

Міністерство освіти і науки України  
Шосткинський інститут Сумського Державного університету  
Факультет денної форми навчання  
Кафедра системотехніки і інформаційних технологій

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. Кафедрою системотехніки та  
інформаційних технологій

Худолей Г.М.  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

# ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Система управління процесом деаерації технологічної води ТЕЦ"

Керівник проекту к. т. н.

А. Г. Серяков

Проектант:

студент групи СУ - 61Ш

С.П. Кеня

Залікова книжка №

16080056

Шостка – 2020

## ВСТУП

Ще із стародавніх часів людина пристосовувалася до умов навколишнього середовища, сприймала її таку як є і намагалася підстроїти під себе. Вона вже тоді прагнула полегшити свою працю шляхом вживання різних предметів і вже потім механізмів. З розвитком людства і відповідно науково технічного прогресу з'явилися досконалі системи автоматизованого управління, які в даний час застосовуються скрізь.

Автоматизація – це діяльність, направлена на часткове або повне виключення людини з трудового процесу шляхом передачі його функцій в спеціально створену машину (автомат). Автоматизація усюди вважається головним, найбільш перспективним напрямком в розвитку промислового виробництва. Завдяки звільненню людини від безпосередньої участі у виробничих процесах, а також високій концентрації основних операцій значно поліпшуються умови праці і економічні показники виробництва.

Вживання комплексів засобів автоматизації в науково - дослідних інститутах і лабораторіях не лише звільняє дослідників від рутинних операцій, пов'язаних з освоєнням наявних даних, але і полегшує підготовку і ведення експериментів. Автоматизація промислових виробництв неоднакова. Вона дає найбільший ефект в виробництвах з масовим випуском продукції і порівняно працемісткими технологічними процесами.

Автоматизація виробничих процесів зв'язана з випусканням ряду автоматичних пристроїв. В масовому виробництві ці пристрої спеціалізовані. В серійному виробництві доводиться користуватися універсальними автоматичними пристроями, що потребують перенастройки або переналагодження, що викликає більшу витрату невиробничого часу.

Тому в останні роки більша увага надається “гнучкості” автоматичного обладнання, досягненої шляхом широкого використання принципів агрегування і програмного управління, що веде за собою поступове ускладнення конструкції.

Проведення деяких сучасних технологічних процесів можливі тільки при

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

умові їх повної автоматизації( наприклад, процеси, здійснювані на атомних установках і парових котлах високого тиску, процеси дегідрування та ін.). При ручному управлінні такими процесами найменше втручання людини та його несвоєчасний вплив на процес може призвести до серйозних наслідків. Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійної роботи устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря і водою промисловими відходами.

Застосування нових технологій дозволяє виробникові заощадити кошти на сировину, електроенергію, робочу силу, організацію виробничого процесу.

Кінцевою стадією технологічного процесу приготування живильної води для парових котлів є видалення розчинених в ній агресивних газів, в першу чергу кисню, а також вуглекислоти, що викликають корозію металу теплосилових установок. Киснева корозія є найбільш небезпечною, так як вона проявляється на окремих ділянках поверхні металу у вигляді невеликих плям і розвивається в глибину металу аж до утворення дрібних отворів.

Процес видалення з води розчинених газів носить назву дегазації або деаерації. В даний час відомо кілька способів деаерації - термічний і хімічний. Найбільш ефективним і універсальним методом видалення з води всіх розчинених газів, що знайшли широке поширення в теплоенергетиці, є термічна деаерація.

Одним з основних завдань даного технологічного процесу є підтримка нагріву деаерованої води до температури насичення, що призведе до практично повної відсутності в живильній воді розчиненого кисню. Тиск в деаераторі необхідно підтримувати постійним. При різкій зміні тиску в деаераторі може статися закипання води, і робота насоса порушується. Для вирішення цих завдань потрібно модернізувати технологічний процес, при цьому домогтися економії матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів,

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечити безпечне перебування біля установки та поліпшити продуктивність праці.

Процес деаерації води не є токсичним, але є небезпечні фактори виробництва, такі як температура в деаераторах і підвищений тиск. Вони долаються за допомогою теплоізоляції поверхні деаераторів і інженерних комунікацій.

Обладнання для даного процесу на підприємстві старе і має фізичний і моральний знос, в результаті чого зростають виробничі витрати, витрати на ремонт і обслуговування, знижуються продуктивність праці, ліквідна вартість.

Призначення розроблюваної системи управління технологічного процесу в цілому - поліпшення якості регулювання основних технологічних параметрів, заміна застарілих існуючих засобів автоматизації, реалізації сучасних принципів управління.

Завданням проекту є вирішення питань, пов'язаних з побудовою системи управління, здатної забезпечити: потрібний рівень безпеки протікання технологічного процесу деаерації живильної води, поліпшити техніко-економічні показники, створити безпечні умови праці. Робота виконується на підставі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту Сум ДУ.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ

## 1.1 Опис технологічного процесу

Деаератори призначені для видалення з живильної води газів, що викликають корозію металу: кисню ( $O_2$ ) і вільної вуглекислоти ( $CO_2$ ). Одночасно деаератор є змішуючим підігрівачем, служить однією із ступенів регенеративного підігріву живильної води

Деаератор складається з деаераторної колонки і деаераторного баку, який служить для забезпечення постійного запасу живильної води.

Принцип роботи деаератора полягає в нагріванні живильної води до температури кипіння в деаераторною колонці і вентиляції її газового простору.

Вміст кисню у воді знижується з підвищенням температури і при досягненні температури кипіння.

Залежно від конструктивних особливостей, встановлених на ТЕЦ деаераторів їх деаераторні колонки мають від 2-х до 7-х тарілок. У верхню частину деаераторної колонки надходить потоки води і конденсатів, що мають найбільш низьку температуру, тобто з температурою нижче температури насичення. У нижню частину колонки, або безпосередньо в бак, надходять потоки, що мають температуру вище температури насичення, а також і відводиться гріюча пара.

Поступаючі на деаерацію потоки води на тарілках, які мають велике число дрібних отворів, розбивються на окремі струмки і в такому вигляді потрапляють з тарілки на тарілку і потім зливаються в бак. Знизу, назустріч воді, подається пар.

Рух пари вгору обумовлено відведенням випару з частини деаераторної колонки. Тарілки розташовані так, що пар обтікає їх, багато разів перетинаючи водяні струмені. Із рухом вгору велика частина пара конденсується, віддаючи своє тепло воді, а решта все більше насичується

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

газами, які виділилися з води. У верхній точці деаераторною колонки не конденсуючі гази, змішані з парою, видаляються. Вказану суміш називають випаром і він становить 1-2 кг на 1 тону деаерованої води.

Деаераторна установка складається деаераторів атмосферного типу (№1-4). Деаератори з'єднані між собою керуючими лініями по пару і по воді, які забезпечують їх паралельну роботу.

Деаератори № 1,2 - служать для деаерації живильної води, для котлів середнього тиску.

У деаератори № 1, 2 надходить:

- а) обезсолена вода;
- б) очищений конденсат виробництва;
- в) конденсат основних і пікових бойлерів, конденсат ПВТ, а також інших теплообмінних апаратів.

Основні потоки води надходять в головки деаератора через регулятори рівня. У деаератори проводиться також скидання живильної води від лінії рециркуляції ЖЕНів. Гріючою парою служить пара з колектора теплофікаційного, або промислового відбору, що подається через окремі регулятори тиску.

Для запобігання від підвищення тиску деаератори мають гідрозатвори. Трубопровід спорожнення і переживлення деаераторів спрямований в циркуляційну систему I черги котельного відділення.

Парогазова суміш з головок деаераторів № 1,2 відводиться або в пароохолоджувачі турбін, або в атмосферу. З акумуляторних баків деаераторів, деаерована вода надходить у всмоктуючий колектор живильних насосів середнього тиску.

Деаератори № 3, 4 - атмосферного типу, призначені для деаерації живильної води для котлів високого тиску. Вони є двоступінчастими і складаються з малогабаритної колонки і затопленого в акумуляторному баці барботажного пристрою.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Знесолена вода і конденсат дренажних баків котельного відділення КТЦ надходять у верхню частину головки деаератора, і пройшовши тут попередню обробку стікають в бак акумулятор.

У нижній частині у протилежного торця бака-акумулятора розміщується затоплений барботажний пристрій, представлений схематично на доданому рисунку 1.1.

