

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій

Кафедра електроніки,  
загальної та прикладної фізики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШІННЯ  
ДЕРЕВИНИ**

спеціальності 171 – Електроніка

Здобувач вищої освіти гр.ЕП-81

О.Ю.Крохмаль

Науковий керівник

канд. фіз.-мат. наук, доцент

В.М. Ігнатенко

Завідувач кафедри ЕЗПФ

д-р фіз.-мат. наук, професор

І.Ю. Проценко

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра електроніки, загальної та прикладної фізики  
Спеціальність 171 – Електроніка, освітньо-професійна програма  
«Електронні інформаційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ЕЗПФ

І.Ю.Проценко

«25» травня 2022 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

**Крохмалю Олександра Юрійовича**

1. Тема роботи Система автоматизації установки для сушіння деревини затверджена наказом по університету від «04» травня 2022 р. , № 0316-VI
2. Термін задачі здобувачем закінченої роботи 08 червня 2022 року
3. Вихідні дані до роботи (актуальність, мета)  
Технологічний процес сушіння деревини є складним і енергоємним. Мета роботи полягала в аналізі процесу сушіння деревини з використанням електронних датчиків контролю температури і вологості та вивчення автоматизованої системи керування технологічним процесом з точки зору скорочення термінів сушіння та зменшення енергетичних витрат. Актуальність роботи пов'язана із використанням сучасних електронних пристроїв (датчиків температури і вологості, сигналізатора тиску, контролерів керування рециркуляційним та мережевими насосами) для оптимальної роботи сушильної камери, підтримки необхідної температури теплоносія та захист трубопроводів від перепадів тиску.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що належить їх розробити)
  1. Загальна інформація про обладнання камери для сушіння деревини.
  2. Електронні датчики температури та тиску для автоматизації камери.
  3. Засоби автоматизації та сигналізації системи для керування процесом сушіння деревини.
  4. Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Слайди № 1-5 – Конструктивна та технологічна характеристики автоматизованої системи. Принципи роботи.

Слайди № 6-8 – Датчики температури, вологості та тиску.

Слайди № 9-13 – Пристрої для забезпечення автоматизації камери, керування та сигналізації.

Слайд № 14 – Висновки

6. Дата видачі завдання 26.05.2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістрів	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз літературних даних	до 30.05.2022 р.	<i>вик.</i>
2.	Застосування датчиків температури, вологості та тиску для автоматизації камери. Засоби автоматизації камери.	до 04.06.2022 р.	<i>вик.</i>
3.	Керування процесом сушіння деревини. Сигналізація.	до 06.06.2022 р.	<i>вик.</i>
4.	Підготовка тексту бакалаврської роботи.	до 08.06.2022 р.	<i>вик.</i>
5.	Попередній захист роботи	10.06.2022 р., 10 <sup>05</sup> (дистанційно)	<i>вик.</i>
6.	Захист роботи в екзаменаційній комісії	16.06.2022 р., 17.06. 2022 р., 10 <sup>05</sup> (дистанційно)	<i>вик.</i>

Здобувач вищої освіти

О.Ю. Крохмаль

Керівник роботи

В.М. Ігнатенко

## РЕФЕРАТ

Мета роботи полягала в аналізі процесу сушіння деревини з використанням електронних датчиків контролю температури і вологості та вивчення автоматизованої системи керування технологічним процесом з точки зору скорочення термінів сушіння та зменшення енергетичних витрат.

Актуальність роботи пов'язана із використанням сучасних електронних пристроїв (датчиків температури і вологості, сигналізатора тиску, контролерів керування рециркуляційним та мережевими насосами) для оптимальної роботи сушильної камери, підтримки необхідної температури теплоносія та захист трубопроводів від перепадів тиску.

Система автоматизації камери для сушіння деревини дозволяє покращити якість виробленої продукції, зменшити витрати газу і електроенергії шляхом оптимізації роботи всіх установок та системи; підвищиться надійність роботи камери, безпека її експлуатації та спрацювання сигналізації у випадку аварії або відхилення контрольованих параметрів від встановлених.

Робота викладена на 28 сторінках, у тому числі включає 11 рисунків, список цитованої літератури із 9 джерел, .

**Ключові слова:** АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ;  
ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРИ, ВОЛОГОСТІ, ТИСКУ; РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИЙ ТА  
МЕРЕЖЕВИЙ НАСОСИ

**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1.КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.Будова сушильної камери.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2.Система насосів та клапанів.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.Система контролерів для керування насосами.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.Контролер керування системою клапанів.....</b>	<b>14</b>
<b>РОЗДІЛ 2.ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТИСКУ.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.Контроль і регулювання температури та тиск.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.Силове електрообладнання.....</b>	<b>21</b>
<b>РОЗДІЛ 3.РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ.....</b>	<b>24</b>
<b>3.1.Розрахунок потужності .....</b>	<b>24</b>
<b>3.2.Розрахунок параметрів автоматів для захисту ліній контролерів.....</b>	<b>26</b>
<b>3.3.Автоматичні вимикачі захисту двигунів.....</b>	<b>26</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>29</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>30</b>
<b>Додатки</b>	<b>31</b>

## ВСТУП

Розвиток технічного прогресу визначає концепцію суттєвого підвищення ефективності виробництва та покращення якості продукції на основі передових досягнень науки і техніки, інтенсифікації виробництва, широкого впровадження автоматизованих систем управління та обчислювальної техніки.

Проблема підвищення економічної ефективності та надійності технологічного обладнання безпосередньо пов'язана із застосуванням засобів автоматизації. Проте питання автоматизації сушарок із підведенням енергії від електромагнітного поля розроблені недостатньо. Особливо це відноситься до сушарок безперервної дії, переваги яких перед апаратами періодичної дії, - дуже високі швидкості. Процес сушіння деревини дозволяє перетворити природну деревину в промисловий або будівельний матеріал з якісними фізико-механічними характеристиками.

Процес сушіння деревини на деревообробних підприємствах пов'язане із значними енерговитратами, тому для деревообробного підприємства завданням номер один є вибір раціонального способу сушіння деревини. Для зменшення енерговитрат необхідна автоматизація процесу сушіння деревини в сушильних камерах.

У кваліфікаційній роботі розглянута система автоматизації на основі електронних компонентів сушильної камери для деревини з урахуванням характеру теплових навантажень, проведені розрахунки потужностей та струмів, на основі яких можна обрати оптимальне автоматичне устаткування, датчики і схему перетину кабелів.

Мета роботи полягала в аналізі процесу сушіння деревини з використанням електронних датчиків контролю температури і вологості та вивчення автоматизованої системи керування технологічним процесом з точки зору скорочення термінів сушіння та зменшення енергетичних витрат.

Результати роботи представлені на Міжнародній науково-технічній конференції студентів та молодих вчених «Фізика, електроніка, електротехніка, ФЕЕ-2022» (м.Суми, СумДУ).

## Розділ 1

# КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОБОТИ ЕЛЕКТРОННОЇ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

### 1.1 Будова сушильної камери

Конструктивно-технологічні особливості камери для сушіння деревини обов'язково враховують характер теплових навантажень, вибір електронних компонент для контролю фізичних параметрів (температури, вологості та тиску) та схем для комплексна автоматизація технологічних процесів та інше.

Для ефективності проектних рішень з енергозбереження згідно п.21.3 ДБН В.2.5-77:2014 застосовується автоматичне регулювання роботи котла, системи датчиків та перетворювачів, насосів.

Деревина укладається в сушильну камеру, яка оснащена пристроями для регулювання та контролю температури, вологості та циркуляції повітря. Ненасичене повітря використовується як сушильний агент. Деревина може бути висušена до низького вмісту вологи. Температури, при яких працює сушильна камера (вище 60 °С), дозволяють ліквідувати грибки та комах в деревині і забезпечити її високу якість.

Схеми розташування силових і електричних мереж сушильної установки наведені на рис.1.1.

### 1.2 Система насосів та клапанів

Сушильна камера включає систему мережевих та рециркуляційних насосів. Насоси мережеві Wilo-TOP-S 65/15 застосовуються для того, щоб відбувалася постійна циркуляція води в системі. Такі насоси використовуються для рідин з високою температурою, і так само потрібно враховувати якість води, в ній мають бути відсутні механічні домішки. Насос для подачі води в котел повинен бути простим в експлуатації, з тривалим терміном експлуатації,





першого. Надійність і економічність роботи сушильної камери в великій мірі залежить від якісної роботи насосних агрегатів, що подається на котел.

Насос мережевий Wilo-TOP-S 65/15 має потужність  $P=1685$  Вт, під'єднується до мережі 3~400 В, 50 Hz. В насосі передбачен повний захист електродвигуна, вбудована електронна система розмикання в клемній коробці для всіх ступенів частоти обертання. Ступінь захисту корпусу насосу –IP44.

Для забезпечення оптимальної роботи котла необхідно, щоб температура води в зворотному трубопроводі Т2 перед котлом становила не менше 55 °С. Для виконання цієї мети в розділі проекту ТМ (тепломеханічні рішення) передбачено встановлення насосу К2 для підмішування води. Рециркуляційний насос встановлюється в системі опалення з метою підвищення ефективності та зниження витрат на її утримання. Використання насоса рециркуляції допомагає прискорити подачу теплоносія в систему та уникнути теплових втрат рідиною всередині системи.

Насос рециркуляційний Wilo-TOP-S 50/7 споживаною потужністю  $P=610$  Вт, під'єднується до мережі 3~400 В, 50 Hz. В насосі передбачений повний захист електродвигуна, вбудована електронна система розмикання в клемній коробці для всіх ступенів частоти обертання.

Автоматизація тепломеханічних рішень реалізована за допомогою встановлення щита управління ЩУ1 з обладнанням:

- контролери для керування технологічним процесом в автоматичному режимі;
- автоматичні вимикачі для захисту обладнання від струмів короткого замикання;
- магнітні пускачі технологічного обладнання;
- кнопки управління для керування технологічним процесом в ручному режимі роботи.

Щит управління ЩУ1 може працювати в двох режимах роботи:

- ручний режим роботи - оператор за допомогою кнопок керування вмикає/вимикає технологічне обладнання;

- автоматичний режим роботи - керування технологічним обладнанням здійснюється від команди контролера відповідно до заданої програми.

### **1.3 Система контролерів для керування насосами**

Контролер – це електронний пристрій, який використовується для автоматизації технологічних процесів, виконуючи по черзі окремі команди у такій послідовності, в якій вони записані у програмі.

Для керування рециркуляційним насосом (K2) підібран контролер ТРМ1-Щ1-У.Р. Це вимірювач-регулятор одноканальний, призначений для вимірювання температури води в зворотному трубопроводі Т2 після насосу К2 та керуванням (вкл./викл.) насосом К2. Живлення автоматичного вимикача контролера, вибір режимів керування(ручний та автоматичний), сигналізація стану двигуна рециркуляційного насосу та контроль температури води в трубопроводі відображено на схемі електричній принциповій керування насосом К2 (див. Додаток Г).

Основні функції вимірювача-регулятора ОВЕН ТРМ1:

- універсальний вхід для підключення широкого спектру датчиків температури, тиску, вологості, витрати, рівня тощо;
- регулювання вхідної величини: двопозиційне регулювання;
- аналогове П-регулювання;
- цифрова фільтрація та корекція вхідного сигналу, масштабування шкали для аналогового входу;
- обчислення та індикація квадратного кореня із вимірювальної величини (наприклад, для регулювання миттєвої витрати);
- вихідний сигнал струму 4-20 мА для реєстрації вимірної величини;
- можливість керування трифазним навантаженням;
- універсальне джерело живлення. Дозволяє жити пристрій як від джерела змінної напруги 90-245 В, так і від джерела постійної напруги 20-375 В;
- вбудоване джерело живлення 24 В для активних датчиків, вихідних аналогових пристроїв тощо;

- програмування кнопками на лицевій панелі пристрою;
- збереження налаштувань при вимиканні живлення;
- захист налаштувань від несанкціонованих змін.



Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд контролера рециркуляційного насосу. Із роботи [4]

Для підтримки необхідної температури теплоносія в трубопроводі опалення встановлюється триходовий клапан змішувального типу серії DR50 GFLA. Спільно з приводом він забезпечує точний контроль значення температури теплоносія у контурі змішувача. Передбачено можливість ручного керування (ручка постачається в основному комплекті).

Регулювання температури води на виході пристрою здійснюється шляхом зміни положення внутрішнього робочого елемента та зміни кількості зворотної, більш прохолодної води, що підмішується. Триходовий змішувальний клапан DR50 GFLA відрізняється міцною конструкцією та оптимізованими характеристиками температурного регулювання, а також надійно захищені від корозії та блокування.

Камера може працювати в двох режимах роботи :

- ручний режим роботи - оператор за допомогою кнопок керування вмикає/вимикає технологічне обладнання ;
- автоматичний режим роботи - керування технологічним обладнанням здійснюється від команди контролера відповідно до заданої програми.

