязі 6 секунд, відповідно до цього вихідне значення сягає 80%.

3.2 Модель зміни температури датчика

Модель зміни температури датчика складається з датчика температури у тунельній сушарці (рис. 3.3).

Враховуючи той датчик, який був обраний, час зміни температури датчика від повітря становить 30 секунд. Звідси постійна часу становить 6 секунд.

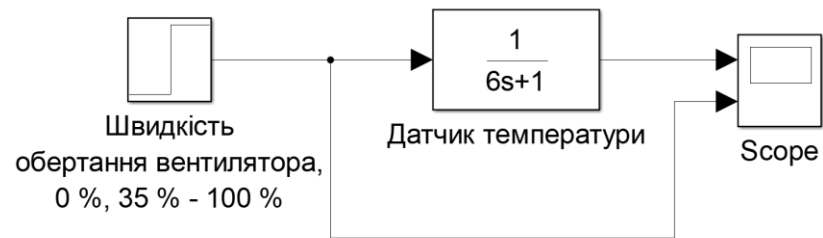


Рисунок 3.3 – Модель зміни температури датчика

На вхід моделі задається швидкість обертів вентилятора від 35% до 100%, в даному випадку ми задаємо 50%

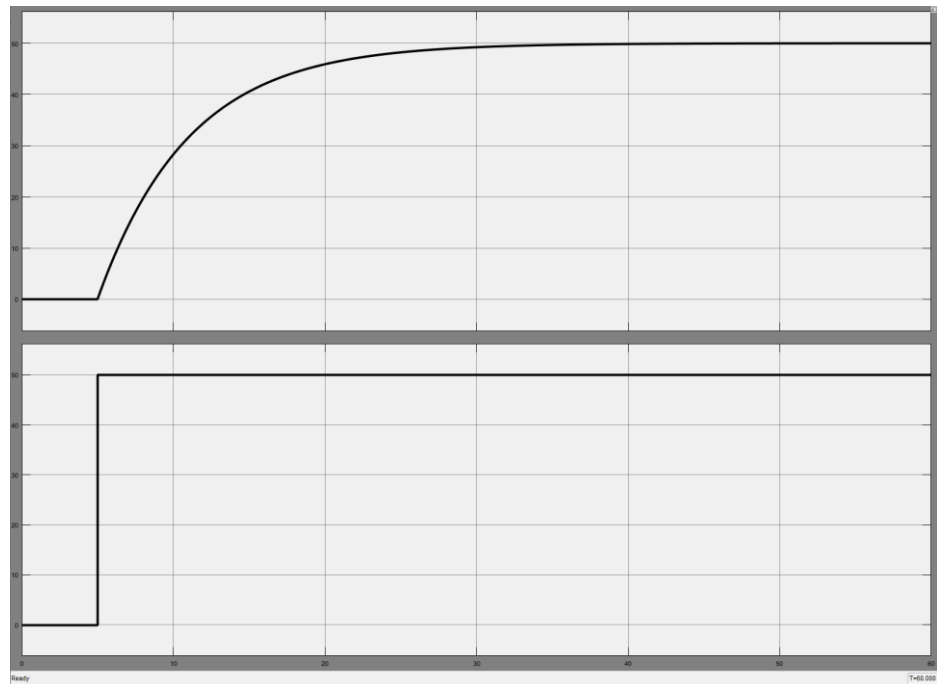


Рисунок 3.4 – Вихідне значення моделювання зміни температури датчика

За рисунком 3.4 видно що об'єкт управління подає вхідне значення 50%, на протязі 30 секунд, відповідно до цього вихідне значення сягає 50°C.

3.3 Модель зміни температури у камері

Модель зміни температури повітря у сушильній камері складається з керуючого впливу: швидкість обертання вентилятора, та збурюючого впливу: температура навколишнього середовища.

У технологічному процесі сказано, що температура в сушильній камері повинна бути від 80°C до 85°C. Зважаючи на це, при потужності вентилятора 100% температура повітря у тунелі дорівнює 95°C, без урахування температури навколишнього середовища. Звідси 35% - 55°C.

Час зміни швидкості повітря складає 5 секунд, тому постійна часу дорівнює 1 секунду. Тепер коефіцієнт посилення розрахуємо через систему рівнянь.

$$\begin{cases} 95^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C} = 40^{\circ}\text{C} \\ 100\% - 35\% = 65\% \\ 40^{\circ}\text{C}/65\% = 0.6 \end{cases} \quad (3.3)$$

Виходячи зі сукупності всіх цих факторів будується модель зміни температури повітря у сушильному тунелі.

Спочатку розробимо керуючий вплив. Подаючи потужність треба спочатку відняти від початкового значення швидкості вентилятора 35, потім поставити блок обмеження від 0 до 65. Так як мінусового значення потужності вентилятора не буває. Після пропускаємо дане число через коефіцієнт посилення, та додаємо 55. Це зроблено для того, щоб ця модель відповідала дійсності. Інші способи є більш складні та ресурсо-затратні, що для нашого об'єкта не має сенсу. (рис. 3.5).

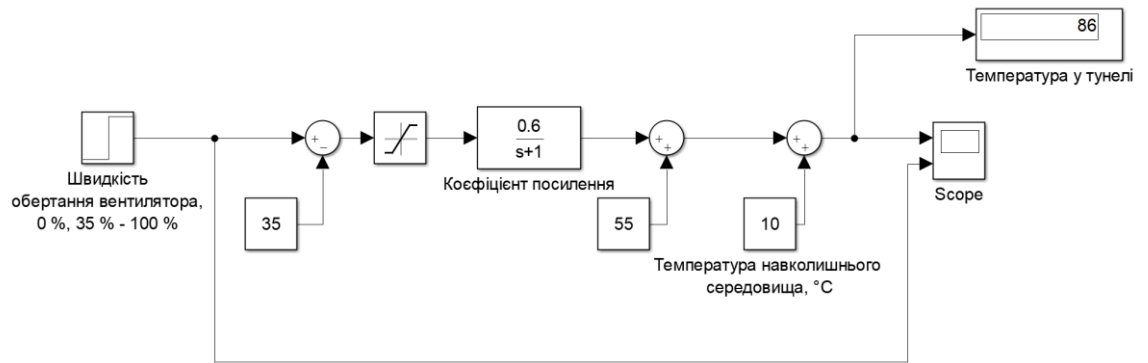


Рисунок 3.5 – Модель зміни температури повітря у сушильному тунелі

Та для реалізації збурюючого впливу в кінці додаємо блок «Температура навколишнього середовища».