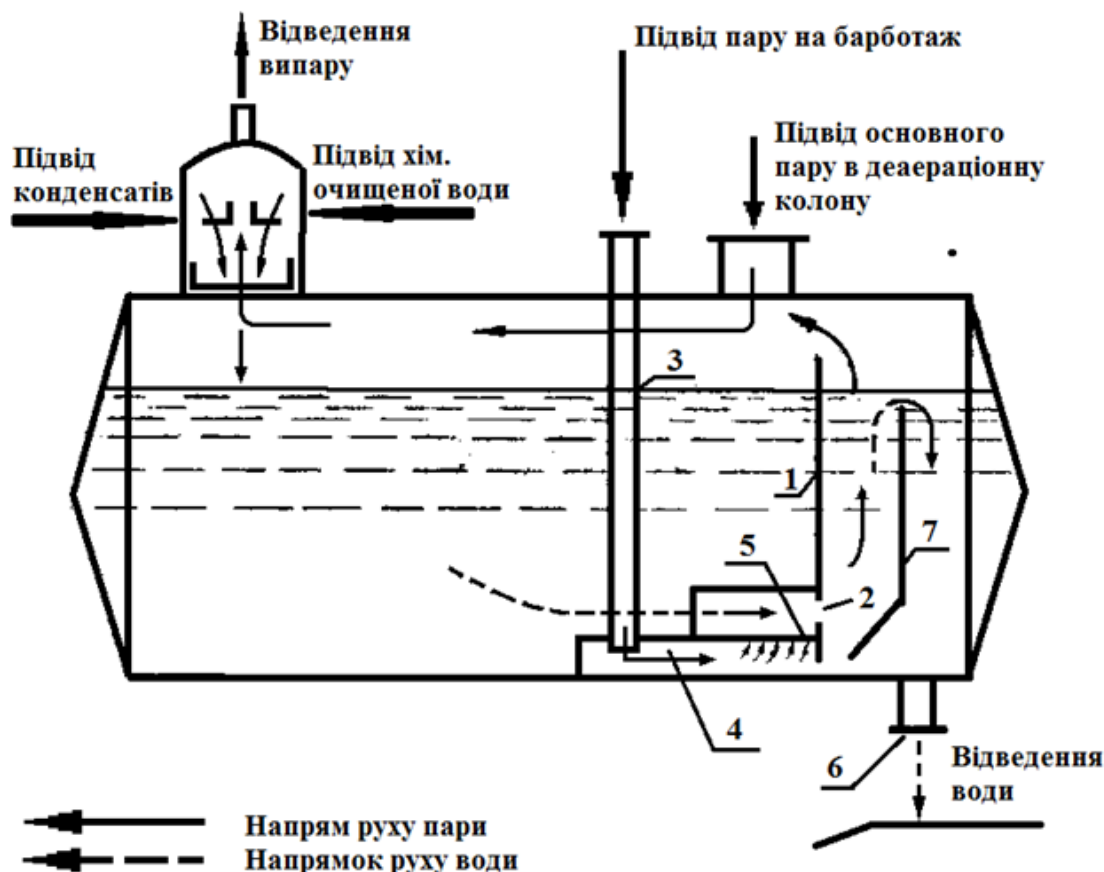


Рисунок 1.1 - Схема барботажного пристрою

Перегородка 1- секціонує бак до рівня переливної труби. У нижній частині перегородки є вікно 2. Пара підводиться по трубі 3 в парову коробку 4 і через решітку 5 барботує через шар води, яка рухається над решіткою в бік всмоктуючого патрубку перекачувальних насосів.

Листи 1 і 7 утворюють підйомну шахту, в якій відбувається кипіння води, яка виходить з барботажного пристрою. Скипання води відбувається внаслідок наявності невеликого її перегріву (відносно температури

насичення, яка відповідає тиску в паровому просторі бака - акумулятора). Величина перегріву визначається висотою стовпа рідини над барботажний листом.

Таким чином, розташування барботажного відсіку в нижній частині акумуляторного бака дозволяє додатково використовувати переваги властиві деаераторам перегрітої води.

Пара, яка пройшла через барботажний пристрій, потрапляючи в паровий простір бака, рухається над водою в бік колонки. При такому розміщенні колонки і барботажного пристрою забезпечується протитечійний рух води і пари і хороша вентиляція парового об'єму від газів з води.

Перед надходженням в барботажний пристрій, вода тривалий час витримується в баці при температурі близькій до температури насичення. Це покращує умови десорбції кисню і вуглекислоти через поверхню у баці і полегшує роботу барботажного пристрою.

## 1.2 Схема інформаційно - матеріальних потоків

На підставі технологічного процесу деаерації живильної води складемо схему руху матеріальних потоків. Схема руху матеріальних потоків представлена на рисунку 1.2.

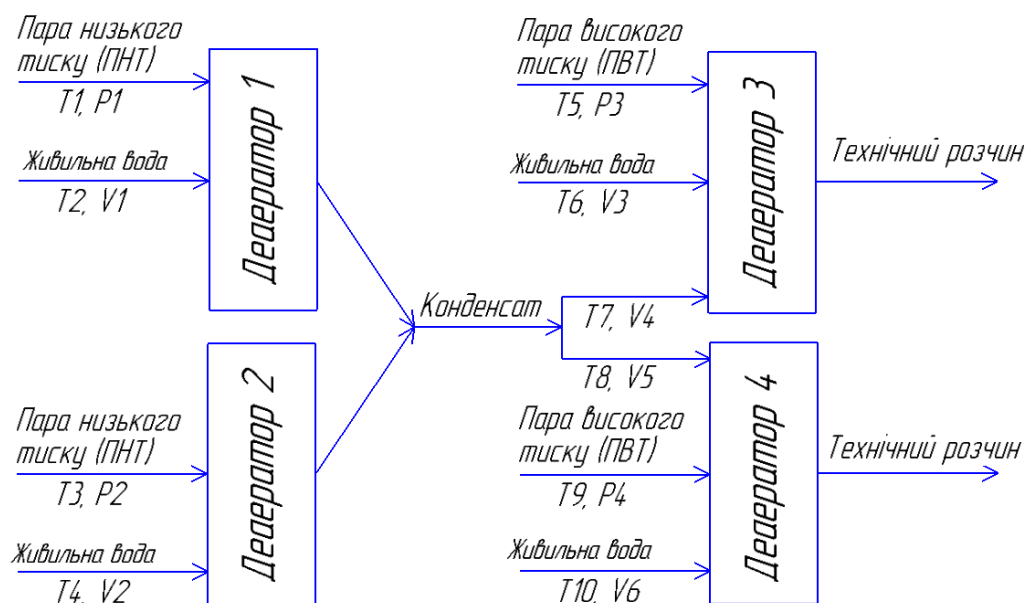


Рисунок 1.2 – Схема інформаційно-матеріальних потоків процесу деаерації живильної води



Спочатку підігріта живильна вода з температурою T2, об'ємом V1 і пара низького тиску (ПНТ) з температурою T1, тиском P1 надходять в деаератор №1 (рис.1.2). Необхідна температура нагріву забезпечується регульованим клапаном. Після нагріву отриманий конденсат з температурою T7, об'ємом V4 надходять в деаератор 3.

Опис, написаний вище, аналогічний для деаераторів 3 і 4.

На основі схеми руху матеріальних потоків визначимо параметри для сигналізації, контролю і управління. Параметри зведемо в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік параметрів сигналізації, контролю і управління

Параметр	Точка технологічного процесу	Процес контролю	Діапазон вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань
Температура	ПНТ на вході в деаератор №1	Контроль, управління, сигналізація	102...106 °C	± 2%
Температура	ПНТ на вході в деаератор №2	Контроль, управління	102...106 °C	± 2%
Температура	ПВТ на вході в деаератор №3	Контроль, управління, сигналізація	156...160 °C	± 2%
Температура	ПВТ на вході в деаератор №4	Контроль, управління	156...160 °C	± 2%
Тиск	Конденсат на виході з деаератора №1	Контроль, управління, сигналізація	0,1...0,15 МПа	± 1%