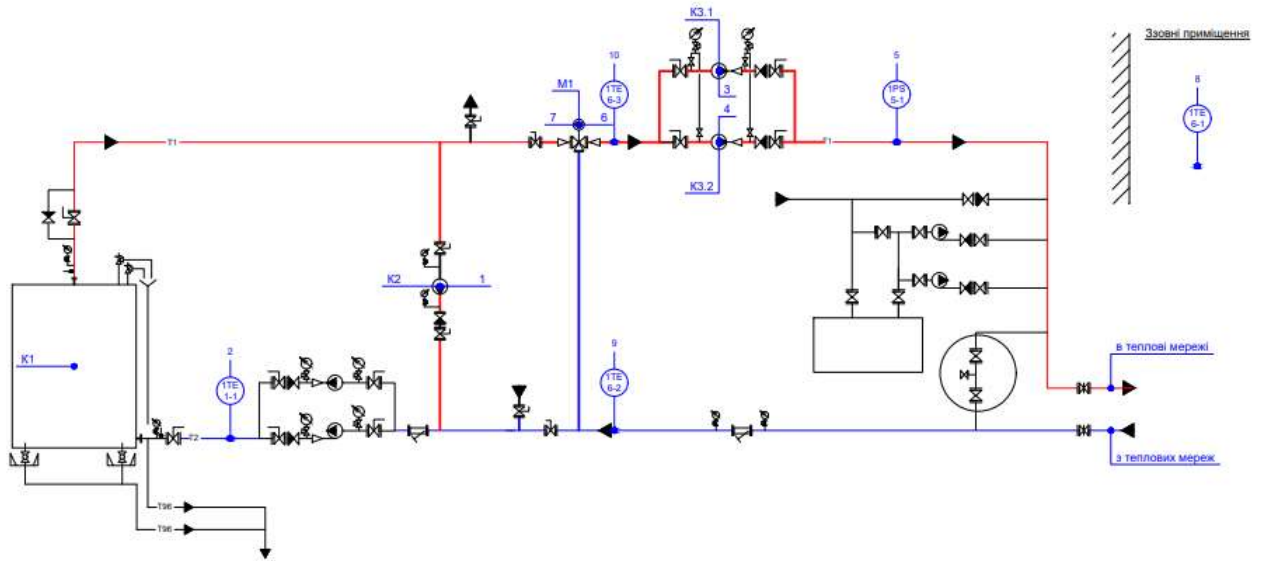


Рисунок 1.2 – Електрична схема автоматизації щита управління

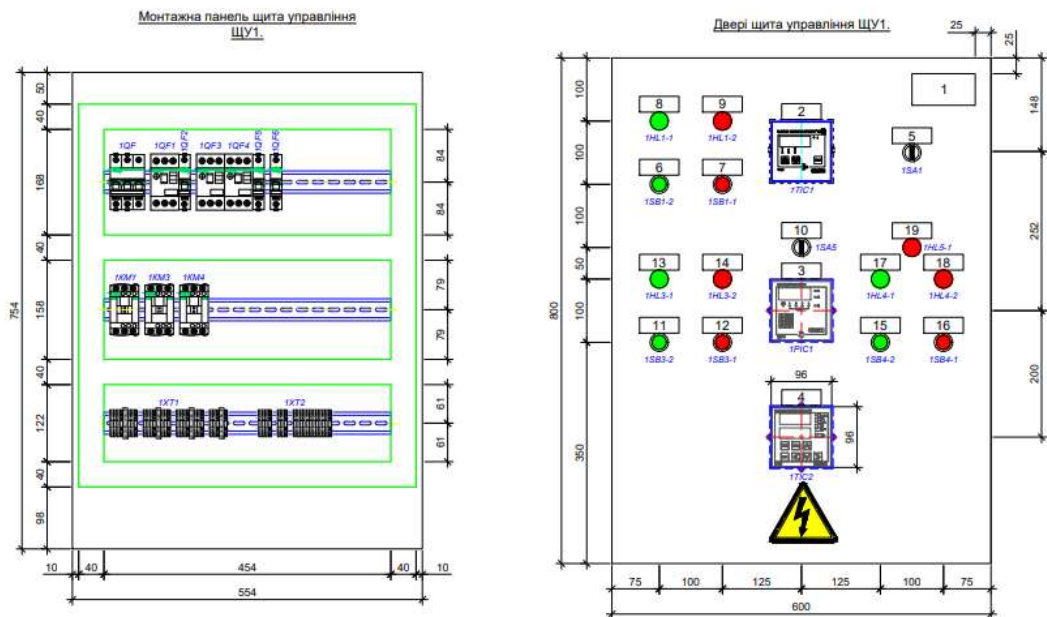


Рисунок 1.3 – Схема підключення сигналізації стану насосів, яка відображається на щиті управління за допомогою сигнальних індикаторів

Засоби автоматизації та керування камери відображено на схемі автоматизації щита управління ЩУ1 (Рис.1.3). Для вибору режиму керування використовується перемикач 3-х позиційний з фіксацією ХВ4 ХВ4ВД33, який має три положення “1-0-2”. Ручний режим роботи камери передбачає керування виконавчими механізмами за допомогою кнопок: “ПУСК/СТОП насосів”. Автоматичний режим роботи здійснюється по запрограмованому алгоритму контролерів. Сигналізація стану насосів відображається на щиті управління ЩУ1 за допомогою сигнальних індикаторів, розташованих на двері (Рис.1.4).

Для забезпечення оптимальної роботи насосів мережевих був підібраний універсальний пристрій (контролер) для керування насосами САУ-У-Щ1, який призначений для управління насосною групою, до складу якої входить два насоса одного типорозміру. Алгоритм підтримує тиск води на виході насосної групи в заданому діапазоні, контролює стан насосів і забезпечує рівномірний розподіл наробітку між ними.

Функціональні можливості.

1. Контроль значення робочого середовища або його стану (тиску, температури та інших параметрів) – до чотирьох параметрів одночасно з використанням чотирьох незалежних каналів контролю широкого спектра датчиків.

2. Управління роботою виконавчих механізмів (наприклад, насосів) – до трьох одночасно з використанням: вбудованих таймерів для встановлення спеціальних часових параметрів; завдання часу затримки виконання алгоритму; інверсії режиму роботи будь-якого каналу.

3. Управління електроприводом виконавчого механізму (насос, транспортер, електромагнітний клапан тощо).

4. Сигналізація про аварійний стан системи.

Живлення автоматичного вимикача контролера, вибір режимів керування (ручний та автоматичний), сигналізація стану двигунів мережевих насосів, сигналізація аварійних ситуацій та тиск води після насосів відображено на електричній принциповій схемі керування (Рис.1.5).



Рисунок 1.4 – Контролер для керування мережевими насосами [4]

### 1.4 Контролер керування системою клапанів

Для автоматичного регулювання 3-х ходовим клапаном використовується промисловий контролер ТРМ32-Щ4.01, який призначений для контролю і регулювання температури в контурах опалення і гарячого водопостачання.

Функціональні можливості контролера :

- регулювання температури в контурі опалення по опалювального графіку;
- підтримка постійної заданої температури в контурі гарячого водопостачання;
- висока точність підтримки температури , забезпечена ПІД-регуляторами;
- захист системи опалення від перевищення температури зворотної води ;
- перемикання режимів "день/ніч";
- реєстрація даних на ЕОМ по інтерфейсу RS-485 на замовлення;

При роботі в складі системи прилад контролює температуру зовнішнього повітря ( $T_{\text{зовн}}$ ), температуру води в контурах опалення ( $T_{\text{опал}}$ ) і температуру зворотної води ( $T_{\text{зв}}$ ), що підлягає поверненню в теплоцентраль.

За результатами визначення температури прилад формує сигнал управління запірно-регулюючим клапаном.

Регулювання температури в контурі опалення здійснюється за уставкою.

Параметри графіка задаються користувачем при програмуванні приладу, виходячи з експлуатаційних характеристик системи опалення. Параметри графіка (як і всі інші робочі параметри, задані при програмуванні приладу) заносяться у вбудовану незалежну пам'ять і зберігаються в ній під час експлуатації, в тому числі і при знеструмленні приладу.

Живлення автоматичного вимикача контролера, сигналізація положення виконавчого механізму (триходовий клапан) - “Відкрити/закрити 3-ходовий клапан М1”, контроль температури зонішнього повітря, та води в трубопроводах Т1 і Т2 відображено на схемі електричній принциповій керування 3х-ходовим клапаном М1 (див. Додаток Е).

За ступенем надійності електропостачання струмоприймачі системи теплопостачання для підключення сушарки деревини відносяться до II категорії надійності електропостачання. Електричні приймачі II категорії — електричні приймачі, перерва електропостачання яких приводить до масового недовідпуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів.

Камери допускається обладнувати приладами комерційного обліку витрати теплової енергії (на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби), витрати вихідної та підживлювальної води, природного газу (загальна витрата), електроенергії. Прилади можуть встановлюватися як у приміщенні котельні, так і в інших приміщеннях.

Вузол обліку електричної енергії (вузол обліку) - сукупність обладнання та засобів вимірювальної техніки, змонтованих та з'єднаних між собою за встановленою схемою для забезпечення вимірювання та обліку електричної енергії в заданій точці вимірювання. До складу вузла обліку можуть входити лічильники електричної енергії, трансформатори струму, трансформатори напруги, устаткування автоматичного відключення чи обмеження потужності, засоби захисту, вторинні кола струму і напруги та інші допоміжні засоби. Характеристики складових вузла обліку мають бути достатніми для вимірювання електричної енергії із заданою періодичністю та похибкою;

Дані комерційного обліку електричної енергії - дані, отримані на основі вимірювання або розрахунковим шляхом під час здійснення обліку електричної енергії, а також дані, що використовуються для здійснення розрахунків та проведення аналізу на ринку електричної енергії.

## Розділ 2

# ЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ТА ТИСКУ

### 2.1 Контроль і регулювання температури та тиску

Система сушіння деревини передбачає автоматичне підтримування заданої температури води, що надходить у систему теплопостачання. Для контролювання цього процесу встановлюються датчики температури води в трубопроводі та зовнішньої температури.

Датчики температури – вимірювальні засоби, які призначені для перетворень температури газів, рідких і сипучих речовин, неагресивних до матеріалу захисної арматури перетворювача в електричні цифрові кодові сигнали.

Схема електрична контролю та регулювання температури показана на рис.2.1. Термоперетворювачі опору з високоточним нормувальним перетворювачем ДТС застосовується для безперервного вимірювання та перетворення значень температури зовнішнього повітря та води в трубопроводі в уніфікований вихідний струмовий дискретний сигнал.



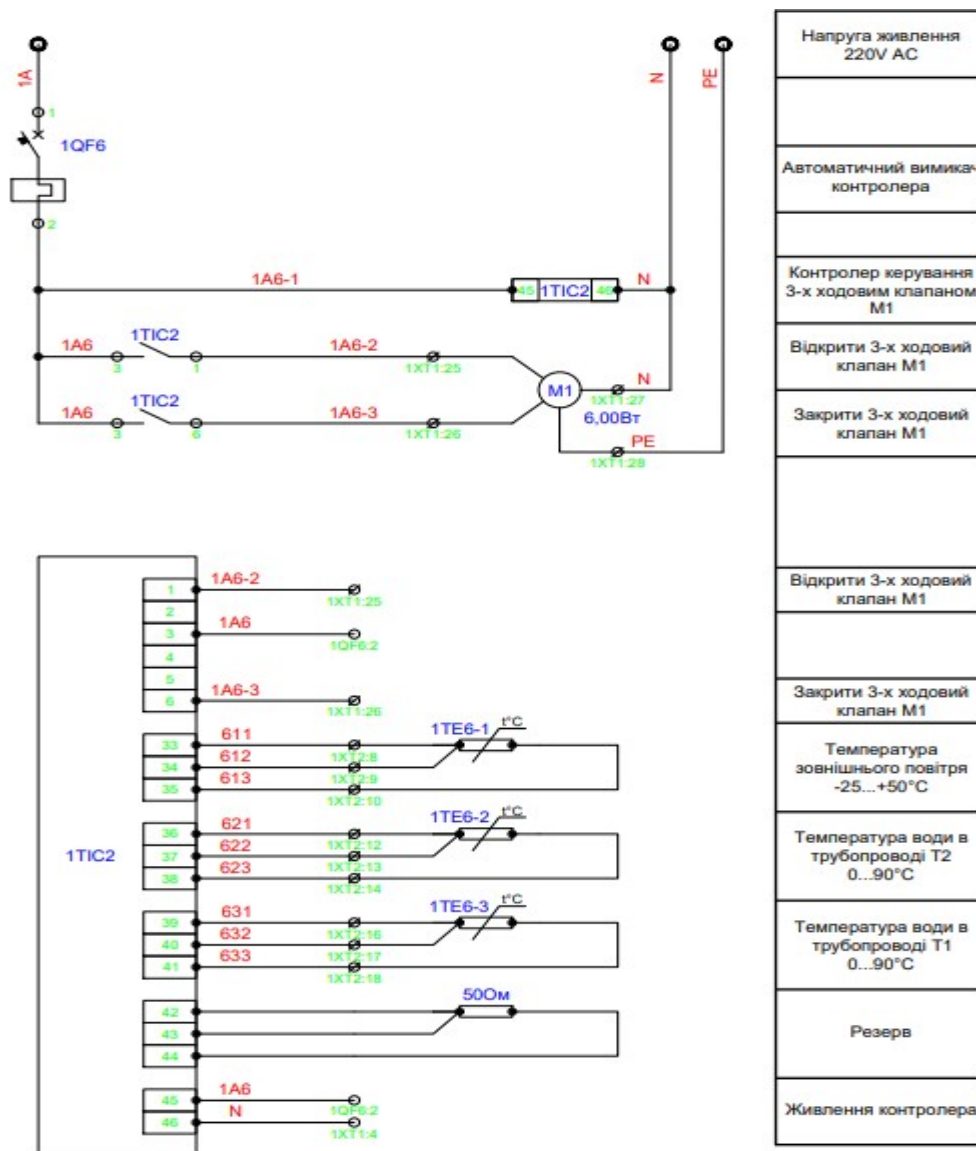


Рисунок 2.1 – Схема електричного контролю та регулювання температури



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд датчика температури. Із роботи [4]

Для вимірювання та сигналізації тиску води після насосів в трубопроводі застосовується манометр сигналізуючий ДМ Ст 05 100 0-600кПа, якій відповідає вимогам НПАОП 0.00-1.20, НПАОП 0.00-1.26, НПАОП 0.00-1.60, ДБН В.2.5-20. Сигналізуючі манометри використовуються для вимірювання надлишкового тиску різних середовищ і управління зовнішніми електричними ланцюгами від сигналізуючого пристрою прямої дії. Представлені в даній групі прилади мають так звану електроконтактну (сигнальну) групу, що дозволяє задавати необхідні значення тиску, виходячи з вимог технологічних процесів.

При досягненні стрілки приладу верхнього або нижнього тиску відбувається замикання або розмикання ланцюга відповідно, часто в ланцюзі прилади включають світлову або звукову сигналізацію, тому даний вид манометрів, вакуумметрів, мановакуумметрів називають сигналізуючі або електроконтактні.

Згідно технічних умов на камері для сушки деревини тиск в трубопроводі гарячої води (після насосів) не повинен перевищувати  $2\text{кг/см}^2$ .