На вхід моделі задається швидкість обертів вентилятора від 35% до 100%, в даному випадку ми задаємо 70%

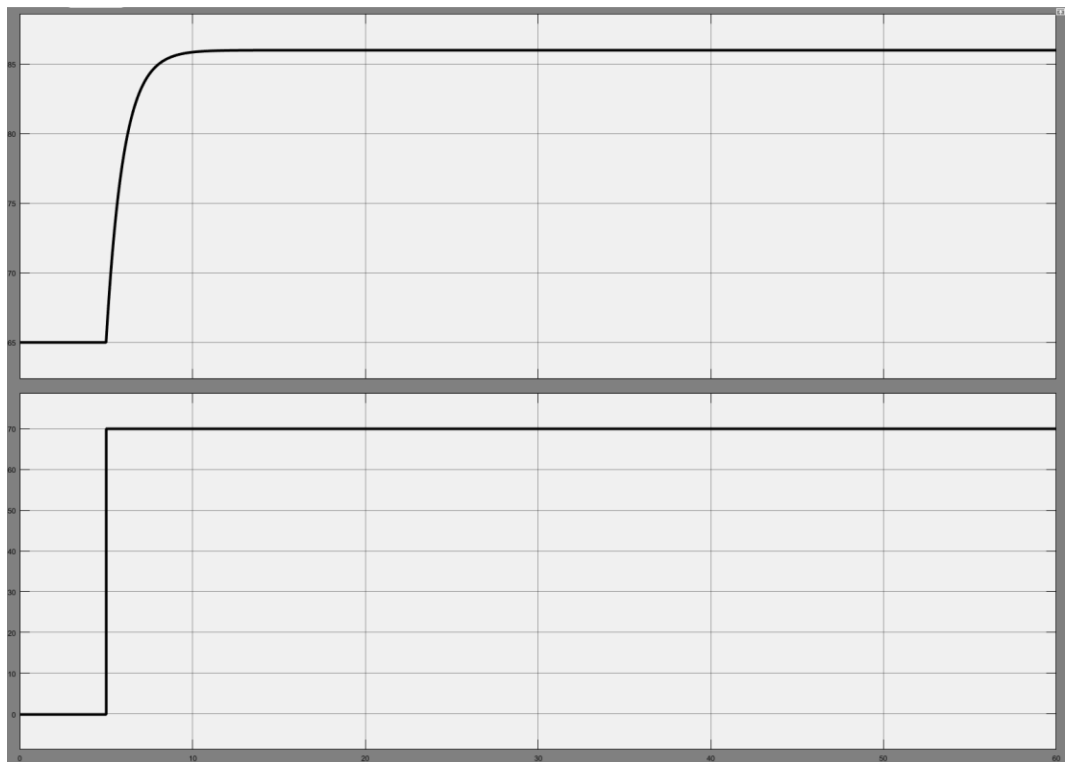


Рисунок 3.6 – Вихідне значення моделювання управлінням температурою повітря у сушильному тунелі

За рисунком 3.6 видно що об'єкт управління подає вхідне значення 70% на протязі 6 секунд, відповідно до цього вихідне значення сягає 80%.

3.4 Модель об'єкта управління

Модель об'єкта управління (рис. 3.7) складається з таких моделей: транспорту повітря (рис. 3.1), зміни температури датчика (рис. 3.3), та зміни температури повітря у сушильному тунелі (рис. 3.5). Як було описано вище (в усіх моделях керуючим впливом являє собою швидкість обертів вентилятора) змінюючи вхідне значення швидкості вентилятора на виході ми отримуємо оптимальну температуру для сушки сирців, що забезпечить якість майбутніх виробів.