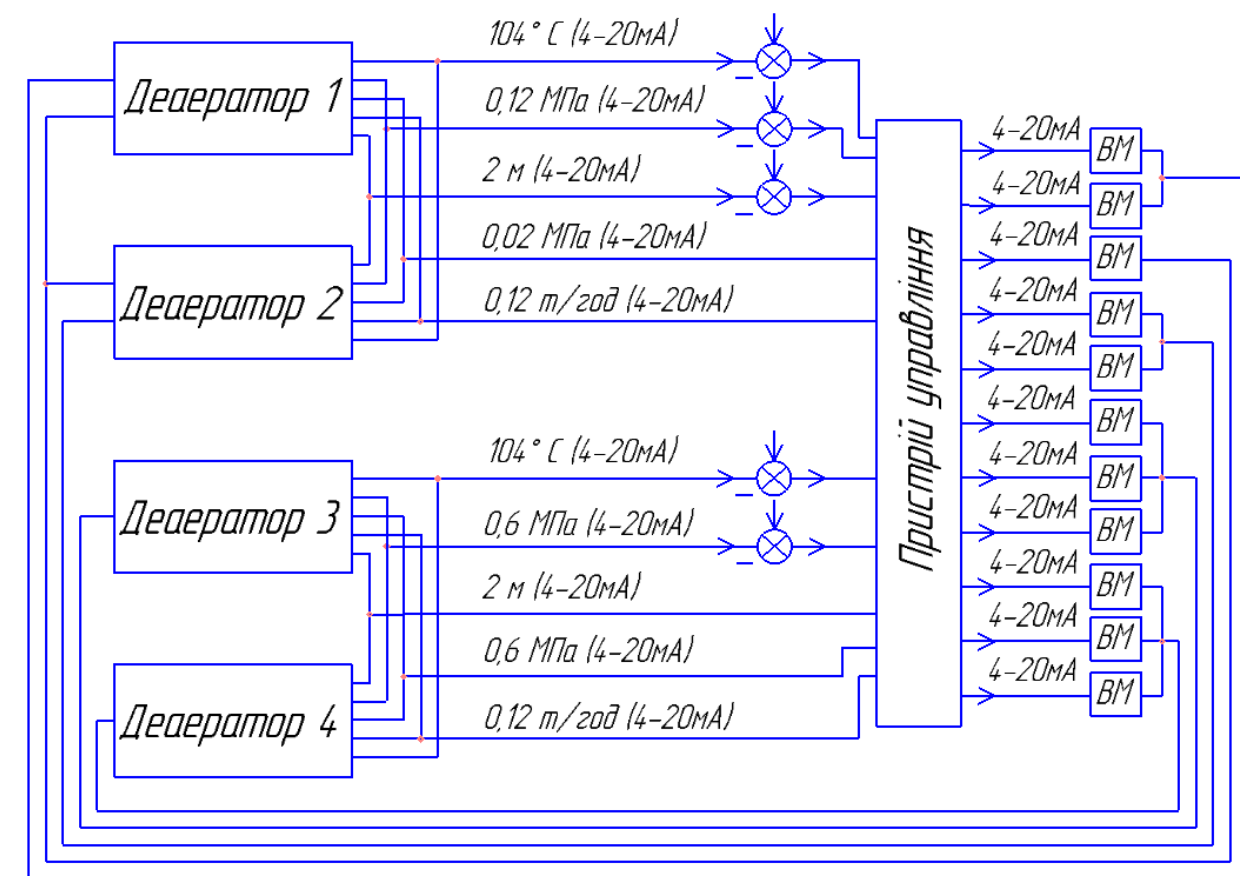
Продовження таблиці 1.1

Параметр	Точка технологічного процесу	Процес контролю	Діапазон вимірюваної величини	Допустима похибка вимірювань
Тиск	Конденсат на виході з деаератора №2	Контроль, управління	0,1...0,15 МПа	± 1%
Тиск	Технічний розчин на виході з деаератора №3	Контроль, управління, сигналізація	0,58...0,61 МПа	± 1%
Тиск	Технічний розчин на виході з деаератора №4	Контроль, управління	0,58...0,61 МПа	± 1%
Тиск	ПНТ в деаераторі №1	Контроль	0,018...0,02 2 МПа	± 1%
Тиск	ПНТ в деаераторі №2	Контроль	0,018...0,02 2 МПа	± 2%
Тиск	ПВТ в деаераторі №3	Контроль	0,58...0,61 МПа	± 2%
Тиск	ПВТ в деаераторі №4	Контроль	0,58...0,61 МПа	± 2%
Витрата	Трубопровід після деаераторів №1,2	Контроль	0,09...0,13 т/год	± 2%
Витрата	Живильна вода на вході в деаератор №3	Контроль, сигналізація	0,5...0,7 т/год	± 1%
Витрата	Живильна вода на вході в деаератор №4	Контроль	0,5...0,7 т/год	± 1%

Продовження таблиці 1.1

Рівень	Деаератор №1	Контроль, управління, сигналізація	2...2,2 м	± 0,1м
Рівень	Деаератор №2	Контроль, управління, сигналізація	2...2,2 м	± 0,1м
Рівень	Деаератор №3	Контроль	2...2,2 м	± 0,1м
Рівень	Деаератор №4	Контроль	2...2,2 м	± 0,1м

Виходячи з обраних параметрів управління, структурна схема автоматизації має вигляд, який приведений на рисунку 1.3.



де ВМ - виконавчий механізм.

Рисунок 1.3 – Структурна схема автоматизації

## 2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

### 2.1 Вибір параметрів технологічного процесу

При виборі регулюючих величин визначають цільове призначення процесу, взаємозв'язок його з іншими процесами, показник ефективності і значення, на якому він повинен підтримуватися. Після чого аналізується ймовірність надходження збуджуючих впливів в об'єкт управління. Визначаються шляхи усунення збурень або їх стабілізації.

Впровадження автоматичних засобів контролю і сигналізації дозволяє забезпечити необхідну безпеку технологічного процесу.

Виходячи зі схеми руху матеріальних потоків системи управління процесу деаерації живильної води, визначені наступні точки контролю, управління і сигналізації:

#### 2.1.1 Контроль і підтримання температури ПНТ на вході в деаератори 1 і 2.

Необхідно підтримувати температуру в межах 102...106°C, так як від температури в деаераторі залежить якість отриманої води. Регулювання проводимо подачею пара в деаератор за допомогою регулюючого клапана. Проводиться сигналізація при зниженні норми температури.

#### 2.1.2 Контроль і підтримання температури ПВТ на вході в деаератори 3 і 4.

Необхідно підтримувати температуру в межах 156...160°C, так як від температури в деаераторі залежить якість отриманої води. Регулювання проводимо подачею пара в деаератор за допомогою регулюючого клапана. Проводиться сигналізація при зниженні норми температури.

#### 2.1.3 Контроль тиску поступаючого ПНТ в деаератори 1 і 2

Необхідно підтримувати тиск в межах 0,018...0,022 МПа, для визначення наявності достатнього тиску пари, що надходить в деаератор.

#### 2.1.4 Контроль тиску в деаераторах 3 і 4

Необхідно підтримувати тиск в межах 0,58...0,61 МПа, для безпечного протікання технологічного процесу.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 2.1.5 Контроль тиску конденсату на виході з деаераторів 1 і 2

Необхідно підтримувати тиск в межах 0,1...0,15 МПа. Регулювання тиску в деаераторах 1 і 2 проводимо виводом конденсату з деаератора за допомогою регулюючого клапана. Проводиться сигналізація перевищення норми тиску.

#### 2.1.6 Контроль тиску конденсату на виході з деаераторів 3 і 4

Необхідно підтримувати тиск в межах 0,58...0,61 МПа. Регулювання тиску в деаераторах 3 і 4 проводимо виводом технічного розчину з деаератору за допомогою регулюючого клапана. Проводиться сигналізація при зниженні норми тиску.

#### 2.1.7 Контроль витрати конденсату в трубопроводі

З деаератора 1 і 2 по трубопроводу конденсат надходить в деаератори 3 і 4. Кількість витрати конденсату становить 0,09...0,13 т/год.

#### 2.1.8 Контроль витрати живильної води, що надходить в деаератори 3 і 4

По трубопроводу живильна вода надходить в деаератори 3 і 4. Необхідність контролю даного параметра в межах 0,5...0,7 т/год потрібна для визначення наявності достатньої кількості живильної води для роботи деаератора. При зниженні витрати живильної води в деаераторі 3 проводиться сигналізація.

#### 2.1.9 Контроль рівня в деаераторах 1 і 2

Для безпечного протікання технологічного процесу, в деаераторах необхідно контролювати рівень рідини до 2...2,2м. Регулювання пироводимо подачею живильної води в деаератор за допомогою регулюючого клапана. Проводиться сигналізація при перевищенні норми рівня.

#### 2.1.10 Контроль рівня в деаераторах 3 і 4

Для безпечного протікання технологічного процесу, в деаераторах необхідно контролювати рівень рідини до 2...2,2м.