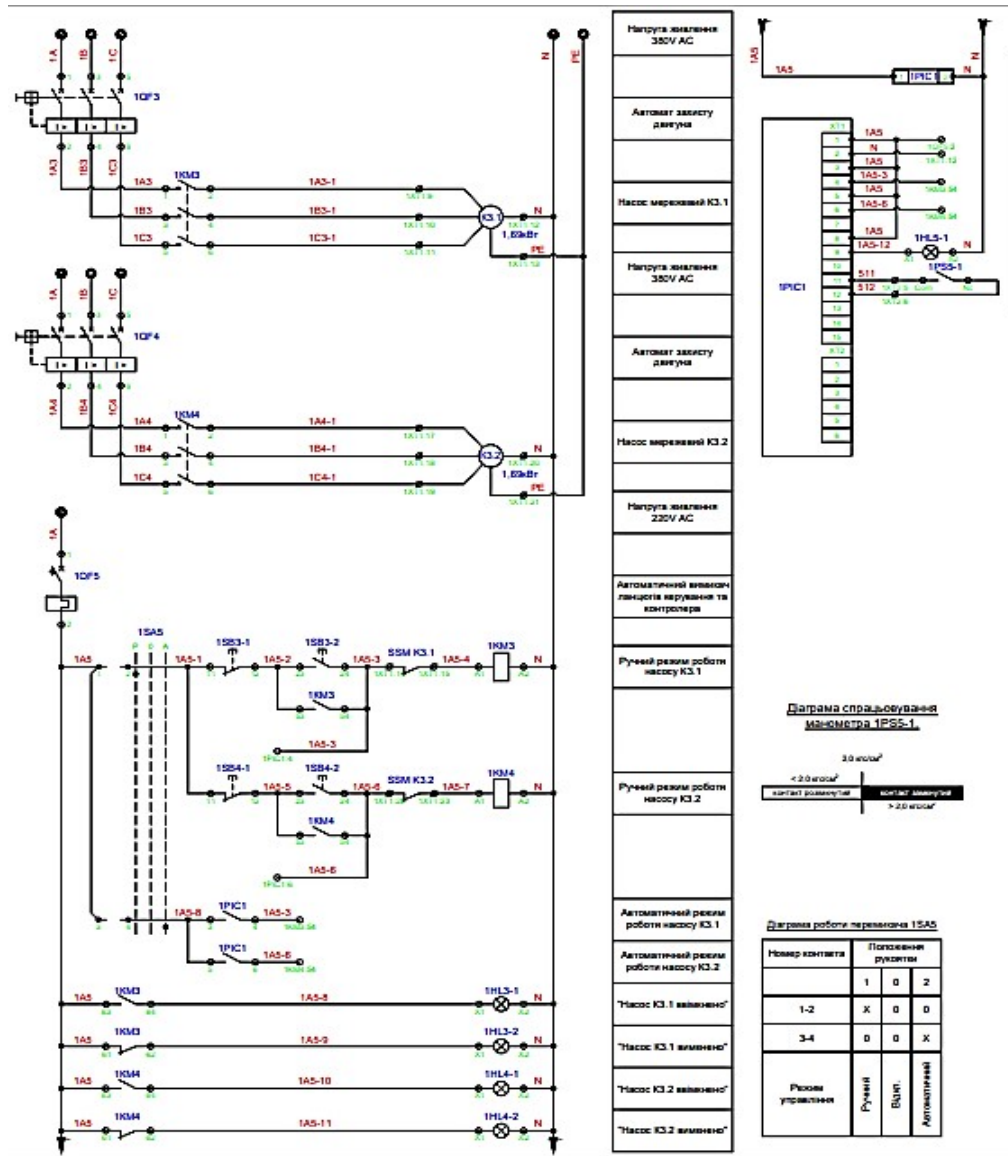


Рисунок 2.3 – Схема електрична контролю тиску



Рисунок 2.4. - Манометр сигналізуючий.Із роботи [2]

## 2.2 Силове електрообладнання

Для розподілу електроенергії до споживачів проектом передбачається встановлення щита управління ЩУ1. Щити керування забороняється розміщувати під приміщенням з мокрими технологічними процесами, під душовими, санвузлами, вентиляційними камерами з підігріванням повітря гарячою водою, а також під трубами агресивних речовин (кислот, лугів тощо).

Шафа електромонтажна серії Standel настінного виконання підходить для розміщення електротехнічної та комутаційної апаратури. Шафа має зварену конструкцію і металевий корпус (сталь листова), товщина якого 1,2 - 1,5 мм. Кількість замків і петель варіюється від розміру виробу комплектується 2-ма замками та 3-ма петлями. Кабельні вводи розташовуються на дні виробу і виконані як панель-заглушки (комплектуються ущільнювачами). В конструкції шафи спеціально передбачені відгини, де двері прилягають до корпусу, що перешкоджає проникненню пилу і вологи до самої шафи. Шафа електромонтажна має клас захисту IP66. Шафа покрита антикорозійною порошково-полімерною фарбою і має ніжно-сірий колір (RAL7035).

Шафи Standel мають ряд нижче наведених особливостей і переваг:

1. Підвищена антикорозійна стійкість.
2. Високоякісне зовнішнє покриття.
3. Малогабаритна конструкція.
4. Висока технологічність і простота збирання.
5. Зручність монтажу.
6. Високий рівень електробезпеки.
7. Сертифікат відповідності.
8. Установка під відкритим небом.

Для захисту живильної мережі щита управління в існуючому щиту розподільчому котельні додатково встановлюється триполюсний автоматичний вимикач на струм навантаження обладнання (Рис.2.3).

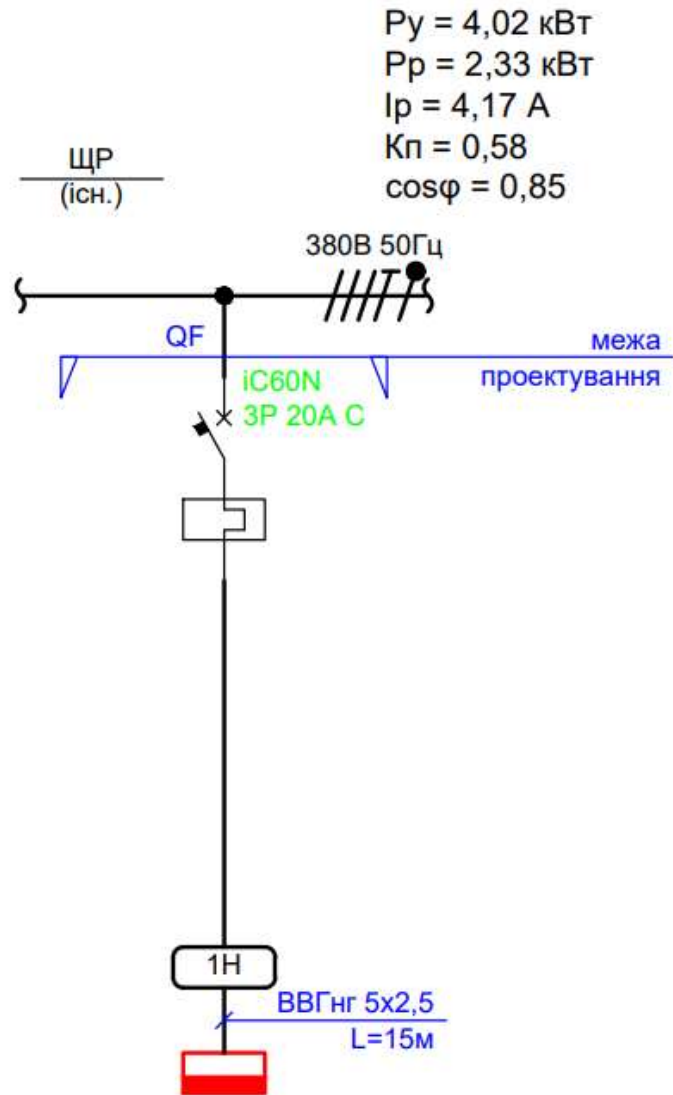


Рисунок 2.3 – Схема триполюсного автоматичного вимикача на струм навантаження обладнання



Рисунок 2.4 – Однополюсний та триполюсний автоматичні вимикачі. Із роботи [6]

Автоматичний вимикач – контактний комутаційний апарат, що спроможний проводити, вмикати та вимикати струм навантаження, коли електричне коло в робочому стані. Автоматичний вимикач також вмикає та проводить протягом певного встановленого часу і вимикає аварійний струм в електричному колі. Автоматичні вимикачі призначені для нечастих вмикань/вимикань та для захисту кабелів та кінцевих споживачів від перевантаження і короткого замикання.

Для захисту обладнання котельної були підібрані триполюсні та однополюсні автоматичні вимикачі з номінальними струмами 6А, 16А та 20А, призначені для роботи за температури навколишнього повітря 40 °С.

Автоматичні вимикачі були підібрані за принципом селективності - це координація пристроїв автоматичного відключення, здійснювана для того, щоб пошкодження, яке сталося в будь-якій точці мережі, було усунуто автоматичним вимикачем, розташованим безпосередньо перед пошкодженням, і тільки їм. Селективність (або вибірковість) автоматичних вимикачів – ключовий момент в забезпеченні надійної роботи електричного кола. Ця функція сприяє попередженню аварійних ситуацій, піднімає на вищий щабель безпеку.

Триполюсні автоматичні вимикачі розраховувались на напругу 380 В (згідно технічних умов). Напруга 380 вольт - це напруга між будь-якими двома з трьох фаз. При цьому між загальною точкою і кожної з фаз напруга дорівнює 220 вольт. Підключення ввідного автоматичного вимикача виконано п'ятижильним кабелем - три фази плюс загальний провід. Автоматичні вимикачі живлення контролерів - однополюсні, так як електрична мережа являє собою лише одну фазу.

Для камери сушарки деревини підібрані автоматичні вимикачі типу С. Такі вимикачі з часотокової характеристикою С добре працюють у ролі вступних пристроїв захисту загальної мережі. Щоб відбулося спрацювання відключення вимикача, потрібно перевищення струму, що проходить через розщиплювач, в 5 разів вище номінального значення. Розщиплювач

автоматичного вимикача спрацьовує у разі перевищення номіналу у 5 разів через 1,5 с. Автоматичні вимикачі мають подвійний пружинний затискач для фіксації на DIN-рейці, що дозволяє демонтувати пристрій, не знімаючи гребінчасту шину.

### Розділ 3

## РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ СУШІННЯ ДЕРЕВИНИ

### 3.1 Розрахунок потужності

Загальна установча потужність камери для сушки сировини складається з установчих потужностей обладнання:

$$P_{\text{уст.}} = P_{K2} + P_{1TIC1} + P_{K3.1} + P_{K3.2} + P_{1PIC} + P_{1TIC2},$$

де  $P_{K2}$  - потужність насосу рециркуляційного твердопаливного котла

Wilo-TOP-S 50/7 (610 Вт);

$P_{1TIC1}$  - потужність контролеру керування ТРМ1-Щ1-У.Р  
насосом К2 (10 Вт);

$P_{K3.1}$  - потужність насосу мережевого Wilo-TOP-S 65/15  
№1 (1685 Вт);

$P_{K3.2}$  - потужність насосу мережевого Wilo-TOP-S 65/15  
№2 (1685 Вт);

$P_{1PIC}$  - потужність контролеру керування САУ-У-Щ11  
насосами К3.1 та К3.2 (10 Вт);

$P_{1TIC2}$  - потужність контролеру керування 3-х ходовим клапаном  
ТРМ32-Щ4.01 (10 Вт).

Таким чином сумарна установча потужність:

$$P_{\text{уст.}} = 610 + 10 + 1685 + 1685 + 10 + 10 = 4020 \text{ Вт або } 4,02 \text{ кВт.}$$

Визначаємо розрахункову потужність за формулою:

$$P_{\text{розр.}} = P_{\text{уст.}} \cdot K_{\text{поп.}},$$

Розрахункова потужність – величина очікуваної потужності цьому рівні електропостачання. Ця потужність є найважливішим показником, оскільки з неї вибирається електроустаткування. Розрахункова потужність показує фактичну величину споживання енергоприймаючими пристроями та залежить від конкретного споживача. З таблиці коефіцієнтів використання, якими величина розрахункової потужності перебуває як добуток встановленої потужності на коефіцієнт використання.

Коефіцієнт попиту електрообладнання – це ставлення розрахункової потужності ( $P_{\text{розр.}}$ ) до сумарної номінальної потужності цієї групи електроспоживачів.

Для заданої камери сушарки деревини коефіцієнт попиту електрообладнання  $K_{\text{поп.}}=0,58$ .

Для даної камери розрахункова потужність:

$$P_{\text{розр.}} = 4,02 \cdot 0,58 = 2,33 \text{ кВт.}$$

Розрахунковий струм для мережі живлення 380В визначаємо за формулою:

$$I = \frac{P}{380 \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = 4,17 \text{ А,}$$

де  $\cos\varphi$  - коефіцієнт потужності.

У розрахунку котельної цей коефіцієнт приймають рівним 0,85.

Згідно з отриманими даними розрахункового току був підібраний автоматичний вимикач на  $I_{\text{ном}} = 6 \text{ А}$ .

По таблиці ПУЕ 2017 з урахуванням всіх можливих похибок був підібраний мідний кабель перетином  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Для силового електрообладнання кабелі марки ВВГнг - силові кабелі з мідними струмопровідними жилами з ізоляцією із ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ пластикату, що не підтримують горіння, 1,0 кВ.



### 3.2 Розрахунок параметрів автоматів для захисту ліній контролерів

Для захисту ліній контролерів керування насосами та триходовим клапаном були підібрані однополюсні автомати. Знаючи потужність контролерів, розрахунковий струм розраховали за формулою для мережі 220В:

$$I = \frac{P}{220 \cdot \cos\varphi} = 0,05 A,$$

де  $P$  - потужність контролерів ( $P_{\text{уст}}=0,01\text{кВт}$ );  $\cos\varphi$  - коефіцієнт потужності.

По таблиці ПУЕ - 2017 з урахуванням всіх можливих похибок був підібран кабель мідний кабель перетином  $1,5\text{мм}^2$ .

Для кіл керування (підключення датчиків температури та тиску) використовуємо кабелі марки КВВГнг - контрольні кабелі з мідними струмопровідними жилами з ізоляцією із ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ пластикату, що не підтримують горіння, 0,66 кВ.

Всі автоматичні вимикачі підібрані з урахуванням розрахункового струму.

Кабельні мережі 0,4 кВ прокладаються:

- в кабельних коробах пластикових ;
- в трубі пластиковій гофровані для підведення до технологічного обладнання.

### 3.3 Автоматичні вимикачі захисту двигунів

Автоматичні вимикачі захисту двигуна були підібрані для захисту двигунів насосів рециркуляційного та мережевих та електричного кола двигунів від КЗ та відхилень значень струмів від номінальних. Автоматичний вимикач захисту двигуна замінює два пристрої – автоматичний вимикач та теплове реле.

Автомати захисту двигуна – це пристрої, які дозволяють відключення в ручному режимі, відключення при падінні напруги нижче встановленої,

проводять індикацію стану, а також точно встановити номінальні струми двигуна по фазах, відрегулювати струм короткого замикання.