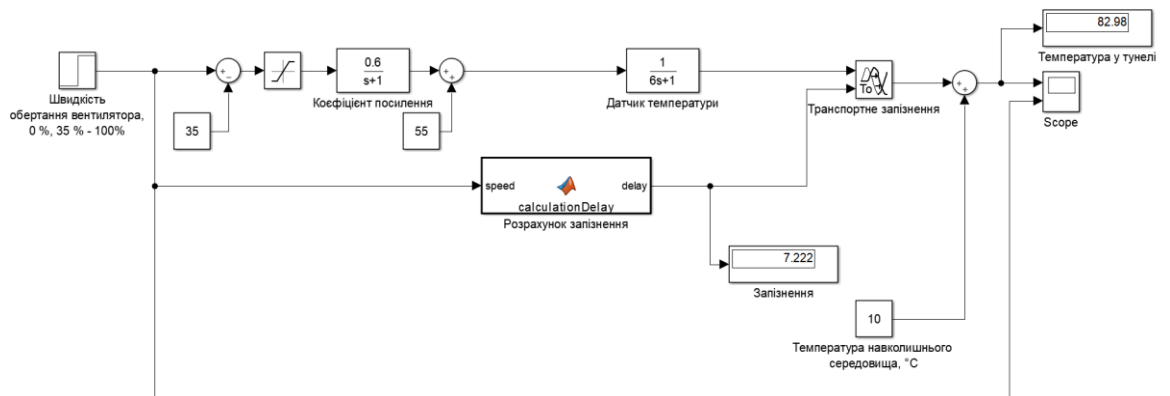


Рисунок 3.7 – Модель об'єкта управління

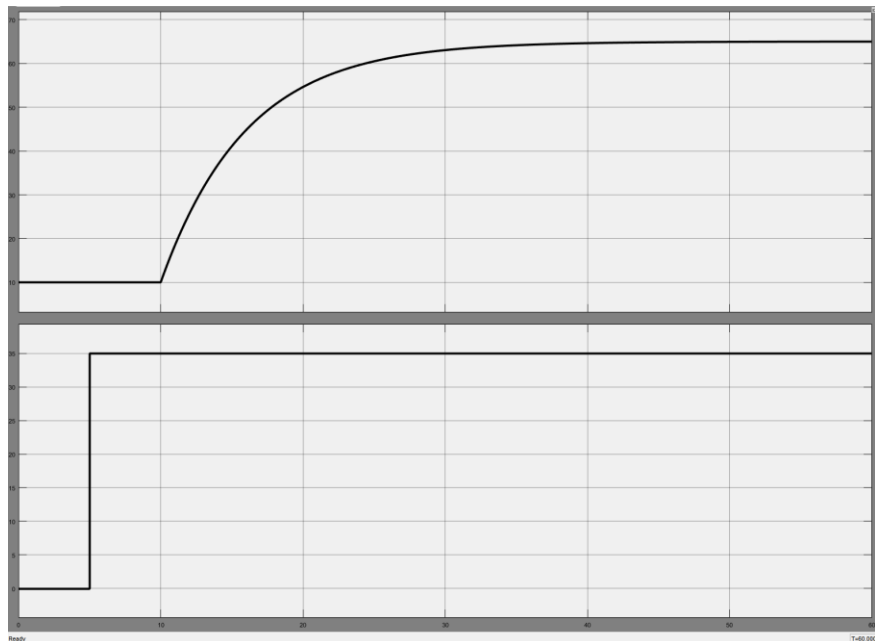


Рисунок 3.8 – Вихідне значення об'єкта управління при швидкості
обертання вентилятора 35%

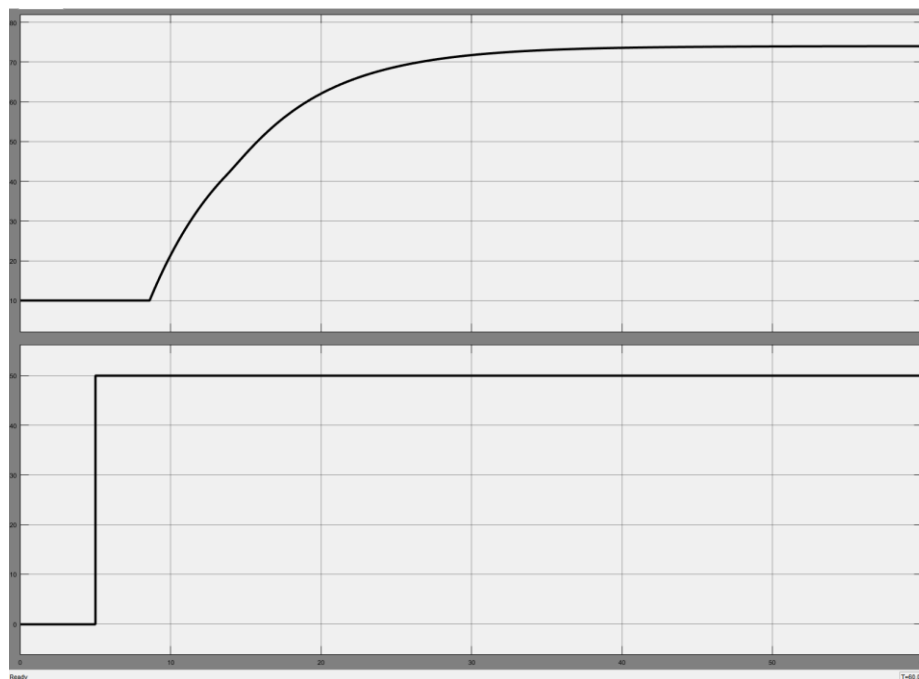


Рисунок 3.9 – Вихідне значення об'єкта управління при швидкості
обертання вентилятора 50%

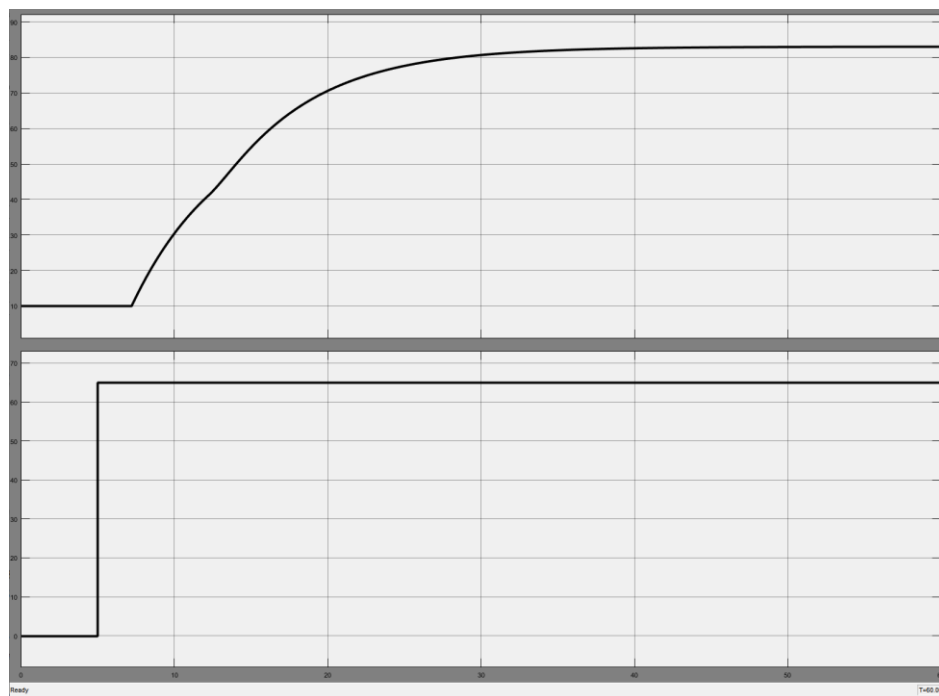


Рисунок 3.10 – Вихідне значення об'єкта управління при швидкості
обертання вентилятора 65%