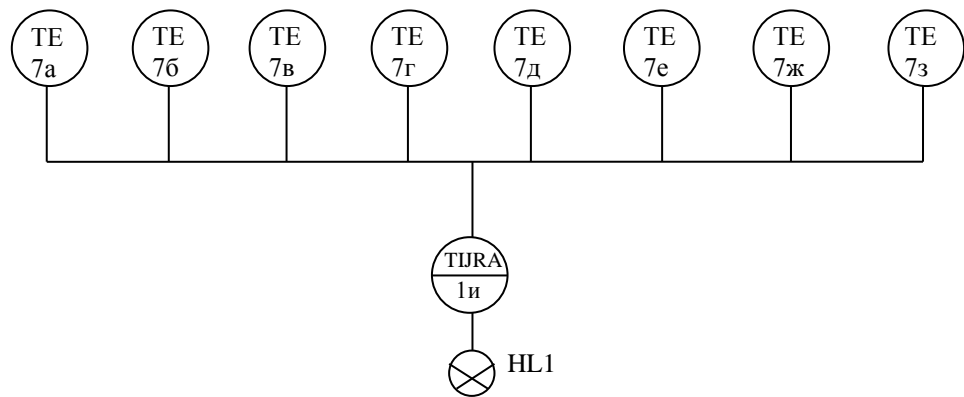
					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2.2 Вибір каналів управління, сигналізації та блокування

### 2.2.1 Контроль і управління температурою

2.2.1.1 Контур управління температури ПНТ на вхід в деаератори 1 і 2, і ПВТ на вхід в деаератори 3 і 4

Контур контролю температури зображений на рисунку 2. Даний контур складається з термоперетворювачів опору ТСП (градуіровка 21), позиції 7а-7з; автоматичного моста КСМ-2, позиція 7и; лампочки сигналізації HL1. Термометри опору вимірюють температуру та передають її для реєстрації на КСМ-2, який має 12 каналів управління. При збільшенні температури заданого значення спрацьовує схема сигналізації.



7а - 7з - термоперетворювачі опору ТСП; 7и - автоматичний міст КСМ-2; HL1 - лампочка сигналізації.

Рисунок 2- Контур контролю температури

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.1-2), для управління температурою ПНТ і ПВТ може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.1.

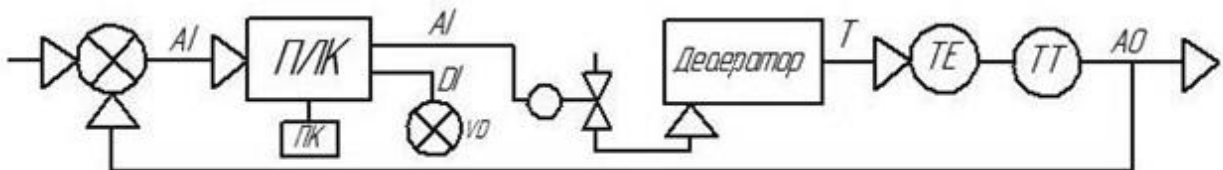


Рисунок 2.1 – Структурна схема контуру управління температурою пари, що надходить в деаератори

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимірювана температура пари, що поступає в деаератор (Т), впливає на датчик вимірювання температури (ТЕ). Далі вимірювана величина надходить на перетворювач сигналів (ТТ), який перетворює її в уніфікований аналоговий сигнал. Після чого цей сигнал надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає аналоговий сигнал на виконавчий механізм, а також дискретний сигнал на світлодіод (VD). Після перетворювача керуючий сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер (ПК), який контролює і реєструє вимірювані параметри. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції регулювання та сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

Даний опис підходить для контурів управління температурою ПНТ на вхід в деаератори 1 і 3. В контурах управління температурою пари, що поступає в деаератори 2 і 4 відсутня сигналізація.

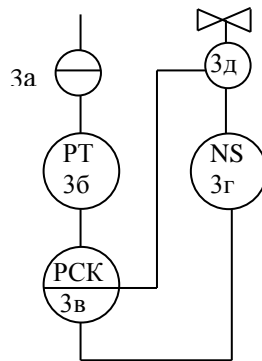
### **2.2.1 Контроль і управління тиском**

#### **2.2.2.1 Контур управління тиском конденсату на виході з деаераторів 1 і 3**

Контур контролю тиску зображений на рисунку 3. Даний контур складається з сосуда розділового СР, позиція 3а; манометра з дифтрансформаторним виходом МЕД, позиція 3б; регулятора Р25.1.2, позиція 3в; пускача безконтактного реверсивного ПБР, позиція 3г; виконавчий механізм МЕО-63-68, позиція 3д. Напряга живлення надходить на пристрій МЕД, з якого сигнал у вигляді зміни індуктивності надходить до Р25.1.2. Регулятор Р25.1.2 управляє ПБР по ПІ і трьохпозиційному законам. Коли сигнал із ПБР надходить до МЕО-63-68, відбувається переміщення штока виконавчого механізму в бік збільшення регульованого параметра і навпаки.

Такий самий принцип побудови приймається у контурі №10

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					



3а - сосуд розділовий СР; 3б - манометр з дифтрансформаторним виходом МЕД;

3в - регулятор Р25.1.2; 3г - пускач безконтактний реверсивний ПБР; 3д - виконавчий механізм МЕО-63-68.

Рисунок 3- Контур контролю тиску

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.5-6), для контролю тиску конденсату на виході з деаераторів 1 і 3 може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.2.

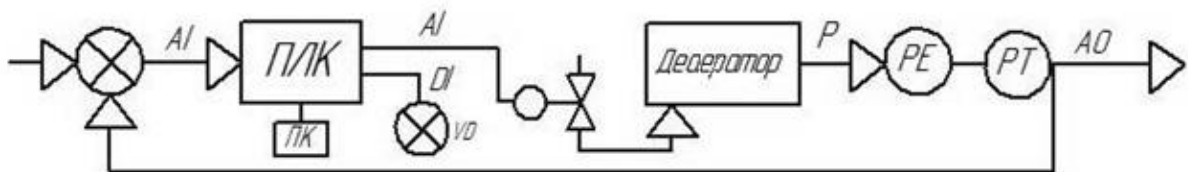


Рисунок 2.2 - Структурна схема контуру управління тиском конденсату

Вимірюваний тиск пари (P) впливає на датчик вимірювання тиску (PE). Далі вимірювана величина надходить на перетворювач сигналів (PT), який перетворює її в уніфікований аналоговий сигнал. Після чого цей сигнал надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК), який передає аналоговий сигнал на виконавчий механізм, а також дискретний сигнал на світлодіод (VD). Після перетворювача керуючий сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер (ПК), який контролює і реєструє вимірювані параметри. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					



функції регулювання та сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

В контурах управління тимком конденсату на виході з деаераторів 2 і 4 немає сигналізації.

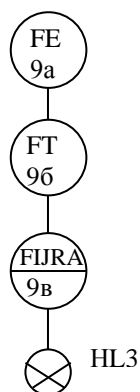
У контурах контролю тиску в деаераторах 3, 4 і поступаючого ПНТ в деаератори 1, 2 відсутні виконавчий механізм і сигналізація.

### 2.2.3 Контроль і управління витратою

#### 2.2.3.1 Контур управління витратою конденсату в трубопроводі

Контур контролю витрат зображений на рисунку 5. Даний контур складається з звужуючого пристрою ДК 6-50, позиція 9а; манометр диференціальний мембранний ДМ- 3583М, позиція 9б; прилад з дифтрансформаторною вимірювальною схемою КСД 2, позиція 9в. У вигляді перепаду тиску сигнал надходить із діафрагми ДК 6-50 на пристрій ДМ-3583М. Сигнал, який надійшов, перетворюється та передається на КСД 2, який записує та регулює величину.

Такий самий принцип побудови приймається у контурі № 13.



9а - звужуючий пристрій (діафрагма) ДК 6-50; 9б - манометр диференціальний мембранний ДМ- 3583М; 9в - прилад з дифтрансформаторною вимірювальною схемою КСД 2.

Рисунок 5- Контур контролю витрат

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.7), для контролю витрат в трубопроводі може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.3.