Автоматичний вимикач захисту двигуна гарантує безаварійну експлуатацію обладнання в номінальному режимі, оберігаючи від перевантажень, короткого замикання. У своєму сучасному вигляді автомат захисту двигуна - це високоточний пристрій, що відрізняється надійністю, невисокою ціною і простотою монтажу. Автомат захисту може бути обладнаний додатковими аксесуарами, що поліпшують якість його роботи, такими, як розчеплювач, додаткові контакти і т. д.

Вибір автомату захисту двигуна дозволяє зекономити місце в електричних щитках та кошти.



Рисунок 3.1 - Автоматичний вимикач захисту двигуна. Із роботи [4]

Розрахунковий струм для насосу рециркуляційного твердопаливного котлу (380В) визначаємо за формулою:

$$I = \frac{P}{380 \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = 1,09 \text{ A},$$

де  $P$  - потужність насосу ( $P_{\text{уст}}=0,61 \text{ кВт}$ ),

$\cos \varphi$  - коефіцієнт потужності ( $\cos \varphi=0,85$ ).

Розрахунковий струм 1,09 А.

Згідно з отриманими даними розрахункового току були підібрані автоматичний вимикач захисту двигуна GV2ME06 (1,0-1,6А).

Розрахунковий струм для насосу мережевого визначаємо за тією ж формулою і отримуємо значення 3,02 А.

Згідно з отриманими даними розрахункового току були підібрані автоматичний вимикач захисту двигуна GV2ME08(2,5-4,0А).

Контактори відносяться до комутаційних апаратів і використовуються для замикання або розмикання електричних кіл, якими проходить великий струм, за допомогою електросхем з набагато-нижчим рівнем потужності ніж силові кола.

Основним призначенням контакторів є керування (вмикання та вимикання) обладнанням - електродвигунами, освітлювальними системами, електричними конденсаторами, обігрівачами промисловими електричними печами тощо. На відміну від автоматичних та поворотних вимикачів контактори повинні здійснювати комутації з досить великою частотою (до 1200 циклів на годину). Відтак ці апарати повинні мати високу механічну й електричну витривалість. Найчастіше контактори використовуються у магнітних пускачах.

Головними складниками контакторів є: корпус, котушка, магнітопровід, пружина, силові та додаткові контакти, затискачі.

Підбір контакторів здійснювався за розрахунковим струмом електроприводів. Тому були підібрані контактори серії TeSys D, триполюсні, на струм навантаження 9А - LC1D09P7.

На контактори встановлюються додаткові блоки контактів LADN22 (2НВ+2НЗ), які використовуються для сигналізації стану двигунів насосів - "Насос ввімкнено" та "Насос вимкнено".

Електричні характеристики електрообладнання камери для сушки деревини (потужність, розрахунковий струм), за якими була підібрана пуско-регулююча апаратура, відображені на схемі електричній однолінійній розподільчої мережі щита управління ЩУ1.

У Додатках А – Е наведені принципові електричні схеми різних блоків автоматизованої системи для сушіння деревини.

## ВИСНОВКИ

1. У кваліфікаційній роботі бакалавра проведено аналіз процесу сушіння деревини з використанням електронних датчиків контролю температури і тиску та вивчено конструкцію, технологію і принцип роботи автоматизованої системи керування технологічним процесом з точки зору скорочення термінів сушіння та зменшення енергетичних витрат.

2. Розглянута ефективність автоматизації сушильної камери для деревини з урахуванням характеру теплових навантажень, розраховані та вибрані ефективне обладнання та схеми комунікацій.

3. Проведені розрахунки потужностей та струмів, на основі яких було обрано оптимальне автоматичне устаткування, датчики, перетин кабелів з запропонованого в каталогах заводів-виробників. Отримано, що камери складає 2,33 кВт; струми в мережі живлення 4 – 6А, струми в ланцюгах захисту мікроконтролерів та двигунів 0,05 – 1,1 А.

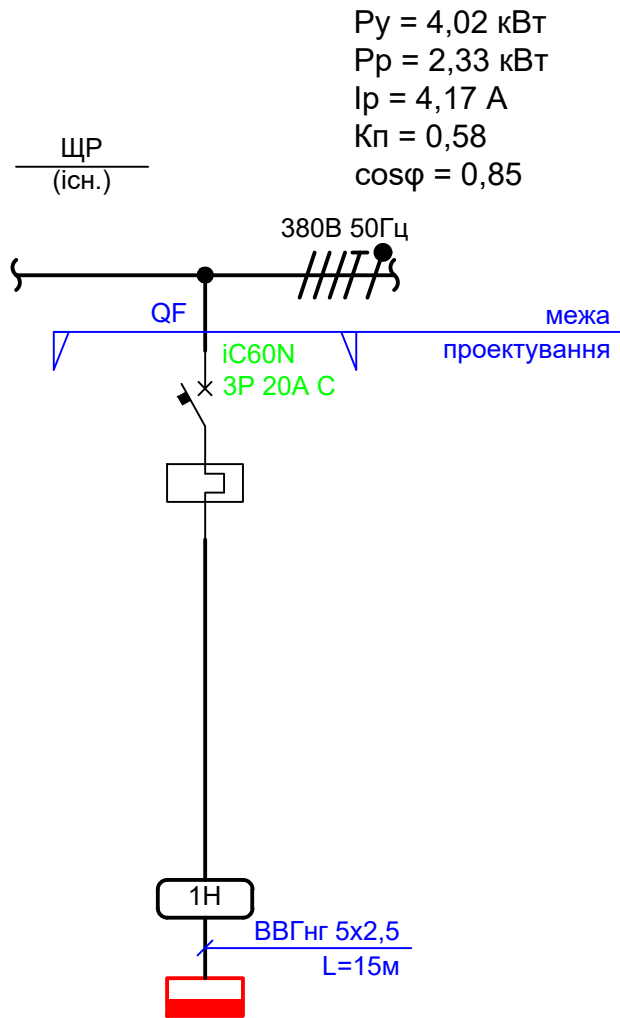
4. Установлені найбільш ефективні елементи для системи автоматизації сушильної камери при роботі в ручному та автоматичному режимах, яка відповідає вимогам ПУЕ та ДСТУ і здатна забезпечити надійну, економічну і безпечну роботу сушильної камери.

5. Показано, що система автоматизації камери для сушіння деревини дозволяє покращити якість виробленої продукції, зменшити витрати газу і електроенергії шляхом оптимізації роботи всіх установок та системи; підвищиться надійність роботи камери, безпека її експлуатації та спрацювання сигналізації у випадку аварії або відхилення контрольованих параметрів від встановлених.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

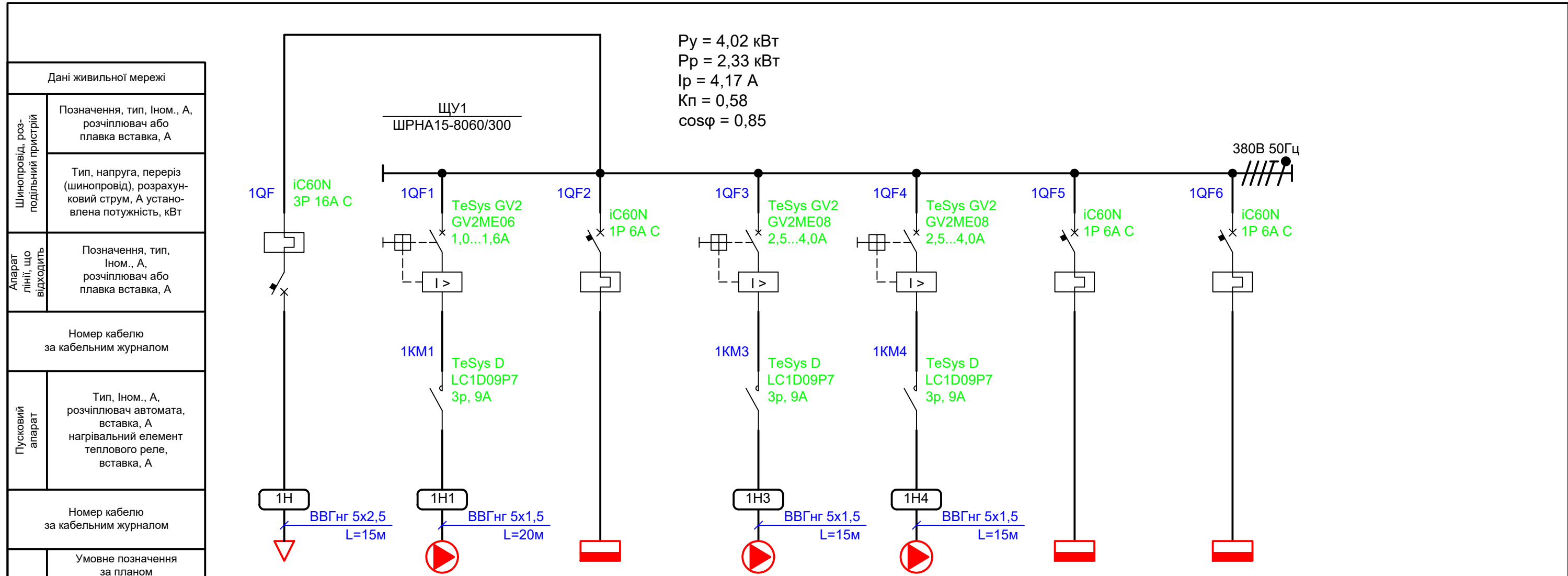
- 1.ДБН А.2.2-3 "Склад та зміст проектної документації на будівництво " –2014 – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_a\\_2\\_2\\_3\\_2014/1-1-0-1168](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_a_2_2_3_2014/1-1-0-1168)
- 2.ДСТУ Б А.2.4-4 "Основні вимоги до проектної та робочої документації". – 2009 – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_a\\_2\\_4\\_4\\_2009/5-1-0-781](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_a_2_4_4_2009/5-1-0-781)
- 3.ДСТУ Б В.2.5-82 "Електробезпека в будинках і спорудах. Вимоги дозахисних заходів від ураження електричним струмом" – 2016 – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=65395](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65395)
- 4.ДБН В.2.5-77 "Котельні"– 2014 – [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_2\\_5\\_77/1-1-0-1185](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_2_5_77/1-1-0-1185)
5. Сушильна камера Incoplan 3000 [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://leadermash.ru/product/derevoobrabotka/sushilnye-kamery-i-kotly/sushilnyekamery-incoplan-topline-konvektivnogo-tipa/sushilnaya-kamera-incoplan-sm3000-40m3/>
- 6.ПУЕ "Правила улаштування електроустановок" [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://art-energetyka.com.ua/Правила-улаштування-електроустановок.pdf>
- 7.Vasile M. Industrial Heat Pump-Assisted Wood Drying / Minea Vasile. – New York: CRC Press, 2018. – 705с.
- 8.Автоматика керуванням сушильними камерами деревини [Електронний ресурс]. - 2020. – Режим доступу до ресурсу:<https://www.gorlush.com.ua/electronics.aspx>
8. ПЛК 110[M02]. Программируемый логический контроллер [Електронний ресурс]. - 2020. – Режим доступу до ресурсу:<https://owen.ua/ru/programmiruemye-logicheskiekontrollery/programmiruemyj-logicheskij-kontroller-oven-plk110-m02>
- 9.НПАОП 20.0-1.02-05. Правила охорони праці в деревообробній промисловості [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: [https://dnaop.com/html/32398\\_3.html](https://dnaop.com/html/32398_3.html).

Дані живильної мережі		
Шинопровід, розподільний пристрій	Позначення, тип, Іном., А, розчіплювач або плавка вставка, А	
	Тип, напруга, переріз (шинопровід), розрахунковий струм, А установлена потужність, кВт	
Апарат лінії, що відходить	Позначення, тип, Іном., А, розчіплювач або плавка вставка, А	
Номер кабелю за кабельним журналом		
Пусковий апарат	Тип, Іном., А, розчіплювач автомата, вставка, А нагрівальний елемент теплового реле, вставка, А	
Номер кабелю за кабельним журналом		
Електроприймач	Умовне позначення за планом	
	Номер за планом	
	Тип	
	Руст., кВт Ррозр., кВт	
	Струм, А	Іном. Іп
	Найменування механізму за планом	
Номер за технологічним планом		



ЩУ1
ШРНА15-8060/300
4,02
2,33
4,17
-
Щит управління

Зам. інв. №						
Підпис і дата						
Інв. № ор.	Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата
	Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини					
	Схема електрична однолінійна живильної мережі щита управління ЩУ1.					
	ГІП					
Н. контр.						
Перевірив						
Розробив	Крохмаль					
			Стадія	Аркуш	Аркушів	