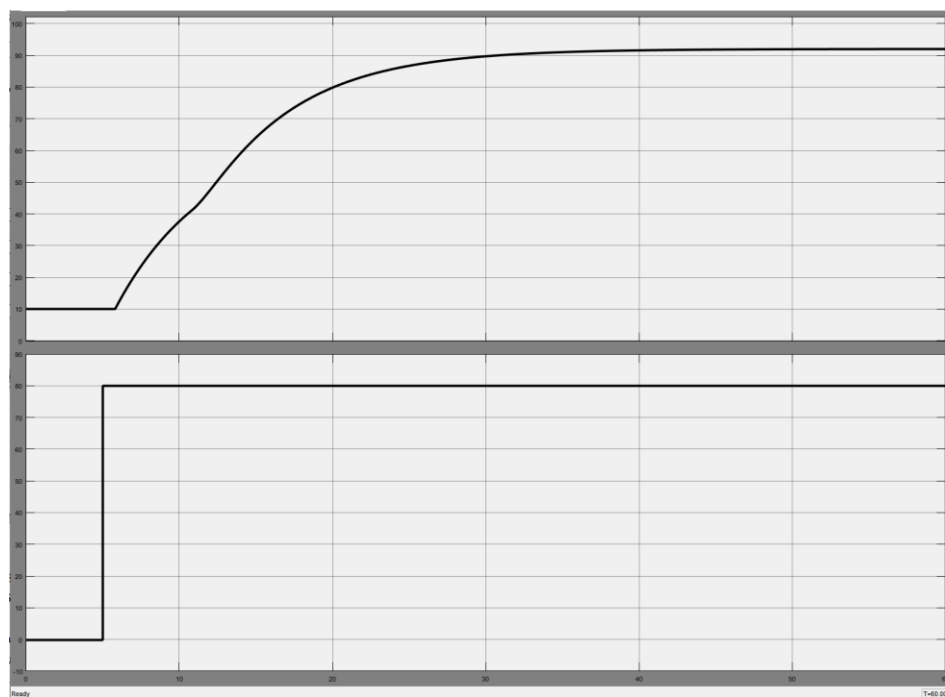


Рисунок 3.11 – Вихідне значення об'єкта управління при швидкості обертання вентилятора 80%

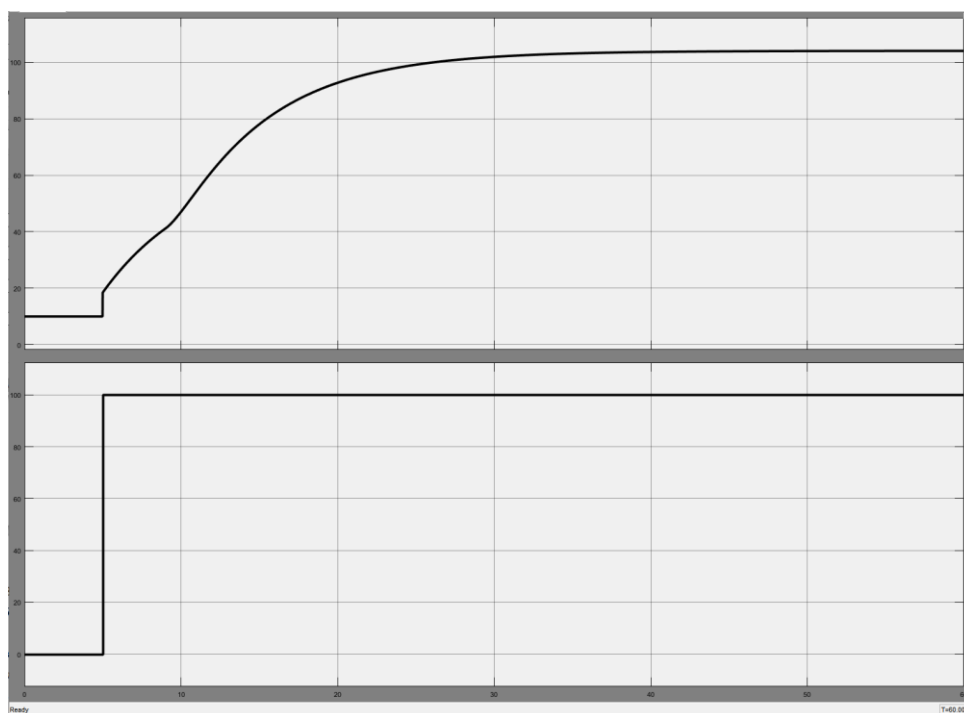


Рисунок 3.12 – Вихідне значення об'єкта управління при швидкості обертання вентилятора 100%

Як видно за вихідними значеннями об'єкта управління при різних швидкостях обертання вентилятора модель температур трохи відрізняються.

Вже при швидкості обертання вентилятора 50% (рис. 3.11) з'являється вигин, який найкраще видно на рисунку 3.14. Це пов'язано з реалізацією моделі, так як запізнення змінюється з 10с на 4с. Подальше робота над удосконаленням моделі є зайвою для нашого об'єкта.

3.5 Висновки по розділу

На підставі аналізу технологічного процесу у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, яке входить до математичного пакету MATLAB, запропоновані та розроблені аналітичні моделі, а саме: транспорту повітря, зміни температури датчика, та зміни температури повітря у сушильному тунелі.

Використовуючи отримані моделі створено модель об'єкта управління, для підтримки оптимальної температури у тунельній сушарці. Ця модель об'єкта подалі буде використана для його дослідження та отримання нових закономірностей та розробки на їх підставі нових принципів та методів управління об'єктом, які дозволять підвищити ефективність його функціонування.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок капітальних витрат

Кошторис виробництва — це собівартість за загальними факторами підприємства, що показує структуру ресурсів, які дуже важливі для аналізу факторів, що знижують собівартість продукції.

На етапі прогнозування витрат оцінка кошторис виробництва може бути зроблений шляхом коригування минулих фактичних витрат.

Раціональніше кошторис виробництва розраховують по кожному елементу виходячи з планового виробництва норм і цін. Тому для малих підприємств ці розрахунки є узагальненнями, а для середніх і великих підприємств їх кошторис підсумовуючі кошторис витрат цехів служб і дільниць.

Складаємо кошторис на придбання даного обладнання, а також визначаємо загальну вартість усього обладнання (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Перелік використовуваного обладнання

№	Найменування витрат	Кількість	Вартість за одиницю продукції, грн	Загальна вартість продукції, грн
1	Датчик температури ОВЕН ДТС 045-50М.В3.60	1	1062.00	1062.00
2	Частотний перетворювач Lenze ESMD 552L4TXA	1	17790.00	17790.00
3	Радіальний вентилятор ВЦП 7-40 №4 5,5 кВт	1	19218.00	19218.00
4	Програмований логічний контролер VIPA 214-2BS33	1	18132.69	18132.69
5	Модуль аналогового вводу/виводу VIPA 234-1BD50	1	10272.13	10272.13
6	Модуль дискретного вводу VIPA 222-1HD20	1	3228,38	3228.38
7	Блок живлення Carlo Gavazzi SPD24181	2	1027.21	2054.42
Усього				71957.62

Витрати на транспортування обладнання $V_{\text{тр}}$, розраховуються за формулою:

$$V_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{п}} * \%П_{\text{т}}}{100\%}, \quad (4.1)$$

де $V_{\text{п}}$ – загальна вартість обладнання, грн;

$\%П_{\text{т}}$ – відсоток транспортних витрат (приймаємо у розмірі 15%).

$$V_{\text{т}} = \frac{71957.62 * 15\%}{100\%} = 10793.64 \quad (4.2)$$

Витрати на монтаж, введення в експлуатацію та налагодження системи, включають витрати на заробітну плату інженера-електронника та слюсаря-монтажника, в обов'язки яких входить даний вид роботи. Робота буде завершена на протязі 4 днів. Відповідно до цього складена таблиця 4.2.