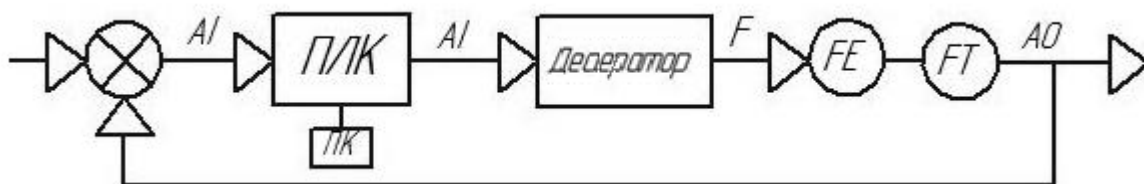


Рисунок 2.3 - Структурна схема контуру контролю витрати конденсату

Вимірювана витрата конденсату в трубопроводі (F) впливає на датчик зміни витрати (FE). Далі вимірювана величина надходить на перетворювач сигналів (FT), який перетворює її в уніфікований аналоговий сигнал. На виході датчика (FE) надходить на елемент порівняння. Після чого цей сигнал надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований логічний контролер (ПЛК). Після перетворювача керуючий сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер (ПК), який контролює і реєструє вимірювані параметри. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

Контур контролю витратою живильної води в деаераторі 4 аналогічний вищеприписаному контуру. У контурі контролю витрати живильної води в деаераторі 3 вводиться сигналізація.

## 2.2.4 Контроль і управління рівнем

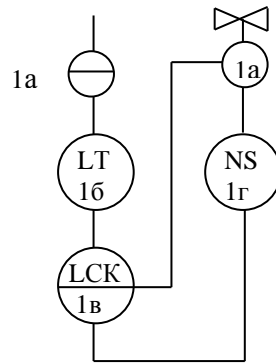
### 2.2.4.1 Контроль рівня в деаераторах 1 і 2

Контур контролю рівня зображений на рисунку 4. Даний контур складається з сосуда розділового СР, позиція 1а; манометра диференціального мембранного ДМ 3583, позиція 1б; регулятора Р25.1.2, позиція 1в; пускача безконтактного реверсивного ПБР, позиція 1г; виконавчого механізму МЕО-63-68, позиція 1д. У вигляді перепаду тиску сигнал надходить на ДМ 3583, з якого сигнал у вигляді зміни індуктивності

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

надходить до Р25.1. Регулятор управляє ПБР по ПІ і трьохпозиційному законам. Коли сигнал із ПБР надходить до МЕО-63-68, відбувається переміщення штока виконавчого механізму в бік збільшення регульованого параметра і навпаки.

Такий самий принцип побудови приймається у контурі № 5.



1а - посуд розділовий СР; 1б - манометр диференціальний мембранний ДМ-3583М; 1в - регулятор Р25.1.2; 1г - пускач безконтактний реверсивний ПБР; 1д - виконавчий механізм МЕО-63-68.

Рисунок 4- Контур контролю рівня

Згідно з проведеним аналізом технологічного процесу (п.2.1.9), для контролю рівня в деаераторах 1 і 2 може бути використана структурна схема, яка представлена на рисунку 2.4.

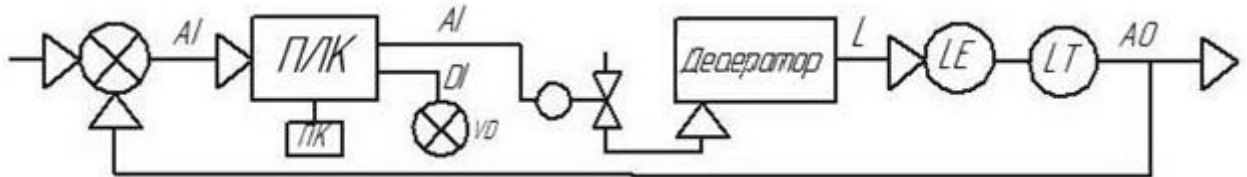


Рисунок 2.4 - Структурна схема контуру управління рівнем в деаераторах 1 і 2

Вимірювана температура пари, що надходить в деаератор (L), впливає на датчик вимірювання температури (LE). Далі вимірювана величина надходить на перетворювач сигналів (LT), який перетворює її в уніфікований аналоговий сигнал. Після чого цей сигнал надходить на елемент порівняння. Результуючий сигнал надходить на програмований

						Лист
					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

логічний контролер (ПЛК), який передає аналоговий сигнал на виконавчий механізм, а також дискретний сигнал на світлодіод (VD). Після перетворювача керуючий сигнал йде на блок перетворення інтерфейсів і надходить на комп'ютер (ПК), який контролює і реєструє вимірювані параметри. Програмований логічний контролер (ПЛК) виконує функції регулювання та сигналізації. Значення технологічних величин можна спостерігати на ПК, і в разі потреби є можливість їх роздрукувати.

У контурах контролю рівня в деаераторах 3 і 4 відсутні управління і сигналізація.

### **3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ**

Засоби автоматизації, за допомогою яких буде здійснюватися управління процесом, повинні бути обрані технічно грамотно і економічно обгрунтовано. Конкретні типи пристроїв вибирають з урахуванням особливостей об'єкта управління. В першу чергу беруть до уваги такі фактори, як пожежо - і вибухонебезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, що беруть участь в управлінні, і їх фізико-хімічні властивості, а також вимоги до якості контролю та регулювання.

Основною концептуальною лінією вибору датчиків і виконавчих механізмів на даному рівні є вартість, зручність монтажу та обслуговування, уніфікованість приладів під сучасні засоби прийому / передачі та обробки інформації, а також вибір засобів автоматизації від одного виробника.

#### **3.1 Вибір засобів автоматизації**

##### **Вибір датчиків температури**

Для вимірювання температури вибираємо термометри опору з вбудованим програмованим нормуючим перетворювачем фірми ОВЕН. Дані датчики зручні у використанні так як вони безпосередньо

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

підключаються до контролера, мають високу точність, надійність і високу роздільну здатність. Так само ці датчики мають прийнятну ціну.

Для вимірювання температури в деаераторах 1 і 2 (поз. 1а, 2а на кресленні) виберемо термометри опору градування 100М типу ОВЕН ДТС 025 Л - 100М.0,5.250.И.(3) [4].

Для вимірювання температури в деаераторах 3 і 4 (поз. 3а, 4а на кресленні) потрібно датчик для більшої температури, тому виберемо термометри опору градування 100П типу ОВЕН ДТС 025 Л-100П.0,5.250.И.(73) [4].

Основні характеристики термометрів опору наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики термометрів опору

Тип	100М	100П
Діапазон вимірюваних температур, °С	0...+150	0...+200
Номинальна напруга, В	24	
Клас точності, %	0,5	
Вихідний сигнал струму, мА	4...20	
Схема внутрішніх з'єднань провідників	трихпровідна	
Довжина монтажної частини, мм	250	
Матеріал захисної арматури	сталь 12Х18Н10Т	
Ціна, грн	1357	2242

Вказаним технічним вимогам задовольняє термометр опору типу «100М», матеріал захисної арматури – сталь 12Х18Н10Т з діапазоном вимірювання температури 0...+150°С, з ізолюваним робочим спаєм, діаметром термоелектрода 10 мм, з пластмасовою комутаційною головкою, довжиною монтажної частини 250 мм, в корпусі 025.

Даний датчик типу «100П» має матеріал захисної арматури – сталь 12Х18Н10Т з діапазоном вимірювання температури -0...+300 °С, з ізолюваним робочим спаєм, діаметром термоелектрода 10 мм, з металевою

комутаційною головкою, довжиною монтажної частини 250 мм, в корпусі 025.

Зовнішній вигляд датчиків температури представлений на рисунку 3.1.

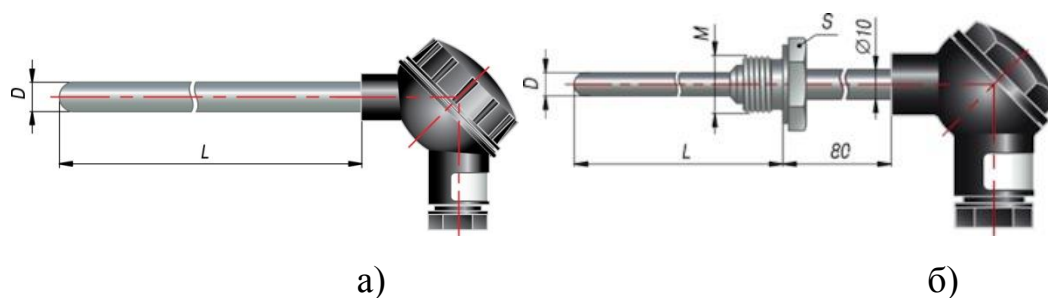


Рисунок 3.1 – Датчики температури:

а) ОВЕН ДТС 025 Л- 100М.0,5.250.И.(3); б) ОВЕН ДТС 025 Л- 100П.0,5.250.И.(73)

### Вибір датчиків тиску

Щоб вибрати засоби контролю тиску для даного технологічного процесу зробимо порівняння датчиків різних фірм. Основні порівняльні характеристики датчиків тиску наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні технічні характеристики датчиків тиску

Тип	Сапфир	ОВЕН ПД100	Курант
Модифікація	ДИ		
Вихідний сигнал струму, мА	0...5, 0...20, 4...20	4...20	0...5, 4...20
Межі допустимої похибки, %	0,15; 0,25; 0,5	0,25; 0,5; 1,0	
Діапазон робочих температур, °С	-50...120	-40...100	-50...80
Напруга живлення, В(ДС)	12...36		
Споживана потужність, Вт	0,5; 1	0,8	
Ступінь захисту корпусу	IP65		
Середній термін служби, років	12		
Маса, кг	3,0	0,2	
Ціна, грн.	6 320	2791,38	2596

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ

Лист

Зовнішній вигляд датчиків тиску наданий на рисунку 3.2.