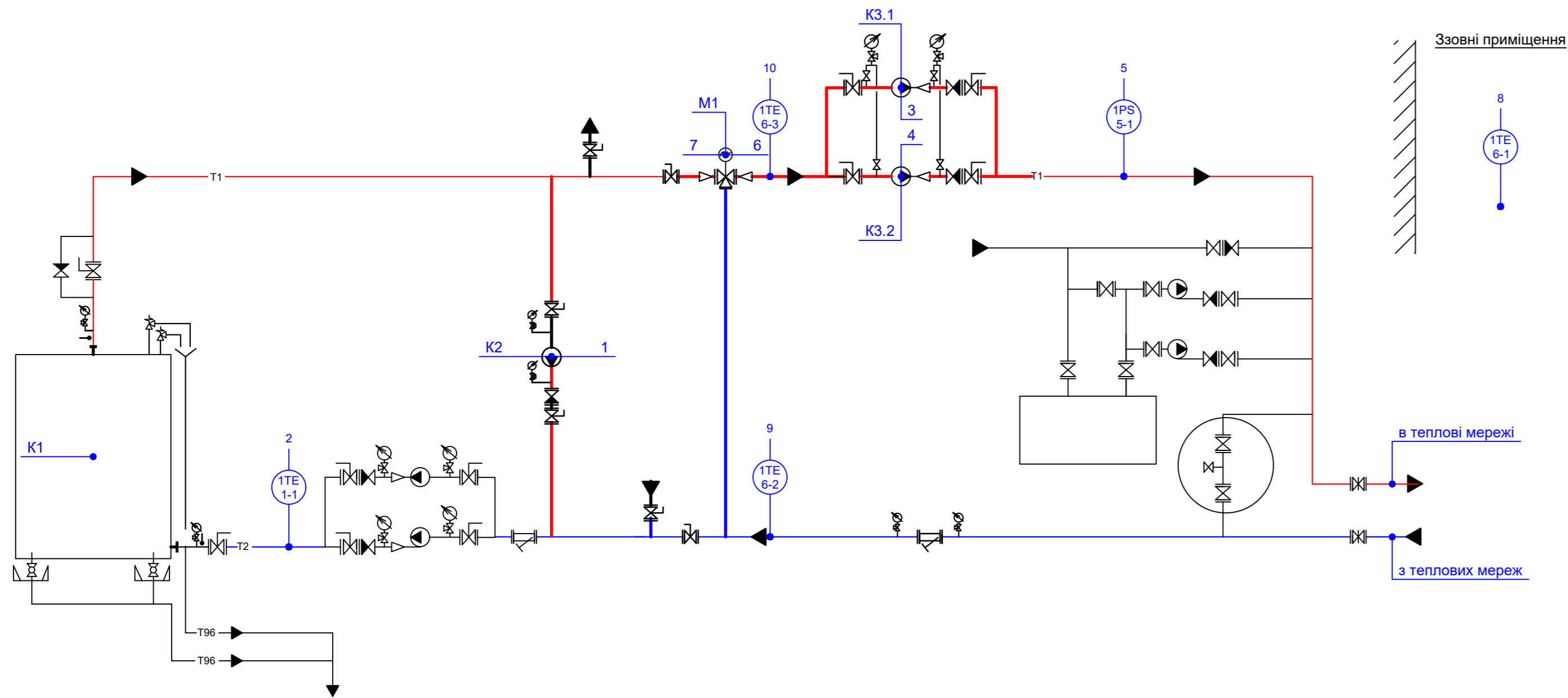
Умовне позначення за планом								
Номер за планом		-	K2	1TIC1	K3.1	K3.2	1PIC1	1TIC2
Тип		-	Wilo-TOP-S 50/7	TRM1-Щ1-У.Р	Wilo-TOP-S 65/15	Wilo-TOP-S 65/15	САУ-У-Щ11	TRM32-Щ4.01
Руст., кВт		4,02	0,61	0,01	1,69	1,69	0,01	0,01
Ррозр., кВт		2,33	0,61	0,01	1,69	1,69	0,01	0,01
Струм, А	Іном.	4,17	1,09	0,05	3,02	3,02	0,05	0,05
	Ip	-	-	-	-	-	-	-
Найменування механізму за планом		Ввід №1 від ЩР	Насос рециркуляційний твердопаливного котла	Контролер керування насосом K2	Насос мережевий №1	Насос мережевий №1	Контролер керування насосами K3.1 і K3.2	Контролер керування 3-х ходовим клапаном M1
Номер за технологічним планом								

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ор.

Зм.						Кільк.			Арк.			Недок.			Підп.			Дата		
Додаток Б																				
Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини															Стадія	Аркуш	Аркушів			
Схема електрична однолінійна розподільчої мережі щита управління ЩУ1.																				
ГІП			Н. контр.			Перевірів			Розробив			Крохмаль								



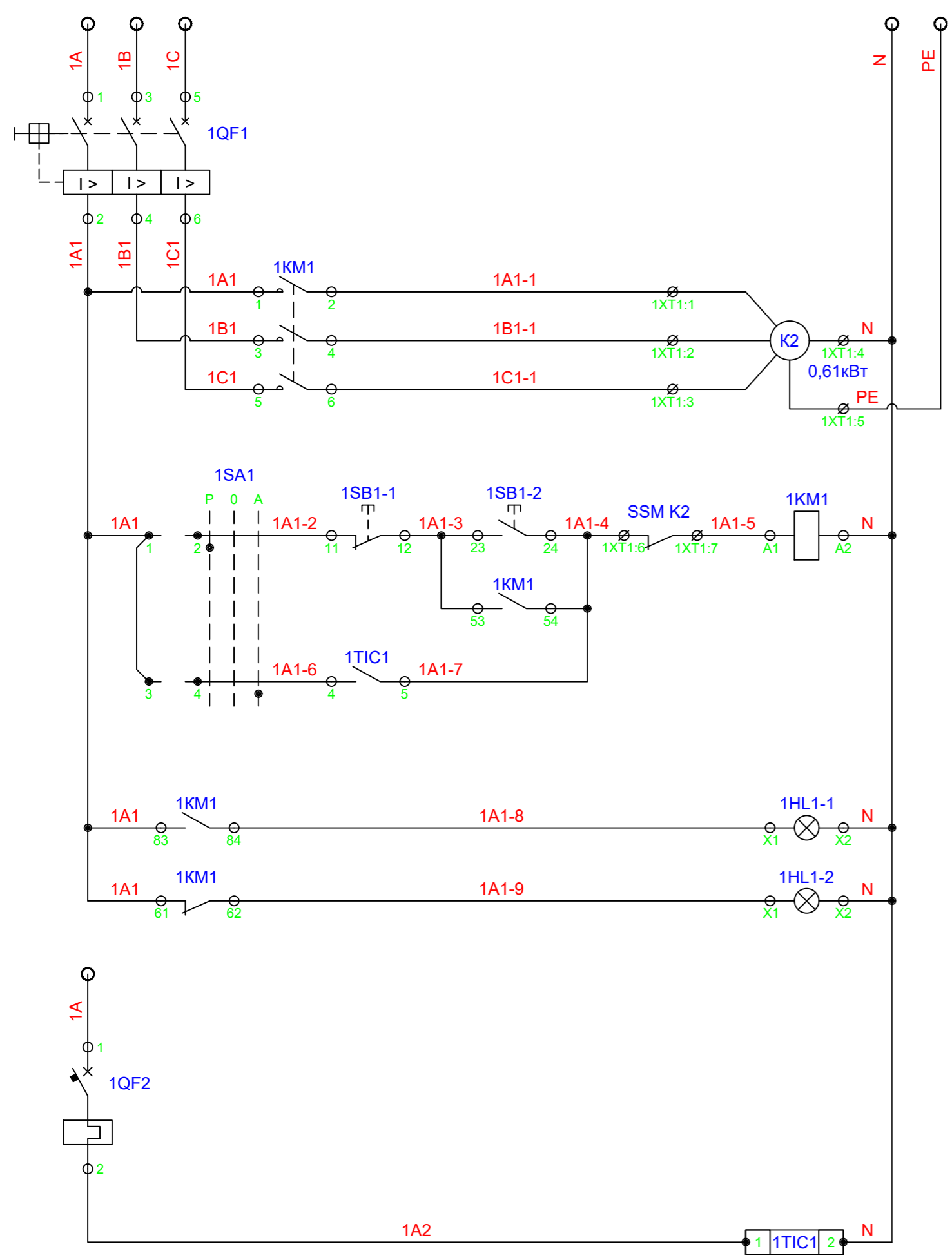
- 1 Ввімкнути/Вимкнути насос K2
- 2 Ручний/Автоматичний режим роботи
- 3 Стоп насоса K2
- 4 Пуск насоса K2
- 5 "Насос K2 ввімкнено"
- 6 "Насос K2 вимкнено"
- 7 Температура води в трубопроводі Т2 0...90°C
- 8 Ввімкнути/Вимкнути насос K3.1
- 9 Ввімкнути/Вимкнути насос K3.2
- 10 Ручний/Автоматичний режим роботи
- 11 Стоп насоса K3.1
- 12 Пуск насоса K3.1
- 13 Стоп насоса K3.2
- 14 Пуск насоса K3.2
- 15 "Насос K3.1 ввімкнено"
- 16 "Насос K3.1 вимкнено"
- 17 "Насос K3.1 ввімкнено"
- 18 "Насос K3.1 вимкнено"
- 19 Тиск води після насосів >2,0 кгс/см<sup>2</sup>
- 20 Відкрити 3-х ходовий клапан M1
- 21 Закрити 3-х ходовий клапан M1
- 22 Температура зовнішнього повітря -25...+50°C
- 23 Температура води в трубопроводі Т2 0...90°C
- 24 Температура води в трубопроводі Т1 0...90°C

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №	
Щит управління ЩУ1	Прилади за місцем		
	Прилади на щиту	1KM 1, 1SA 1, 1SB 1-1, 1SB 1-2, 1HL 1-1, 1HL 1-2, 1KM 3, 1KM 4, 1SA 5, 1SB 3-1, 1SB 3-2, 1SB 4-1, 1SB 4-2, 1HL 3-1, 1HL 3-2, 1HL 4-1, 1HL 4-2	
	Аналоговий вивід (AI)		
	Аналоговий вивід (AO)		
	Дискретний вивід (DI)		
	Дискретний вивід (DO)		
	ТРМ1-Щ1-У.Р	САУ-У-Щ11	ТРМ32-Щ4.01

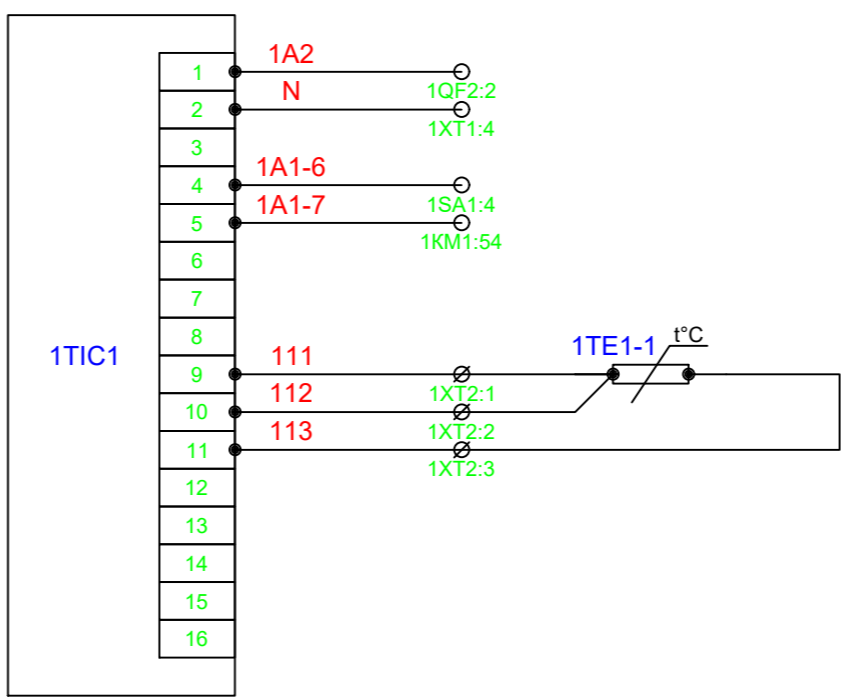
Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
<u>Обладнання, за місцем.</u>					
K1	КВм(а)-0,82	Котел водогрійний твердопаливний з механічною подачею сипучого палива	1		див. розд. ТМК
K2	Wilo-TOP-S 50/7	Насос рециркуляційний твердопалив-ного котла Q=10...14 м <sup>3</sup> /год; H=6,5...6,0 м.вод.ст.; N=610Вт; 380VAC	1		див. розд. ТМК
K3.1, K3.2	Wilo-TOP-S 65/15	Насос мережевий Q=20...24 м <sup>3</sup> /год; H=12,5...12,0 м.вод.ст.; N=1685Вт; 380V AC	2		див. розд. ТМК
ЩУ1	ШРНА15-8060/300	Щит управління	1		
<u>Засоби автоматизації.</u>					
1TE1-1	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною колодкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
1PS5-1	ДМ Cr 05 100 0-600кПа	Манометр сигналізуючий 0...600кПа, кл.т. 1,5, ТУ У 33.2-14307481-031:2005	1		
1TE6-1	ДТС125Л-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною колодкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
1TE6-2, 1TE6-3	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною колодкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	2		
<u>Щит управління ЩУ1.</u>					
1KM1, 1KM3, 1KM4	TeSys D LC1D09P7	Контактор 3р, 9А, Uк=220V AC, 1No+1Nc	3		
1TIC1	ТРМ1-Щ1-У.Р	Вимірювач-регулятор одноканалний			
1PIC1	САУ-У-Щ11	Універсальний пристрій для керування насосами (алгоритм 11)			
1TIC2	ТРМ32-Щ4.01	Промисловий контролер для регулювання температури у системах опалення та ГВП			
1SA1, 1SA5	Harmony XB4 XB4BD33	Перемикач 3-х позиційний з фіксацією "1-0-2", 2No	1		
1SB1-1, 1SB3-1, 1SB4-1	Harmony XB4 XB4BA42	Кнопка "Стоп", червона, 1Nc	3		
1SB1-2, 1SB3-2, 1SB4-2	Harmony XB4 XB4BA31	Кнопка "Пуск", зелена, 1No	3		
1HL1-1, 1HL3-1, 1HL4-1	Harmony XB4 XB4BVM3	Індикатор, зелений, 220V AC	3		
1HL1-2, 1HL3-2, 1HL4-2	Harmony XB4 XB4BVM4	Індикатор, червоний, 220V AC	4		
1HL5-1					

Додаток В					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата
Автоматизація системи теплопостачання для підключення сушарки деревини					
Стадія					
Аркуш					
Аркушів					
ГІП					
Н. контр.					
Перевірив					
Розробив					
Крохмаль					
Схема автоматизації щита управління ЩУ1.					