Таблиця 4.2 – Витрати на монтаж, пуск і налагодження системи автоматизації

№	Найменування професії	Розряд	Кількість працюючих, чол	Тариф, грн/день	Кількість днів	Фонд зар. плати, грн
1	Слюсар-монтажник	6	1	500	3	1500
2	Інженер-електронник	–	1	650	3	1950
Разом						3450
ЄСВ (20%)						690
Усього						4140

Капітальні витрати K , грн включають в себе витрати на придбання обладнання, транспортування та монтаж системи автоматизації. Розраховується за формулою 4.3.

$$K = V_{\text{о}} + V_{\text{тр}} + V_{\text{м}}, \quad (4.3)$$

де B_0 – витрати на обладнання, грн.;

$B_{тр}$ – витрати на транспортування, грн.;

B_M – витрати на монтаж, пуск і налагодження системи автоматизації, грн.

$$K = 71957.62 + 10793.64 + 4140 = 86891.26 \text{ грн} \quad (4.4)$$

Капітальні витрати на придбання обладнання, транспортування, та монтаж системи автоматизації, складають 86891.26 грн.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

В результаті використання установки та її обслуговування виникають експлуатаційні витрати, які знаходяться за формулою 4.5.

$$C_p = C_a + C_z + C_c + C_{р.т.о.} + C_{ее} + C_{інш}, \quad (4.5)$$

де C_a – амортизація основних засобів, грн.;

C_z – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.;

C_c – відрахування на соціальні заходи від заробітної плати, грн.;

$C_{р.т.о.}$ – витрати на ремонт та технічне обслуговування, грн.;

$C_{ее}$ – вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування, грн.;

$C_{інш}$ – інші витрати, грн.

4.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування C_a , грн., розраховують за формулою 4.6.

$$C_a = \frac{K * H_a}{100\%}, \quad (4.6)$$

де K – капітальні витрати, грн.

H_a – норма амортизації(40%)

$$C_a = \frac{86891.26 * 40\%}{100\%} = 34756.5 \text{ грн} \quad (4.7)$$

4.2.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника $T_{н.р.}$, год., розраховується за формулою 4.8.

$$T_{н.р.} = (T_k - T_{вих.св.} - T_{відп}) * T_{зм}, \quad (4.8)$$

де T_k – календарний фонд робочого часу, днів ($T_k = 365$);

$T_{вих.св.}$ – вихідні дні та свята, днів ($T_{вих.св.} = 118$);

$T_{відп}$ – відпустка, днів ($T_{відп} = 21$);

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин ($T_{зм} = 8$).

Отже, річний фонд робочого часу на одного працівника становитиме:

$$T_{н.р.} = (365 - 118 - 21) * 8 = 1808 \text{ годин} \quad (4.9)$$

Безпосередню участь у роботі беруть садчик та оператор.

Розрахунок річного фонду заробітної плати працівників здійснюється за форматом, наведеним у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Розрахунок заробітної плати персоналу

Професія	Число працюючих, чол	Годинна тарифна ставка, грн	Номінальний річний фонд робочого часу, годин	Основна заробітна плата, грн	Додаткова заробітна плата, грн	Річний фонд заробітної плати, грн
Садчик	1	105.20	1808	190201.60	19020.16	209221.76
Оператор	1	86.50	1808	156392.00	15639.20	172031.20
Усього						381252.96

4.2.3. Єдиний соціальний внесок

Відрахування на соціальні заходи становитимуть:

$$C_c = 0.22 * C_z, \text{ грн} \quad (4.10)$$

$$C_c = 0.22 * 381252.96 = 83875.65 \text{ грн} \quad (4.11)$$

Річні витрати на утримання та поточний ремонт електротехнічного обладнання та мереж включають вартість матеріалів, запасних частин, заробітну плату ремонтникам.

4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

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

$$C_{p.t.o.} = 86891.26 * 0.04 = 3475.66 \text{ грн} \quad (4.12)$$

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Формула розрахунку вартості електроенергії, споживаної пристроями автоматизації (4.13):

$$C_{ee} = K_e * K_{др} * T, \quad (4.13)$$

де K_e – кількість електроенергії, що споживається об'єктом за годину, кВт/год;

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

T – тариф на електроенергію для підприємств, складає 2.91 грн за кВт/год. (тариф складає за травень 2022 року без ПДВ)

Виходячи з технічних характеристик пристроїв автоматизації, споживання електроенергії за годину яких, становить 0,0129 кВт/год.

Витрати на електроенергію становитимуть:

$$C_{ee} = 0.0129 * 365 * 24 * 2.91 = 328.84 \text{ грн} \quad (4.14)$$

4.2.6. Визначення інших витрат

Інші витрати містять витрати з охорони праці, витрати на спецодяг та інше. Згідно практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу, тобто:

$$C_{\text{інш}} = C_3 * 0.04 \quad (4.15)$$

$$C_{\text{інш}} = 381252.96 * 0.04 = 15250.12 \text{ грн} \quad (4.16)$$

За формулою 4.5 розраховуємо річні експлуатаційні витрати:

$$\begin{aligned} C_p &= 34756.5 + 381252.96 + 83875.65 + 3475.66 + 328.84 + 15250.12 \\ &= 518939.73 \text{ грн} \end{aligned} \quad (4.17)$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників об'єкта

У кваліфікаційній роботі бакалавра розробляється система управління сушкою керамічних блоків перед випалюванням.

Тунельна сушарка – це покращений варіант камерних сушарок, у котрій висушуваний керамічний блок знаходиться на вагонетках. Загальний розмір печі становить 51м³. Сушка сирців відбувається завдяки теплому повітрю, котре відводиться від тунельної печі. Транспортування відбувається по теплоізольованій трубі за допомогою радіального вентилятора, який управляється через частотний перетворювач. Температура на вході завантаження сирців складає 30-35°C, а на виході 90-100°C. Відпрацьований теплоносій відводиться завдяки вентилятору через повітропровід.