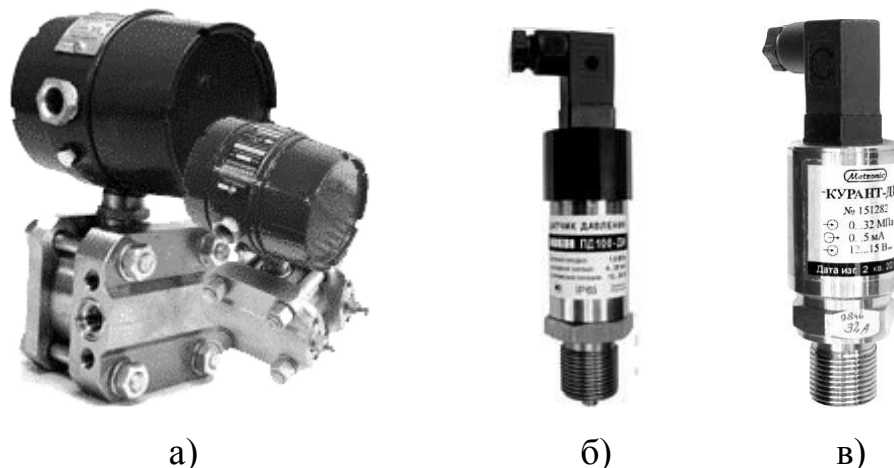


Рисунок 3.2 – Перетворювачі надлишкового тиску:  
а) Сапфир 22ДИ [6]; б) ОВЕН ПД100-ДИ; в) Курант ДИ

Порівнявши технічні характеристики датчиків, можна зробити висновок, що найбільш підходять два: ОВЕН ПД100-ДИ і Курант ДИ. Обидва датчика мають практично однакові параметри і несуттєву різницю в ціні.

Раніше, для вимірювання температури, ми вибрали датчики фірми ОВЕН, тому для спрощення налагодження і монтажу віддамо перевагу ПД100 [4].

Для вимірювання тиску ПНТ що надходить в деаератори 1 і 2 (поз. 9а, 10а на кресленні) виберемо датчик з верхньою межею вимірювання 0,025 МПа, типу ПД100-ДИ-0,025-111-0,25-2.

Для контролю тиску конденсату на виході з деаераторів 1 і 2 (поз. 5а, 6а на кресленні) виберемо датчик з верхньою межею вимірювання 0,16 МПа, типу ПД100-ДИ-0,16-111-0,25-2.

Для контролю тиску в деаераторах 3 і 4 (поз. 11а, 12а на кресленні) виберемо датчик з верхньою межею вимірювання 1,0 МПа типу ПД100-ДИ-1,0-111-0,25-2.

### Вибір датчиків витрати

Для вимірювання витрати в технологічному процесі можлива установка діафрагми камерної ДК-6-50, яка застосовується для вимірювання перепаду тиску в комплекті з перетворювачами різниці тиску в системах контролю,

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

регулювання і управління технологічними процесами. Зовнішній вигляд діафрагми надано на рисунку 3.3



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд діафрагми камерної ДК-6-50

Дана діафрагма розрахована на умовний прохід 50 мм і умовний тиск 0,6 МПа.

Зробимо підбір перетворювача різниці тиску шляхом порівняння датчиків різних фірм, їх основні порівняльні характеристики датчиків наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Основні технічні характеристики датчиків різниці тиску

Тип	ЗОНД-10- ДД	КОРУНД- ДД-101	Сапфир М- 5450
Вихідний сигнал струму, мА	0... 5, 4... 20	0... 5, 0... 20, 4... 20	
Діапазон, МПа	от 0 до 0,6	от 0 до 0,63	от 0,1 до 0,6
Межі допустимої похибки, %	0,25; 0,5; 1,0		0,15; 0,25; 0,5
Напруга живлення, В (DC)	10... 36	16... 36	12... 36
Споживана потужність, Вт	1,0	1,0	0,5; 1
Ступінь захисту корпусу	IP 65		
Середній термін служби, роки	10	15	14
Маса, кг	4,2	7,0	4,4
Ціна, грн.	6592,6	6946,27	6 420



Зовнішній вигляд датчиків різниці тиску надано на рисунку 3.4

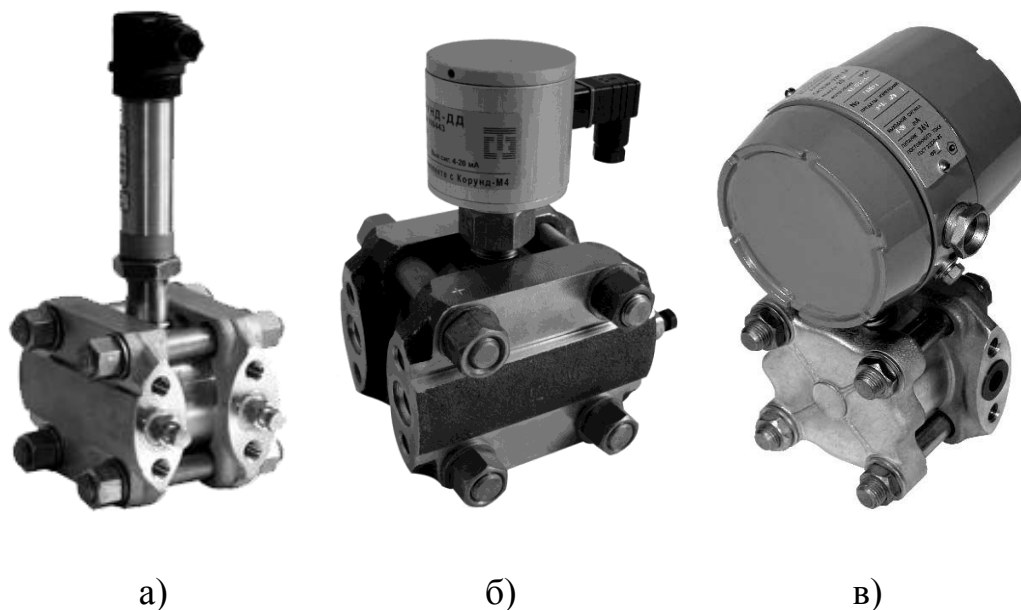


Рисунок 3.4 – Перетворювачі різниці тиску: а) ЗОНД-10-ДД; б) КОРУНД- ДД-101 [7]; в) Сафир М- 5450 [6]

Порівнявши технічні характеристики приладів, можна зробити висновок, що все датчики схожі і однаково підходять. Віддамо перевагу датчику ЗОНД-10-ДД через його зручною малогабаритної конструкції і меншої маси. Так само цей датчик має прийнятну середню вартість.

Зовнішній вигляд датчика представлений на малюнку 3.4 (а).

Приклад позначення для замовлення:

ЗОНД10-ДД-1175М-79- 0-600- кПа-42-2-t2570-16 МПа.

### Вибір датчиків тиску

Щоб вибрати засоби для вимірювання рівня в деаераторах (поз. 16а, 17а, 18а, 19а на кресленні) зробимо порівняння датчиків різних фірм.