Напряга живлення 380V AC
Автомат захисту двигуна
Насос рециркуляційний твердопаливного котла K2
Ручний режим роботи насосу K2
Автоматичний режим роботи насосу K2
"Насос K2 ввімкнено"
"Насос K2 вимкнено"
Напряга живлення 220V AC
Автоматичний вимикач контролера
Контролер керування насосом K2



Живлення контролера
Керування насосом K2
Температура води в трубопроводі T2 0...90°C

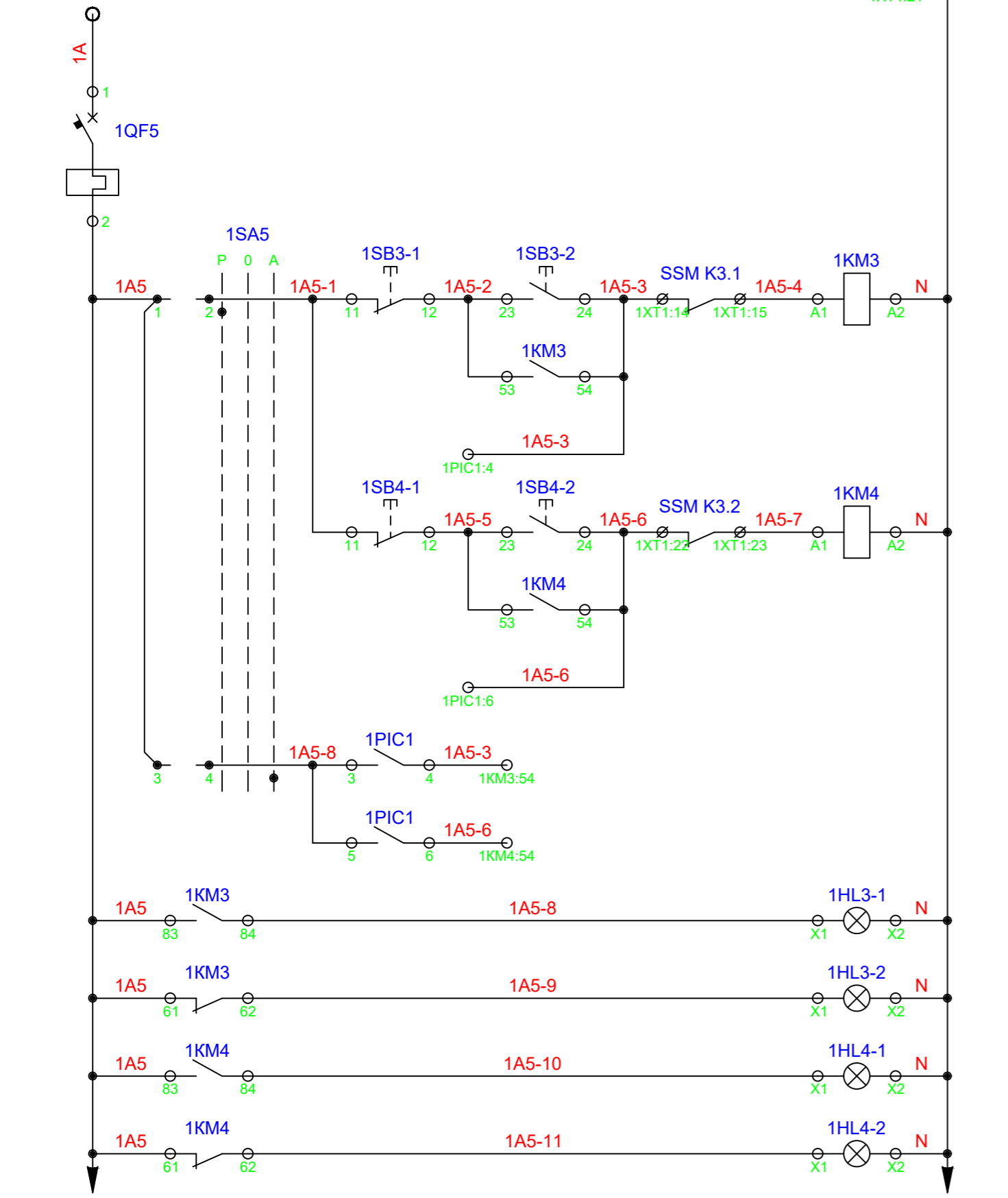
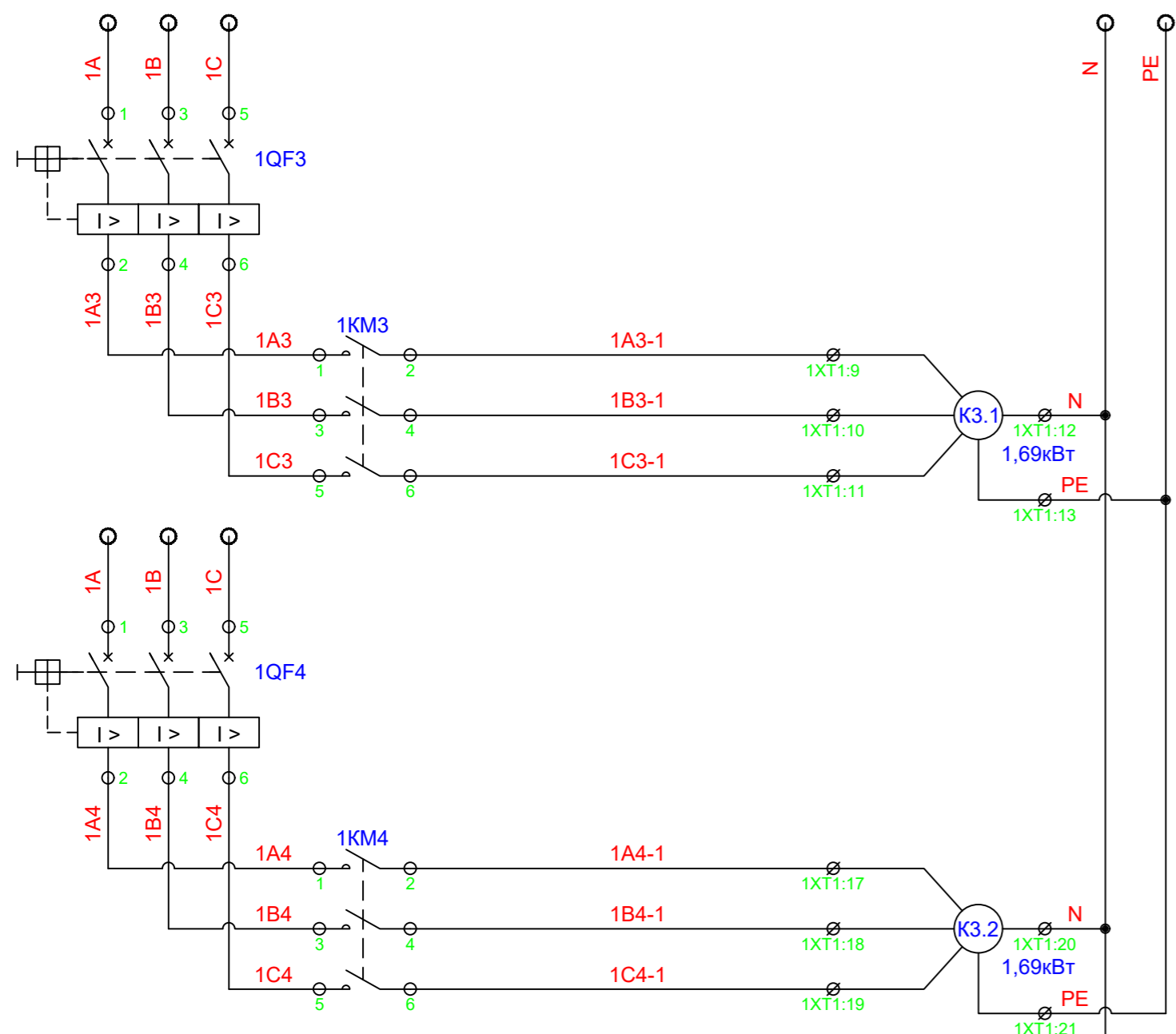
Діаграма роботи перемикача 1SA1

Номер контакта	Положення рукоятки		
	1	0	2
1-2	X	0	0
3-4	0	0	X
Режим управління	Ручний	Відкл.	Автоматичний

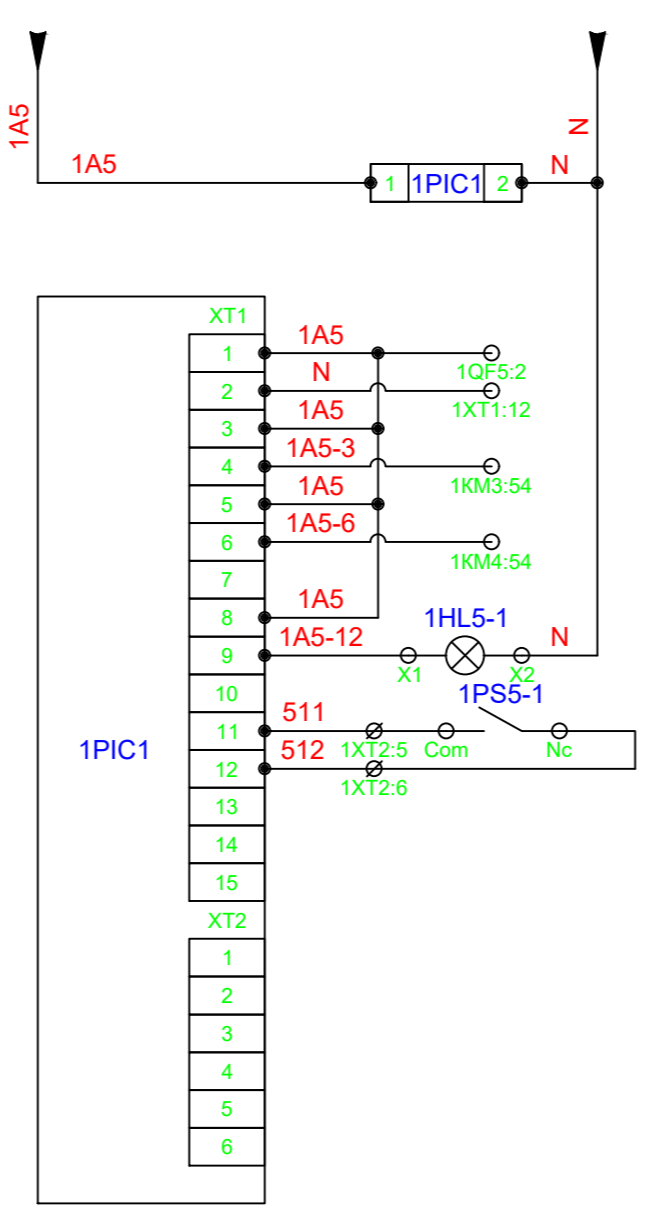
Марка, поз.	Обозначення	Найменування	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
		<u>Щит управління ЩУ1.</u>			
1QF1	TeSys GV2 GV2ME06	Автомат захисту двигуна 3р, 1,0...1,6А	1		
1KM1	TeSys D LC1D09P7	Контактор 3р, 9А, Uк=220V AC, 1No+1Nc	1		
1SA1	Harmony XB4 XB4BD33	Перемикач 3-х позиційний з фіксацією "1-0-2", 2No	1		
1SB1-1	Harmony XB4 XB4BA42	Кнопка "Стоп", червона, 1Nc	1		
1SB1-2	Harmony XB4 XB4BA31	Кнопка "Пуск", зелена, 1No	1		
1HL1-1	Harmony XB4 XB4BVM3	Індикатор, зелений, 220V AC	1		
1HL1-2	Harmony XB4 XB4BVM4	Індикатор, червоний, 220V AC	1		
1QF2	iC60N 1P 6A C	Модульний автоматичний вимикач, 1р, 6А, х-ка С	1		
1TIC1	TPM1-Щ1-У.Р	Вимірювач-регулятор одноканальний	1		
1XT1	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	7		
1XT1	AVK 2,5/4T	Клема гвинтова на Din-рейку 35А заземлююча Klemsan	1		
1XT2	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	4		
		<u>Засоби автоматизації.</u>			
1TE1-1	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною голівкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
SSM K2	Wilo-TOP-S 50/7	Аварійний контакт насосу	1		к-кт насосу

Інв. № ор.
Підпис і дата
Зам. інв. №

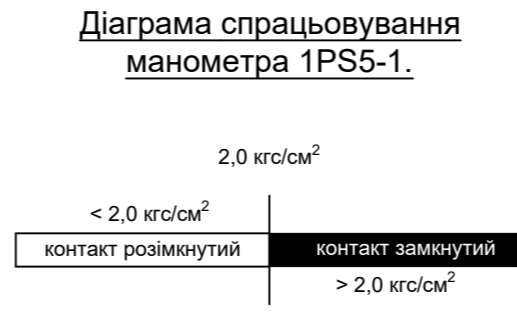
Додаток Г							
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата		
ГІП							
Н. контр.							
Перевірив							
Розробив	Крохмаль						
Автоматизація системи теплостачання для підключення сушарки деревини					Стадія	Аркуш	Аркушів
Схема електрична принципова керування насосом K2.							



Напруга живлення 380V AC
Автомат захисту двигуна
Насос мережевий К3.1
Напруга живлення 380V AC
Автомат захисту двигуна
Насос мережевий К3.2
Напруга живлення 220V AC
Автоматичний вимикач ланцюгів керування та контролера
Ручний режим роботи насосу К3.1
Ручний режим роботи насосу К3.2
Автоматичний режим роботи насосу К3.1
Автоматичний режим роботи насосу К3.2
"Насос К3.1 ввімкнено"
"Насос К3.1 вимкнено"
"Насос К3.2 ввімкнено"
"Насос К3.2 вимкнено"



Контролер керування насосами К3.1 і К3.2
Живлення контролера
Автоматичний режим роботи насосу К3.1
Автоматичний режим роботи насосу К3.2
"Аварія насосів К3.1 і К3.2"
Тиск води після насосів >2,0 кгс/см <sup>2</sup>



**Діаграма роботи перемикача 1SA5**

Номер контакта	Положення рукоятки		
	Ручний	Відкл.	Автоматичний
1	0	2	
1-2	X	0	0
3-4	0	0	X