Під час роботи з обладнанням системи управління робітники можуть піддаватися впливу ряду небезпечних і шкідливих факторів, таких як ураження електричним струмом, підвищений шум і вібрація обладнання, висока температура, рухомі частини працюючого обладнання.

На робітників також впливає значні навантаження, такі як фізичні (сидяче положення, навантаження на очі), так і розумові, що знижує їх працездатність та ефективність.

З короткого пояснення можна зробити висновок, що небезпечними факторами є:

- підвищений рівень шуму на робочому місці (шум від радіальних вентиляторів);
- підвищена температура повітря робочої зони (гаряче повітря на виході вивантаження);

– підвищена напруга струму в електричній мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини (через частотний перетворювач та силовий пристрій з живленням 24 В);

5.2 Розробка заходів з охорони праці

5.2.1 Заходи щодо електробезпеки

Всі прилади, котрі працюють на об'єкті управління, під'єднуються до мережі 220/380В (контролер, джерела живлення, електродвигун радіального вентилятора, частотний перетворювач).

Для забезпечення електробезпеки всі установки повинні бути заземлені. Виробництво використовує 3-х фазну мережу, тому треба використати режим заземленої нейтралі. Найчастіше використовують TN-C систему занулення установок до 1 кВ (рис. 5.1). Система TN, в якій N- або M- і PE-провідники розділено по всій мережі в частині мережі, починаючи від джерела живлення.

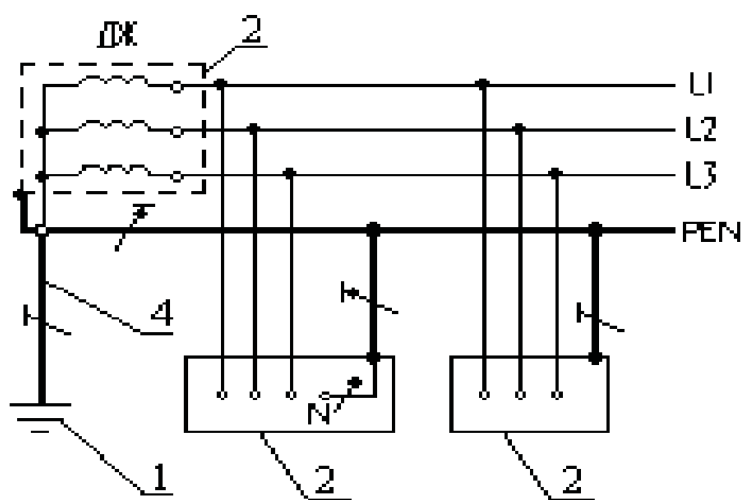


Рисунок 5.1 – Приклад виконання системи TN-C

ДЖ – джерело живлення; L1, L2, L3 – лінійні (фазні) провідники; 1 – заземлювач джерела живлення; 2 – відкриті провідні частини; 3 – заземлювач відкритих провідних частин; 4 – захисний заземлювальний провідник; (заземлення системи позначено потовщеними лініями)

Згідно з [18], основними заходами захисту від ураження електричним струмом є:

- забезпечення відсутності струмоведучих частин контакт;
- використання ізоляції струмоведучих частин;
- застосування методів колективного захисту від ураження електричним струмом;
- захисне заземлення, занулення та автоматичне відключення;
- періодична перевірка опору заземлення;
- ревізія та профілактика пошкоджень ізоляції.

5.2.2 Заходи щодо зниження рівня шуму та впливу високої температури

Високий рівень шуму шкідливо впливає на організм людини. Виробничі процеси на підприємстві з виробництва керамічних блоків супроводжуються шумом. Внаслідок тривалого впливу шуму порушується нормальна діяльність серцево-судинної та нервової системи, шлункових та кровотворних органів, розвивається професійна приглухуватість, прогресування якої може призвести до повної втрати слуху.

Для зменшення рівня шуму розроблено ряд заходів:

- на ніжки електродвигуна встановлюють на пружинний віброізолятор (рис. 5.2);
- зменшити інтенсивність коливань поверхонь, що створюють шум (корпуси, корпуси, кришки і т.д.), щільно затягнувши кріпильні болти;
- щотижня проводити ревізію приладів і устаткування, що забезпечує надійність кріплення і правильне регулювання швів;

- зробити екранування робочого місця.



Рисунок 5.2 – Пружинний віброізолятор «ДО-38»

Таблиця 5.1 – Технічні характеристики пружинного віброізолятора «ДО-38»

№	Найменування	Значення
1	Робоче навантаження, кг	12,2
2	Граничне навантаження, кг	15,2
3	Вертикальна жорсткість, кг/см ²	4,5
4	Габарити, мм	довжина – 100; ширина – 60; висота – 72

Для боротьби з високою температурою для садчика використовується термозахисний спецодяг (рис. 5.3) та термозахисний щиток. Тканина спецодягу зроблена з хлопку, та оброблена Proban та Splashgard. Щільність матеріалу складає 490 гр./м². Ці якості роблять спецодяг важко займистим, та повітрянаповненою, для того, щоб погано проводити тепло і оберігати робітника від перегрівання, а також слабо поглинати променисте тепло.

Спецвзуття має забезпечувати захист ніг робітника від можливих травм, високих температур, опіків, та пилу.



Рисунок 5.3 – Термозахисний спецодяг

5.3 Протипожежна профілактика

Основними причинами пожеж на робочому місці часто є:

- електрична несправність
- порушення правил безпеки у технологічному процесі
- порушення правил експлуатації систем управління
- інші різні причини: природні явища, самозаймання, іскри

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [16], приміщення, в якому знаходиться система управління об'єктом, відноситься до категорії «В» по вибухо- та пожежобезпеці. Тому вогнестійкість приміщення повинна бути не нижче II-го ступеню за ПУЕ [17].

Вимушена евакуація на випадок пожежі здійснюється через робочі виходи з мінімальною шириною 1.5м та висотою 2.5м [18].

Робітники проінструктовані з питань мінімальної пожежної безпеки при роботі на об'єкті.