Основні порівняльні характеристики датчиків тиску наведені в таблиці 3.4.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 - Зведена таблиця параметрів датчиків рівнів

Тип	СМХ-ДГ 5520	Сапфир 22 ДГ 2520	ОВЕН ПДУ-И
Вихідний сигнал струму, мА	0... 5; 4... 20	0... 5, 0... 20, 4... 20	4... 20
Межі допустимої похибки	0,25/0,5%±2%		±1 % +10 мм
Напруга живлення, В (DC)	36	15... 36	10... 36
споживана потужність, Вт	1,4; 0,8	0,5; 1	1
Матеріал робочої частини датчика	нерж. сталь 12Х18Н10Т		
Ступінь захисту корпусу	IP 66	IP 65	IP 67
Середній термін служби, роки	15	12	8
Маса, кг	8	11	2,7
Ціна, грн.	8789	6420	7545,62

Зовнішній вигляд датчиків різниці тиску надано на рисунку 3.5

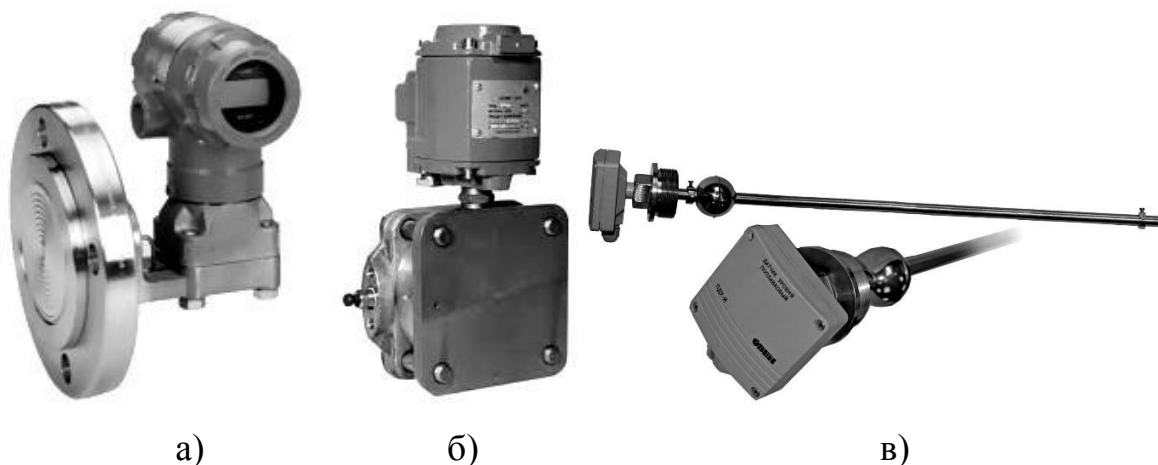


Рисунок 3.5 – Перетворювачі гідростатичного тиску: а) СМХ-ДГ 5520; б) Сапфир 22 ДГ 2520 [6] і датчик рівня в) ОВЕН ПДУ-И [4]

Порівнявши технічні характеристики приладів для вимірювання рівня, можна зробити висновок, що через свою зручну конструкцію ОВЕН ПДУ-И підходить найбільше.

Приклад позначення для замовлення: ПДУ-И.2000.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## Двигун у виробництві

Для двигуна 4A80A2Y3 серії 4A, який застосований в насосах перекачування води, виберемо перетворювач частоти. Характеристики даного двигуна наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Технічні характеристики обраного двигуна

Тип	4A80A2Y3
номінальна потужність, кВт	1,5
Номінальна частота обертів, об/хв	2850
Коефіцієнт корисної дії, %	81
Номінальна напруга, В	220
Ступінь захисту корпусу	IP44
Ступінь охолодження	ICA0141
Матеріал станини і підшипникових щитів	Чавун або сталь
Висота осі обертання, мм	80
Довжина сердечника	A (менша)
Число полюсів	2
Кліматичне виконання і категорія розміщення	У3
Ціна, грн.	1771,8

Зовнішній вигляд двигуна представлений на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Двигун 4A80A2Y3

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## Вибір перетворювача частоти

Можливість плавного включення і виключення приводу, а також зміни частоти обертання ротора електродвигуна в цілому збільшує ефективність роботи установок. Крім того сучасні частотні перетворювачі дозволяють контролювати і показувати напругу, частоту і силу струму.

У цьому технологічному процесі необхідно підтримувати на одному рівні витрату конденсату, яка йде по трубопроводу з деаераторів 1 і 2 в деаератори 3 і 4. Використання частотного перетворювача дозволить нам забезпечити:

- підтримання витрати конденсату на одному рівні за рахунок регулювання частоти обертання двигуна насоса;
- плавний безударний пуск двигуна підвищує термін служби його механічних вузлів;
- відсутність пускових струмів позитивно позначається на мережі живлення, виключаючи перевантаження, наслідком яких є "просідання" напруги.

Зробимо порівняння перетворювачів частоти різних фірм, їх основні характеристики наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Зведена таблиця параметрів перетворювачів частоти

Виробник	ОВЕН	Mitsubishi Electric
Модель	ПЧВ3-2К2-Б	FR-D740-050-EC
Номінальна потужність, кВт	2,2	
Ступінь захисту корпусу	захист IP20	
Живлення, В	3- фазне, 200-240	3- фазне, 380-480
Вихідна частота, Гц	0...200	0,2...400
Ціна, грн.	12600	11720,02

Зовнішній вигляд перетворювачів частоти надано на рисунку 3.7



а)



б)

Рисунок 3.7 – Перетворювачі частоти: а) ОВЕН ПЧВ3-2К2-Б; б) Mitsubishi Electric FR-D740-050-EC

Порівнявши технічні характеристики перетворювачів частоти, можна зробити висновок, що обидва перетворювача забезпечують необхідне управління електродвигуном і різниця в їх ціні несуттєва. Раніше ми вже обирали датчики фірми ОВЕН, тому для спрощення налагодження і монтажу віддамо перевагу перетворювачу ПЧВ3-2К2-Б [4].

### Вибір контролера

На підставі таблиці 1.1 і аналізу процесу деаерації живильної води висунемо вимоги до портів контролера. Вимоги до портів контролера винесені в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 - Вимоги до портів контролера

	Аналогові вхідні	Дискретні вхідні	Аналогові вихідні	Дискретні вихідні
Температура	1а, 2а, 3а, 4а	—	1б, 2б, 3б, 4б	—
Тиск	5а, 6а, 7а, 8а, 9а, 10а, 11а, 12а	—	5б, 6б, 7б, 8б	—
Витрата	13а, 14а, 15а	—	—	—
Рівень	16а, 17а, 18а, 19а	—	16б, 17б	—

Продовження таблиці 3.7

	Аналогові вхідні	Дискретні вхідні	Аналогові вихідні	Дискретні вихідні
Сигналізація	—	—	—	HL1, HA1, VD1- VD7
Всього сигналів	19	0	10	9

Орієнтуючись на технічні дані датчиків і виконавчих механізмів, для компоновки системи управління засобами обчислювальної техніки обрані модулі компанії ОВЕН, для реалізації управління даним процесом застосуємо ОВЕН ПЛК 160 [4] з модулями розширення.

### Програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 160

Призначений для створення систем управління малими та середніми об'єктами, побудова системи управління і диспетчеризації на базі ОВЕН ПЛК можливо як за допомогою провідних засобів – використовуючи вбудовані інтерфейси Ethernet, RS-232, RS-485, так і за допомогою бездротових засобів – використовуючи радіо, GSM, ADSL модеми.

Зовнішній вигляд ПЛК представлений на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – ОВЕН ПЛК 160

Основні характеристики контролера наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Основні технічні характеристики ОВЕН ПЛК 160

Конструктивне виконання	Уніфікований корпус для кріплення на DIN-рейку (ширина 35 мм), довжина 105 мм (6U)
Ступінь захисту корпусу	IP20
Напруга живлення	24 В постійного струму
Споживана потужність, не більше	40 Вт
Центральний процесор	RISC-процесор на базі ядра ARM-9, 32 разряду, 180МГц
Об'єм оперативної пам'яті	8 МБ
Обсяг енергонезалежної пам'яті зберігання ядра	16 КБ
Час виконання циклу ПЛК	Мінімальний 250 мкс (нефіксований), типовий от 1 мс
Кількість аналогових входів	8
Кількість аналогових виходів	4
Кількість дискретних входів	16
Кількість дискретних виходів	12
Електрична міцність ізоляції входів	1780 В
Інтерфейси	Ethernet 100 Base-T, RS-232, RS-485, USB 2.0 -Device
Швидкість обміну по інтерфейсах RS	від 4800 до 115200 bps
Ціна	12847,2 грн.

### Модуль введення аналогових сигналів ОВЕН МВ110-220.8АС

Прилад призначений для перетворення вимірюваних аналогових сигналів в цифровий код і передачі результатів вимірювання в мережу RS-485. Призначається для побудови автоматизованих систем збору даних в різних областях промисловості, сільського та комунального господарства,

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

на транспорті. Прилад працює в мережі RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

Модуль має наступні групи гальванічески ізольованих кіл:

- кола живлення приладу;
- кола інтерфейсу RS-485;
- кола вимірювальних входів.