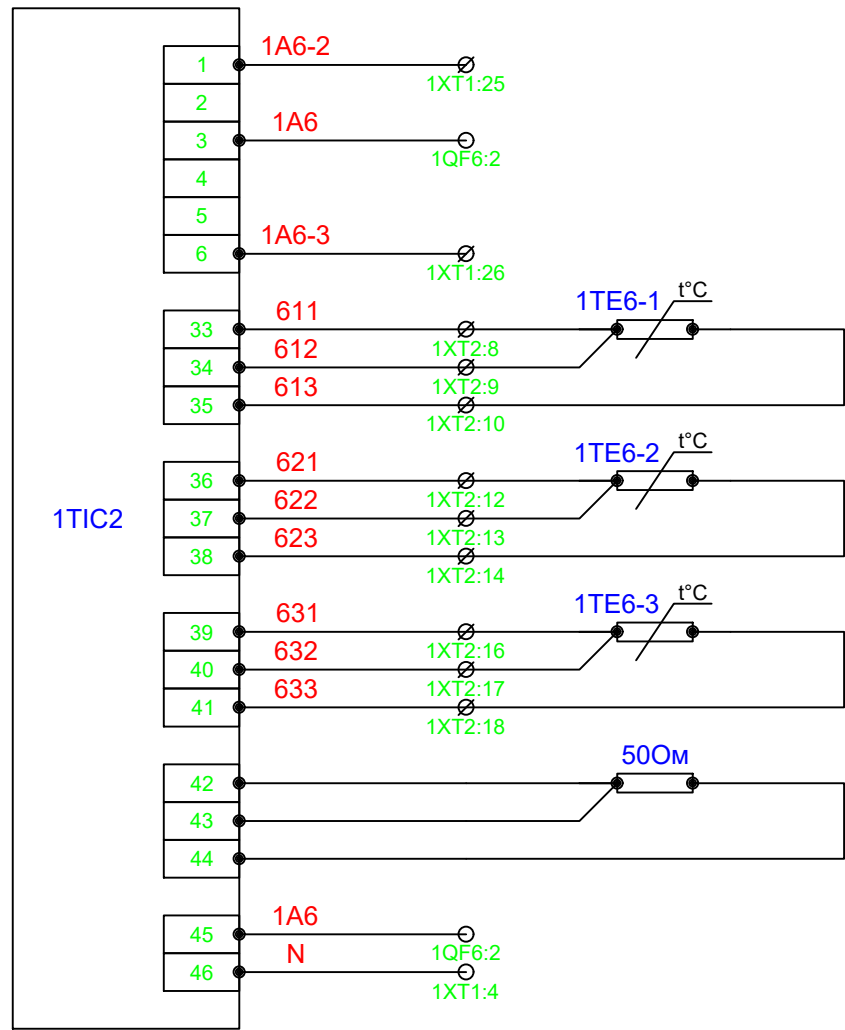
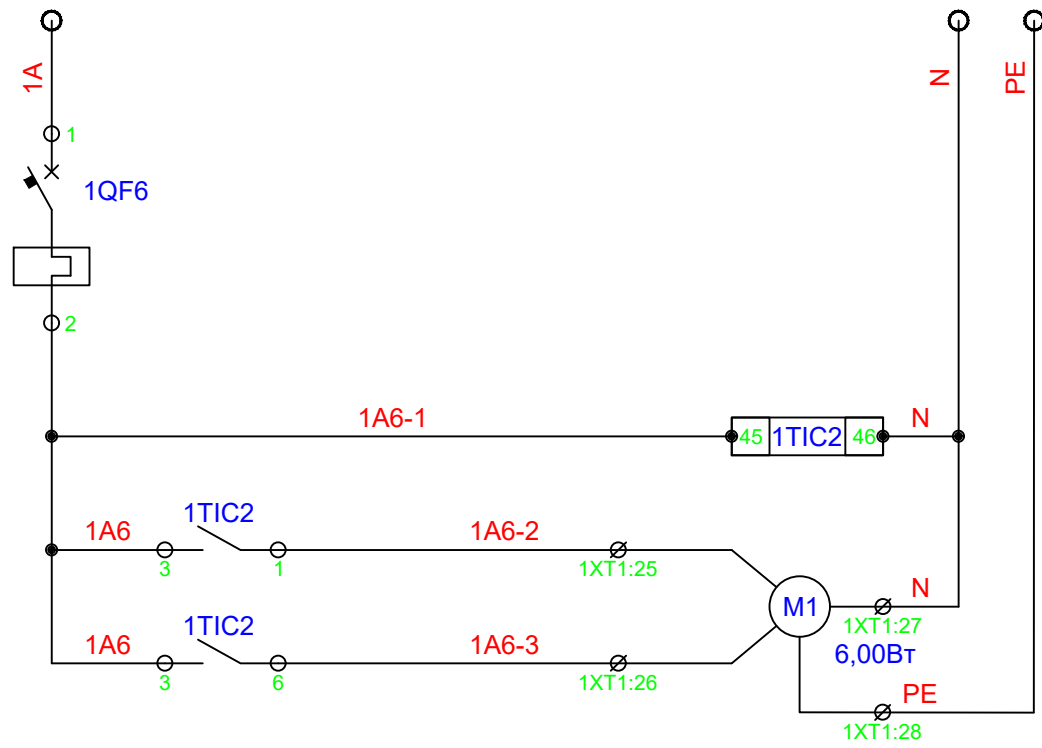
Марка, поз.	Обозначення	Найменування	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
		Щит управління ЩУ1.			
1QF3, 1QF4	TeSys GV2 GV2ME08	Автомат захисту двигуна 3р, 2,5...4,0А	2		
1KM3, 1KM4	TeSys D LC1D09P7	Контактор 3р, 9А, Uк=220V AC, 1No+1Nc	2		
	TeSys D LADN22	Блок-контакт до контактора 2No+2Nc	2		
1QF5	iC60N 1P 6A C	Модульний автоматичний вимикач, 1р, 6А, х-ка С	1		
1SA5	Harmony XB4 XB4BD33	Перемикач 3-х позиційний з фіксацією "1-0-2", 2No	1		
1SB3-1, 1SB4-1	Harmony XB4 XB4BA42	Кнопка "Стоп", червона, 1Nc	2		
1SB3-2, 1SB4-2	Harmony XB4 XB4BA31	Кнопка "Пуск", зелена, 1No	2		
1HL3-1, 1HL4-1	Harmony XB4 XB4BVM3	Індикатор, зелений, 220V AC	2		
1HL3-2, 1HL4-2	Harmony XB4 XB4BVM4	Індикатор, червоний, 220V AC	3		
1HL5-1					
1PIC1	CAU-Y-Щ11	Універсальний пристрій для керування насосами (алгоритм 11)	1		
1XT1	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	14		
1XT1	AVK 2,5/4Т	Клема гвинтова на Din-рейку 35А заземлююча Klemsan	2		
1XT2	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	3		
		<u>Засоби автоматизації.</u>			
1PS5-1	ДМ Cr 05 100 0-600кПа	Манометр сигналізуючий 0...600кПа, кл.т. 1,5, ТУ У 33.2-14307481-031:2005	1		
SSM К3.1, SSM К3.2	Wilo-TOP-S 65/15	Аварійний контакт насосу	2		к-кт насосу

Додаток Д

Зм.	Кільк.	Арк.	№док.	Підп.	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Автоматизація системи теплостачання для підключення сушарки деревини								
Схема електрична принципова керування насосами К3.1, К3.2.								

Копіював  
Формат А2

Зам. інв. №  
Підпис і дата  
Інв. № ор.



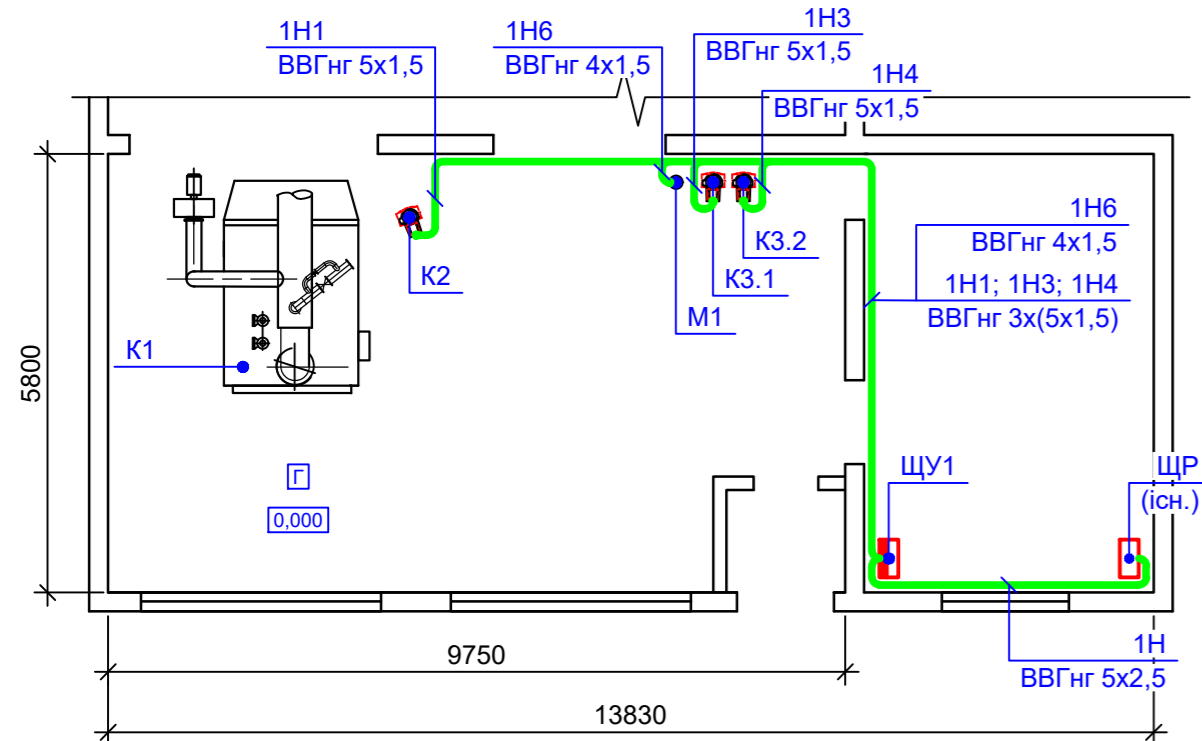
Напряга живлення 220V AC
Автоматичний вимикач контролера
Контролер керування 3-х ходовим клапаном M1
Відкрити 3-х ходовий клапан M1
Закрити 3-х ходовий клапан M1
Відкрити 3-х ходовий клапан M1
Закрити 3-х ходовий клапан M1
Температура зовнішнього повітря -25...+50°C
Температура води в трубопроводі T2 0...90°C
Температура води в трубопроводі T1 0...90°C
Резерв
Живлення контролера

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
<u>Щит управління ЩУ1.</u>					
1QF6	iC60N 1P 6A C	Модульний автоматичний вимикач, 1р, 6А, х-ка С	1		
1TIC2	TRM32-Щ4.01	Промисловий контролер для регулювання температури у системах опалення та ГВП	1		
1XT1	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	4		
1XT1	AVK 2,5/4Т	Клема гвинтова на Din-рейку 35А заземлювача Klemsan	1		
1XT2	AVK 2,5	Клема гвинтова на Din-рейку 24А	12		
<u>Засоби автоматизації.</u>					
1TE6-1	ДТС125Л-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною головкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
1TE6-2, 1TE6-3	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною головкою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	2		
M1	DR50 GFLA DN50	Привід для 3-х ходового клапана	1		див. розд. ТМК

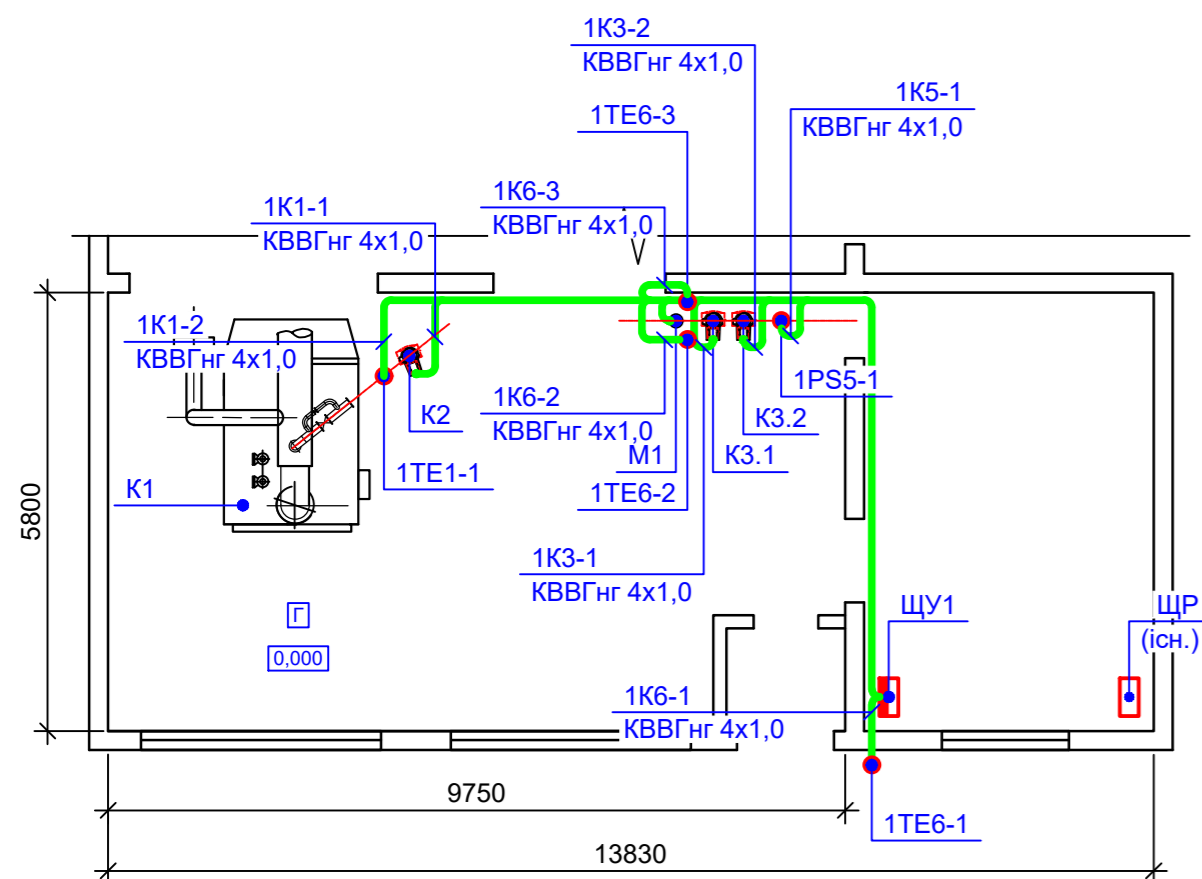
Інв. № ор. \_\_\_\_\_  
Підпис і дата \_\_\_\_\_  
Зам. інв. № \_\_\_\_\_

						Додаток Е		
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата			
						Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини		
ГІП						Схема електрична принципова керування 3-х ходовим клапаном M1.		
Н. контр.						Стадія	Аркуш	Аркушів
Перевірив								
Розробив	Крохмаль							

План розташування силових мереж на відм. 0,000.



План розташування контрольних мереж на відм. 0,000.



Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
		<u>Кабель, провід.</u>			
		Кабель силовий з мідними струмопровідними жилами, з ізоляцією із ПВХ			
		ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ			
		пластикату, що не підтримує горіння,			
		1 кВ:			
		ВВГнг 4x1,5	15	м	
		ВВГнг 5x1,5	50	м	
		ВВГнг 5x2,5	15	м	
		Кабель контрольний з мідними струмопровідними жилами, з ізоляцією із ПВХ			
		ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ			
		пластикату, що не підтримує горіння,			
		0,66 кВ:			
		КВВГнг 4x1,0	125	м	
		<u>Кабельні системи.</u>			
		Труба гофрована ПВХ з протяжкою:			
	e.g.tube.ultra.11.16.p	Ø16 мм	30	м	
	e.g.tube.ultra.14.20.p	Ø20 мм	15	м	
		Короб пластиковий, L=2,0 м:			
	e.trunking.stand.40.40	40x40x2000	10	шт	
	e.trunking.stand.60.40	60x40x2000	10	шт	

- Щит управління ЩУ1 встановити на стіні на висоті +1,7 м від рівня чистої підлоги (верх щита).
- Напруга розподільчої мережі живлення - 380/220 V AC.
- Кабельні мережі виконати:
  - для силового електрообладнання застосувати кабель марки ВВГнг;
  - для контрольного електрообладнання застосувати кабель марки КВВГнг.
- Кабельні мережі прокласти:
  - кабель марки ВВГнг прокласти в коробі пластиковому 40x40 на відм. +3,5 м від рівня чистої підлоги;
  - кабель марки КВВГнг прокласти в коробі пластиковому 60x40 на відм. +3,0 м від рівня чистої підлоги.
- Довжини кабелів уточнити при виконанні монтажних робіт.
- Для підведення кабелів до технологічного обладнання котельні використовувати трубу пластикову гофровану.
- Електрообладнання заземлити відповідно до вимог ПУЕ-2017.
- Технологічне обладнання розміщено відповідно до креслень розділу проекту ТМ.

Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
		<u>Обладнання, за місцем.</u>			
K1	КВМ(а)-0,82	Котел водогрійний твердопаливний з механічною подачею сипучого палива	1		див. розд. ТМК
K2	Wilo-TOP-S 50/7	Насос рециркуляційний твердопаливний ного котла Q=10...14 м³/год;	1		див. розд. ТМК
		H=6,5...6,0 м.вод.ст.; N=610Вт; 380VAC			
K3.1, K3.2	Wilo-TOP-S 65/15	Насос мережевий	2		див. розд. ТМК
		Q=20...24 м³/год; H=12,5...12,0 м.вод.ст.; N=1685Вт; 380V AC			
ЩР	-	Щит розподільчий котельні	1		існ.
ЩУ1	ШРНА15-8060/300	Щит управління	1		
		<u>Щит розподільчий котельні.</u>			
QF	iC60N 3P 20A C	Модульний автоматичний вимикач, Зр, 20А, х-ка С	1		
		<u>Засоби автоматизації.</u>			
1TE1-1	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною коловою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
1PS5-1	ДМ Сг 05 100 0-600кПа	Манометр сигналізуючий 0...600кПа, кл.т. 1,5, ТУ У 33.2-14307481-031:2005	1		
1TE6-1	ДТС125Л-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною коловою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	1		
1TE6-2, 1TE6-3	ДТС035-50М.В3.60	Термоперетворювач з комутаційною коловою, 50М, 3-х провідний, L=60мм	2		

Додаток Є

Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
						Автоматизація системи теплопостачання для підключення сушарки деревини		
ГІП						План розташування обладнання на відм. 0,000.		
Н. контр.								
Перевірив								
Розробив	Крохмаль							

Зам. інв. №  
Підпис і дата  
Інв. № ор.

Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Позначення кабеля, проводу	Траса		Прохід через				Кабель, провід					
	Початок	Кінець	Трубу			Протяжний ящик №	По проекту			Прокладено		
			Позначення	Діаметр за стандартом, мм	Довжина, м		Марка	Кількість, число і переріз жил	Довжина, м	Марка	Кількість, число і переріз жил	Довжина, м
1Н	Щит розподільчий ЩР	Щит управління ЩУ1					ВВГнг	5x2,5	15			
1Н1	Щит управління ЩУ1	Насос К2					ВВГнг	5x1,5	20			
1Н3	Щит управління ЩУ1	Насос К3.1					ВВГнг	5x1,5	15			
1Н4	Щит управління ЩУ1	Насос К3.2					ВВГнг	5x1,5	15			
1Н6	Щит управління ЩУ1	Привід для 3-х ходового клапана М1					ВВГнг	4x1,5	15			

						Додаток Ж											
Зм.		Кільк.		Арк.		Недок.		Підп.		Дата							
						Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини						Стадія		Аркуш		Аркушів	
ГІП						Кабельний журнал силових мереж.											
Н. контр.																	
Перевірив																	
Розробив				Крохмаль													

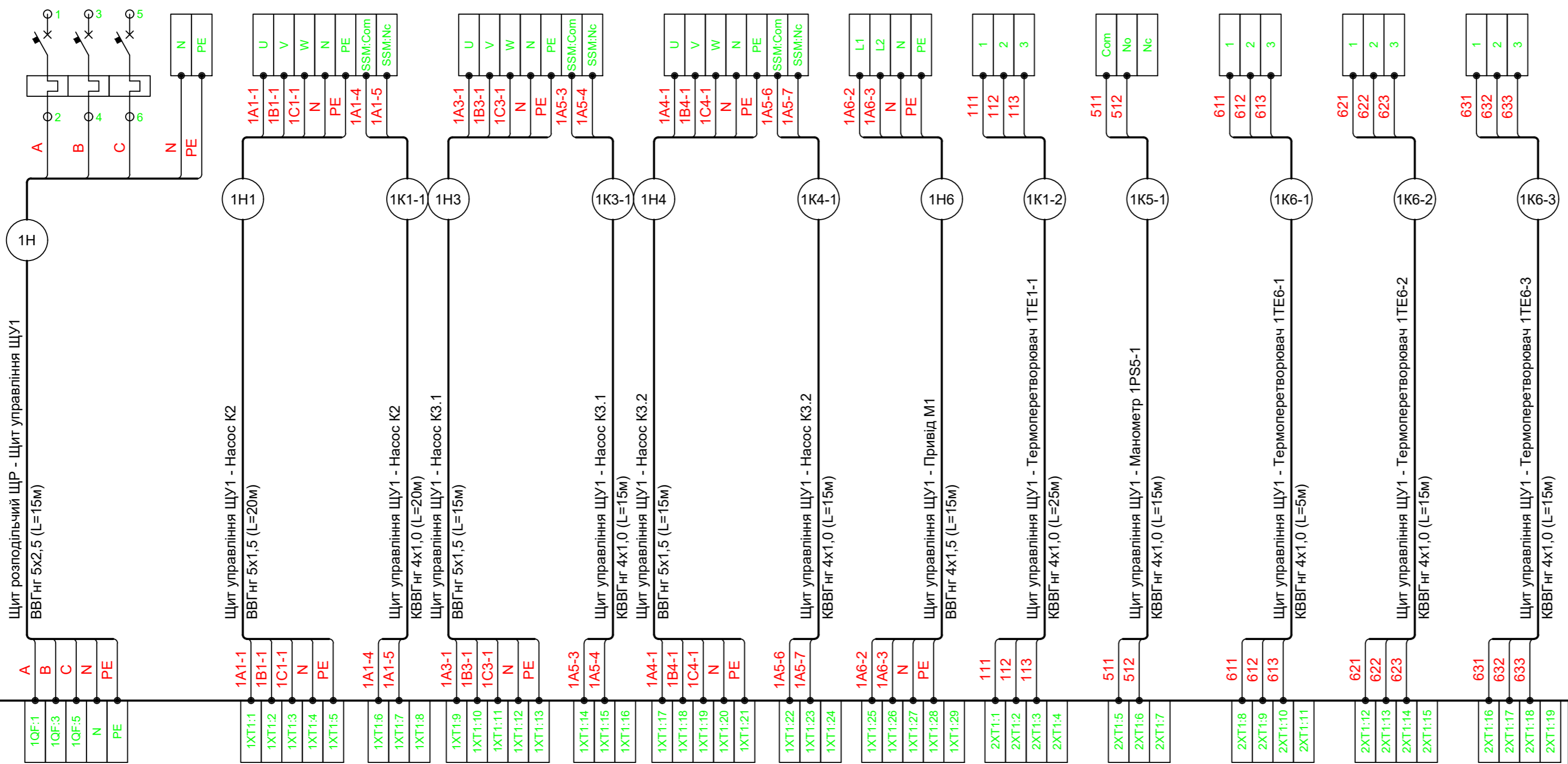
Інв. № ор.	Підпис і дата	Зам. інв. №

Позначення кабеля, проводу	Траса		Прохід через				Кабель, провід					
	Початок	Кінець	Трубу			Протяжний ящик №	По проекту			Прокладено		
			Позначення	Діаметр за стандартом, мм	Довжина, м		Марка	Кількість, число і переріз жил	Довжина, м	Марка	Кількість, число і переріз жил	Довжина, м
1K1-1	Щит управління ЩУ1	Насос К2					КВВГнг	4x1,0	20			
1K1-2	Щит управління ЩУ1	Термоперетворювач 1TE1-1					КВВГнг	4x1,0	25			
1K3-1	Щит управління ЩУ1	Насос К3.1					КВВГнг	4x1,0	15			
1K4-1	Щит управління ЩУ1	Насос К3.2					КВВГнг	4x1,0	15			
1K5-1	Щит управління ЩУ1	Манометр сигналізуючий 1PS5-1					КВВГнг	4x1,0	15			
1K6-1	Щит управління ЩУ1	Термоперетворювач 1TE6-1					КВВГнг	4x1,0	5			
1K6-2	Щит управління ЩУ1	Термоперетворювач 1TE6-2					КВВГнг	4x1,0	15			
1K6-3	Щит управління ЩУ1	Термоперетворювач 1TE6-3					КВВГнг	4x1,0	15			

<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr> <td>Зм.</td> <td>Кільк.</td> <td>Арк.</td> <td>Недок.</td> <td>Підп.</td> <td>Дата</td> </tr> </table>																								Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Додаток 3					
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата																														
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини</td> <td>Стадія</td> <td>Аркуш</td> <td>Аркушів</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Кабельний журнал контрольних мереж.</td> <td colspan="3"> </td> </tr> </table>						Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини			Стадія	Аркуш	Аркушів	Кабельний журнал контрольних мереж.																							
						Автоматизація системи тепlopостачання для підключення сушарки деревини			Стадія	Аркуш	Аркушів																								
Кабельний журнал контрольних мереж.																																			
<table border="1"> <tr> <td>ГІП</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Н. контр.</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Перевірив</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Розробив</td> <td>Крохмаль</td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>						ГІП						Н. контр.						Перевірив						Розробив	Крохмаль										
ГІП																																			
Н. контр.																																			
Перевірив																																			
Розробив	Крохмаль																																		



Найменування параметра і місце відбору імпульса	Напруга живлення 380V AC	Напруга живлення 380V AC/ Аварія насосу K2	Напруга живлення 380V AC/ Аварія насосу K2	Напруга живлення 380V AC/ Аварія насосу K3.2	Напруга живлення 220V AC	Температура води в трубопроводі 0...90°C	Тиск води після насосів >2,0 кгс/см²	Температура зовнішнього повітря -25...+50°C	Температура води в трубопроводі 0...90°C	Температура води в трубопроводі 0...90°C
	Щит котельні ЩР	Борно насосу K2	Борно насосу K3.1	Борно насосу K3.2	Привід M1	Трубопровід T2	Трубопровід T1	Ззовні приміщення	Трубопровід T2	Трубопровід T1
Позначення креслення встановлення										
Позиція	QF	K2	K3.1	K3.2	M1	1TE1-1	1PS5-1	1TE6-1	1TE6-2	1TE6-3



Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Вес, од. кг	Прим.
		Кабель силовий з мідними струмопровідними жилами, з ізоляцією із ПВХ			
		ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ пластикату, що не підтримує горіння,			
		1 кВ:			
		ВВГнг 4x1,5	15		м
		ВВГнг 5x1,5	50		м
		ВВГнг 5x2,5	15		м
		Кабель контрольний з мідними струмопровідними жилами, з ізоляцією із ПВХ			
		ПВХ пластикату, з оболонкою із ПВХ пластикату, що не підтримує горіння,			
		0,66 кВ:			
		КВВГнг 4x1,0	125		м
		Труба гофрована ПВХ з протяжкою:			
	e.g.tube.ultra.11.16.p	Ø16 мм	30		м
	e.g.tube.ultra.14.20.p	Ø20 мм	15		м
		Короб пластиковий, L=2,0 м:			
	e.trunking.stand.40.40	40x40x2000	10		шт
	e.trunking.stand.60.40	60x40x2000	10		шт

- Довжини кабелів уточнити при монтажі.
- Для підключення до щита і коробок з'єднувальних кінці кабелів обробити з урахуванням довжини провідників, необхідної для підключення.
- На кінці кабелів надіти кабельне маркування, виконати на ній напис відповідно до даної схеми маркером B-STIFT. Кабелі маркувати з двох сторін на бірках.
- Силові кабелі маркувати бірками У-134, У-136. Контрольні кабелі маркувати бірками У-136. Напис на бірці виконати фломастером B-STIFT. Бірки кріпити монтажними хомутами.
- Перевірку цілісності жил кабелів, заземлення, опір ізоляції - виконати згідно чинного ПУЕ.

Інв. № ор. Підпис і дата Зам. інв. №

Щит управління ЩУ1	1QF:1	1QF:3	1QF:5	N	PE
	1XT1:1	1XT1:2	1XT1:3	1XT1:4	1XT1:5
	1XT1:6	1XT1:7	1XT1:8	1XT1:9	1XT1:10
	1XT1:11	1XT1:12	1XT1:13	1XT1:14	1XT1:15
	1XT1:16	1XT1:17	1XT1:18	1XT1:19	1XT1:20
	1XT1:21	1XT1:22	1XT1:23	1XT1:24	1XT1:25
	1XT1:26	1XT1:27	1XT1:28	1XT1:29	2XT1:1
	2XT1:2	2XT1:3	2XT1:4	2XT1:5	2XT1:6
	2XT1:7	2XT1:8	2XT1:9	2XT1:10	2XT1:11
	2XT1:12	2XT1:13	2XT1:14	2XT1:15	2XT1:16
	2XT1:17	2XT1:18	2XT1:19	2XT1:20	2XT1:21

Додаток I

Зм.	Кільк.	Арк.	Недок.	Підп.	Дата	Автоматизація системи теплопостачання для підключення сушарки деревини	Стадія	Аркуш	Аркушів
ГІП									
Н. контр.						Схема зовнішніх з'єднань щита управління ЩУ1.			
Перевірив									
Розробив	Крохмаль								