Для забезпечення пожежної безпеки на об'єкті розроблені заходи:

- встановити порошкові вогнегасники (чотири ВП-6 на 6,3 л в цеху);

– вмонтувати АСПГ (автоматизованої системи пожежогасіння) для виробничих будівель цеху (рис.5.4);



Рисунок 5.4 – Модуль порошкового пожежогасіння «Бранд-50»

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики модуля порошкового пожежогасіння «Бранд-50»

№	Найменування	Значення
1	Кількість вогнегасного порошку, кг	50.0 ⁺²
2	Робочий тиск в модулі, бар	16.0
3	Температурні умови експлуатації, °C	-20÷50
4	Пускова напруга, В	0.9÷30
5	Струм повного запалювання, А	0.3
6	Тиск спрацьовування сигналізатора тиску "Пожежа", бар	2.0
7	Тиск спрацьовування сигналізатора тиску "Несправність", бар	12.0
8	Максимальна напруга, В	48

- встановити ручний пуску системи пожежогасіння (у разі, коли АСПГ не спрацювала);
- закріпити план пожежної евакуації в приміщеннях;
- проводити планові навчання та навчання робітників пожежної безпеки кожні 3 місяця;
- поставити ящики з піском та пожежним інвентарем(конусне відро, сокира, лопата, лом);
- у разі виникнення пожежі зателефонувати за номером 101, або 112, та повідомити службу безпеки, за можливості знеструмити від електромережі, й покинути об'єкт.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі предметом дослідження є процес автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням.

Об'єктом дослідження є система автоматичного управління процесом сушки керамічних блоків у тунельній сушарці.

Мета дослідження: підвищити ефективність процесу виготовлення керамічних блоків за рахунок автоматизації подачі теплоносія.

За результатами аналізу технологічного процесу, структури об'єкта управління та вимог до його функціонування сформовані вимоги до апаратного забезпечення системи управління її функціонування та дослідження об'єкта управління.

Розроблено структурну схему системи управління на підставі котрої з урахуванням вимог технологічного процесу обрані датчики та виконавчі пристрої системи управління. За результатами аналізу вимог до функціонування системи управління, датчиків та виконавчих пристроїв обрано пристрій управління VIPA 214-2BS33 та його модулі. На підставі обраного апаратного забезпечення розроблено функціональну схему автоматизації системи управління та схему електричну принципову системи управління.

На підставі аналізу технологічного процесу у графічному середовищі імітаційного моделювання Simulink, яке входить до математичного пакету MATLAB, запропоновані та розроблені аналітичні моделі, а саме: транспорту повітря, зміни температури датчика, та зміни температури повітря у сушильному тунелі.

Використовуючи отримані моделі створено модель об'єкта управління, для підтримки оптимальної температури у тунельній сушарці. Ця модель об'єкта подалі буде використана для його дослідження та отримання нових закономірностей та розробки на їх підставі нових принципів та методів управління об'єктом, які дозволять підвищити ефективність його функціонування.

Подальшим напрямком розвитку роботи є використання отриманої моделі об'єкту управління для його дослідження з метою отримання нових закономірностей та розробки на їх підставі нових принципів та методів управління об'єктом які дозволять підвищити ефективність його функціонування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Биба В.В. Стан та перспективи розвитку будівельної галузі України / В. Биба, В. Гаташ // *Збірник наукових праць* (галузеве машинобудування, будівництво) ПолтНТУ. – 2013. – Вип. 4(39). – Т. 2 – С. 3-9.
2. Масляк П.О., Шищенко П.Г. Промисловість будівельних матеріалів. *Онлайн-бібліотека освітньої та наукової літератури*. К.: Зодіак-ЕКО, 1996. – 432 с. URL: https://eduknigi.com/geo_view.php?id=91. (дата звернення: 26.05.2022)
3. Технічні характеристики керамічної цегли. *Будівництво та ремонт без проблем*. URL: <https://remontbp.com.ua/tehnichni-harakteristiki-keramichnoi-cegli/>. (дата звернення: 26.05.2022)
4. Розвиток будівельної галузі та детінізація ринку праці у будівництві - *Мінрегіон*. URL: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/rozvitok-budivelnoyi-galuzi-ta-detinizatsiya-rinku-pratsi-u-budivnitstvi/>. (дата звернення: 26.05.2022)
5. Загальні підсумки діяльності будівельної галузі за 2021 рік - *Мінрегіон*. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/building/pricing/rozvitok-budivelnoyi-diyalnosti/zagalni-pidsumky-diyalnosti-budivelnoyi-galuzi-za-2021-rik/>. (дата звернення: 26.05.2022)
6. Індекси будівельної продукції за регіонами у 2021 році - *Мінрегіон*. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/tablyczya-1-1.pdf>. (дата звернення: 26.05.2022)
7. Індекси будівельної продукції за регіонами у 2021 році - *Мінрегіон*. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/diagrama-1-1.pdf>. (дата звернення: 26.05.2022)
8. 7 міфів про теплу кераміку. *450 Ceramo-House*. URL: <https://keraterm.com.ua/7-mifiv-pro-teplu-keramiku/>. (дата звернення: 26.05.2022)
9. Ковалюк Д.О., Москвіна С.М. Моделювання тепло-технологічних об'єктів з розподіленими параметрами: монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 182 с. URL:

<http://mokvina.vk.vntu.edu.ua/file/7f7ab0f6445e045354e2ddedfc37d3aa.pdf>. (дата звернення: 26.05.2022)

10. Основні відомості про процес сушки. - <https://studfile.net/preview/3732010/>. (дата звернення: 26.05.2022)

11. Технологічні комплекси для виробництва керамічних вогнетривких виробів. URL: <https://studfile.net/preview/5198493/page:5/>. (дата звернення: 26.05.2022)

12. Сушка в тунельних сушилах. URL: https://studbooks.net/583266/tovarovedenie/sushka_tunnelnyh_sushilkah. (дата звернення: 26.05.2022)

13. Мороз І.І. Технології будівництва кераміки «Вища школа», 1972, 416 стр. URL: <https://bgkpsm.belstu.by/wp-content/uploads/2019/05/Moroz-I-I--Tehnologiya-stroitelnoy-keramiki.PDF>. (дата звернення: 26.05.2022)

14. Сушарки для штучних, масивних, великогабаритних матеріалів та виробів. URL: https://bstudy.net/922940/tehnika/sushilki_shtuchnyh_massivnyh_krupnogabaritnyh_materialov_izdeliy. (дата звернення: 26.05.2022)

15. ПІ 1.2.10-177-2001. Примірні інструкція з охорони праці для садчиків в печі і на тунельні вагони вогнетривких підприємств. / затв. Асоціацією «Укрвогнетрив» Наказ №31 від 16.11.2001р. URL: https://dnaop.com/html/33259/doc-%D0%9F%D0%86_1.2.10_-177-2001. (дата звернення: 02.06.2022)

16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [чинний від 2017-01-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.

17. МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ. ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК Видання офіційне Київ 2017 URL: <https://art-energetyka.com.ua/Правила-улаштування-електроустановок.pdf>. (дата звернення: 02.06.2022)

18. Охорона праці та техніка безпеки URL: https://studbooks.net/2498700/tovarovedenie/ohrana_truda_tehnika_bezopasnosti.
(дата звернення: 02.06.2022)

19. 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.

20. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [чинний від 2017-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 27 с.

21. ДСТУ 1.5:2015. Правила розроблення. Викладання та оформлення національних нормативних документів оформлювання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [чинний від 2017-02-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 61 с.

22. ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Уведено вперше ; чинний від 2016-07-01]. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 17 с.

23. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Система проектної документації для будівництва. Автоматизація технологічних процесів. Зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Уведено вперше ; чинний від 2010-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2008. – 10 с.

24. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з проектування систем автоматизації для студентів напрямку підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 109 с.

25. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з програмування систем реального часу для студентів напрямків підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Комп'ютерна

інженерія» / О.О. Бойко, С.М. Проценко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 168 с.

26. Бойко О.О. Методичні вказівки до лабораторних робіт з теорії автоматичного управління для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія» / Укл.: О.О. Бойко – Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2017. – 107 с

27. Бойко О.О. Проектування систем автоматизації. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни для студентів напрямку підготовки 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». / О.О. Бойко ; М-во освіти і науки України, Нац. Техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніро : НТУ «ДП», 2020. – 16 с.

28. Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка» Дніпро, НТУ «ДП», 2019. – 11 с.

ДОДАТОК А – ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Шифр документу	Примітка	
1			<u>Документація</u>				
2							
3	A4	КФІВС.КВР.151.18.10.ПЗ	Пояснювальна записка	66	ПЗ		
4							
5			<u>Графічна матеріали</u>				
6							
7	A2	КФІВС.КВР.151.18.10.E2	Функціональна схема				
8			автоматизації	1	E2		
9							
10	A2	КФІВС.КВР.151.18.10.E3	Схема електрична				
11			принципова	1	E3		
12							
13	A4	КФІВС.КВР.151.18.10.ПЕЗ	Перелік елементів	1	ПЕ		
14							
15		КФІВС.КВР.151.18.10.ВДЕ	Носій інформації	1	ВДЕ		
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
			Підп.	Дата	КФІВС.КВР.151.18.10.ТП		
Зм.	Арк.	№ докум.			Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Лісунов В.В.		10.06.22		1	1
П. конс.		Козарь М.В.		14.06.22	Національний ТУ «Дніпровська політехніка», ЕТФ, 151-18-1		
Н. контр.		Славінський Д.В.		14.06.22			
					Автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням. Відомість проекту		

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУКИ КОНСУЛЬТАНТІВ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ВІДГУК

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра
на тему: “Автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед
випалюванням” здобувача вищої освіти академічної групи 151-18-1 Лісунова
Владислава Вадимовича

Завдання і зміст кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра відповідає основній меті – перевірки 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 автоматизованої системи керування дозволить збільшити якісь сушки глиноземів та зменшити сумарні енергозатрати.

У першому розділі проаналізовано стан питання зроблена постановка завдання для кваліфікаційної роботи.

У другому розділі вирішено завдання вибору апаратно технічного забезпечення та виконана розробка схеми електричної принципової та функціональної схеми автоматизації системи управління тунельною сушаркою

У третьому розділі розроблена аналітична модель транспорту повітря та зміни його температури у сушильному тунелі.

Четвертий та п’ятий розділи виконано розрахунок капітальних затрат та розробка інженерно технічних заходів для забезпечення безпеки праці.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

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

Керівник кваліфікаційної роботи,
Ст. викладач

(підпис)

М.В. Козарь

(дата)

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра
на тему: “Автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед
випалюванням” здобувача вищої освіти академічної групи 151-18-1 Лісунова
Владислава Вадимовича

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 енергетичні затрати і кількість обслуговуючого персоналу.

В рамках кваліфікаційної роботи виконано дослідження та моделювання тунельної сушарки. При цьому для вирішення поставлених завдань використані сучасні технічні та програмні засоби на базі промислових контролерів.

Основні результати кваліфікаційної роботи можуть бути впроваджені для технологічних процесів виготовлення керамічних блоків.

Повнота та глибина вирішення поставлених завдань в кваліфікаційній роботі достатня.

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

Рецензент,
Ст. викладач

(підпис)

(прізвище)

(дата)

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувачем кафедри
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем

_____ Бубліковим А.В.

«_____» _____ 2022 року

ВИСНОВОК

Про рівень запозичень у кваліфікаційній роботі бакалавра на тему “Автоматизація процесу сушки керамічних блоків перед випалюванням”, здобувача вищої освіти, групи 151-18-1, Лісунова Владислава Вадимовича.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи без переліку посилань складає 61 сторінку. 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 кафедри,
кіберфізичних та інформаційно-
вимірювальних систем

(підпис)

Славінський Д.В.

(дата)

Ім'я користувача:
Олег Бойко

ID перевірки:
1011523288

Дата перевірки:
09.06.2022 15:55:30 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
09.06.2022 15:58:00 EEST

ID користувача:
100008838

Назва документа: 01_151-18-1_-Лісунов_В_В_-ПЗС

Кількість сторінок: 61 Кількість слів: 7959 Кількість символів: 66498 Розмір файлу: 2.11 MB ID файлу: 1011396960

19.2% Схожість

Найбільша схожість: 8.05% з Інтернет-джерелом (<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158781/%D0%9A%D..>)

19.2% Джерела з Інтернету

171

Сторінка 63

0.1% Джерела з Бібліотеки

3

Сторінка 65

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

15.8% Вилучень

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

Немає вилучених Інтернет-джерел

15.8% Вилученого тексту з Бібліотеки

67

Сторінка 65

Модифікації

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

Замінені символи

9