Прилад не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

Модуль введення аналогових сигналів представлений на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 – ОВЕН MB110-8А [4]

Аналогові входи приладу можуть працювати в наступних режимах:

- вимірювання струму в діапазоні від 4 до 20 мА;
- вимірювання струму в діапазоні від 0 до 20 мА;
- вимірювання струму в діапазоні від 0 до 5 мА;
- вимірювання напруги в діапазоні від 0 до 10 В

Основні характеристики модуля введення наведені в таблиці 3.9.



Таблиця 3.9 - Основні технічні характеристики ОВЕН МВ110-220.8АС

Найменування	Значення
Напруга живлення, В	24
Споживана потужність, ВА, не більше	8
Межа основної зведеної похибки, %	0,25
Роздільна здатність: – для діапазонів <u>струмів</u> : 4...20 мА і 0...20 мА, мкА – для діапазону струму 0...5 мА, мкА – для діапазону напруги від 1 до 10 <u>В</u> , мВ	4 1 2
Кількість аналогових каналів вимірювання	8
Вхідний опір в режимі вимірювання струму 0...20 мА і 4...20 мА, Ом	130...250
Вхідний опір в режимі вимірювання напруги від 0 до 10 <u>В</u> , кОм	200
Період оновлення результатів вимірювання по кожному каналу, мс	5 ± 2 %
Вихідна напруга вбудованого джерела живлення, <u>В</u>	24 ± 3
Максимальний струм навантаження вбудованого джерела живлення, А	0,18
Інтерфейс зв'язку з майстром мережі	RS-485
Максимальна швидкість обміну по інтерфейсу RS-485, біт/с	115200
Ступінь захисту корпусу	IP20
Габаритні розміри приладу, мм	(63x110x73) ±1
Маса приладу, кг	0,5
Середній термін служби, років	8
<u>Ціна</u> , грн.	3487,20

Електрична міцність ізоляції всіх груп кіл, виключаючи групу кіл живлення, відносно один одного – 750 В, відносно групи кіл живлення – 3000 В.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Прилад не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

До приладу надається безкоштовний OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які рекомендується використовувати при підключенні приладу до SCADA-систем і контролерам інших виробників.

Конфігурація приладу здійснюється на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОБЕН АС3-М або АС4) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

### **Модуль виведення аналогових сигналів ОБЕН МУ110-6У**

Модуль аналогового виведення ОБЕН МУ110-6У [4] призначений для перетворення цифрових сигналів, які передаються по мережі RS-485, в аналогові сигнали діапазоном від 0 до 10 В для управління виконавчими механізмами або для передачі сигналів приладам реєстрації та самописцям.

МУ110 працює в мережі RS-485 по протоколам ОБЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON.

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор. Як майстри мережі можуть використовуватися прилади ОБЕН ТРМ151, ТРМ133, контролери ОБЕН ПЛК і т.п.

Конфігурування МУ110 здійснюється за допомогою ПК через адаптер інтерфейсу RS-485/RS-232 або RS-485/USB (наприклад, ОБЕН АС3-М або АС4, відповідно) за допомогою програми «Конфігуратор М110», що входить в комплект поставки.

Прилад відповідає вимогам по стійкості до впливу перешкод відповідно до ГОСТ Р 51522 для обладнання класу А.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні характеристики модуля виводу наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Основні технічні характеристики ОВЕН МУ110-6У

Найменування	Значення
Напруга живлення	24 В постійного струму
Споживана потужність, ВА, не більше	6
Кількість аналогових вихідних елементів	6
Тип аналогових вихідних елементів	ЦАП «параметр – напруга 0...10 В»
Основна <u>приведена</u> похибка ЦАП,%, не більше	± 0,5
Опір навантаження, що підключається до виходу, кОм	2
Інтерфейс зв'язку з майстром мережі	RS-485
Максимальна кількість приладів, одночасно підключених до мережі RS-485, не більше	32
Максимальна швидкість обміну по інтерфейсу RS-485, біт / с	115200
Ступінь захисту корпусу	IP20
Габаритні розміри приладу, мм	(63x110x73)±1
Маса приладу, кг, не більше	0,5
Середній термін служби, років	8
Ціна	3546 грн.

Зовнішній вигляд модуля виведення аналогових сигналів представлений на рисунку 3.10.



Рисунок 3.10 – ОВЕН МУ110-6У

### Вибір виконавчих механізмів

Для управління температурою і тиском пари, що надходить в деаератори, рівнем в деаераторах, необхідно вибрати виконавчі механізми, які б задовольняли умови експлуатації.

В якості виконавчого механізму можуть бути обрані клапани прохідні сідельні регулюючі з приводом SAUTER. Їх розповсюдженням займається компанія ОВЕН. Вони призначені для застосування в системах автоматичного регулювання та керування технологічними процесами шляхом зміни витрати робочих середовищ. Дані клапани поставляються в комплекті з приводами з керуючим сигналом 0...10В/ 4...20мА. Відмінними рисами даних приводів є компактність, міцність, використання надійних компонентів і мікропроцесорної технології.

Виберемо клапани КПСР [4] серії 100. Основні характеристики виконавчих механізмів наведені в таблиці 3.11

Таблиця 3.11 – Основні характеристики виконавчих механізмів

Марка	КПСР Корпус- чавун СЧ20	КПСР Корпус- високоміцний чавун (ВЧ)
Діаметр проходу (DN), мм	25	
Умовний тиск, кгс/см <sup>2</sup> (МПа)	16 (1,6)	25(2,5)
Умовна пропускна здатність K <sub>v</sub> , м <sup>3</sup> /год	2,5	
Температура робочого середовища t, °С	до +150	до +220
Робоче середовище	Холодна і гаряча вода	Водяна і насичена пара
Будівельна довжина, мм	160	160
Маса, кг	8	8

Позначення для замовлення	КПСР 1-25-2,5-1.2100-СЧ-1,6-1-150-У	КПСР 1-25-2,5-1.2100-ВЧ-2,5-1-220-У
Ціна, грн.	7662,08	

Для управління температурою і тиском пара вибираємо виконавчий механізм КПСР 1-25-2,5-1.2100-ВЧ-2,5-1-220-У, а для управління рівнем в деаераторах - КПСР 1-25-2,5-1.2100-СЧ-1,6-1-150-У.

Зовнішній вигляд виконавчого механізму представлений на рисунку 3.11.



Рисунок 3.11 - Зовнішній вигляд виконавчого механізму КПСР серії 100

### 3.2 Розробка системи сигналізації

Для здійснення технологічної сигналізації скористаємося блоком технологічної сигналізації ПТС-64 [8].

Блок технологічної сигналізації призначений для узагальненої і поканальної сигналізації параметрів технологічних процесів, значення яких в процесі роботи перевищують ті чи інші технологічні уставки. Використовується в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в схемах технологічної та аварійної сигналізації.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Прилад технологічної сигналізації ПТС-64 складається з одного блоку ПТС-25 (ведучий пристрій або прилад узагальненої сигналізації) і одного або декількох блоків ПТС-8 (ведений пристрій або прилад поканальної сигналізації).

### **Функціональні можливості**

Виконуючі функції:

- світлодіодна індикація спрацьовування поканальної (ПТС-8) і узагальненої сигналізації (ПТС-2);
- підключення зовнішніх світлодіодних індикаторів (через клемний з'єднувач або роз'єм ГТС-Б);
- вибір типу сигналу сигналізації - статичний сигнал (постійне світіння) або динамічний з частотою F1 або F2. Використання F1 і F2 направлено на два різних (по тону, силі звучання) звукових пристроїв;
- Зняття сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2;
- перевірка (тестування) сигналізації проводиться за допомогою кнопки, яка підключається до клем ПТС-2.

Пристрій ПТС-2 (ведучий) містить:

- два незалежні канали сигналізації переключаючими контактами частоти F1 і F2;
- задатчик частоти сигналів сигналізації F1 і F2;
- вузол квитирування (зняття) сигналізації;
- вузол перевірки сигналізації;
- пристрій ПТС-8 (ведений).

Пристрій ПТС-8 (ведений) містить вісім незалежних каналів сигналізації з можливістю по каналного вибору сигналу сигналізації і номеру каналу спрацьовування сигналізації ПТС-2;

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Підключення приладу технологічної сигналізації ПТС-64 здійснюється наступним чином. До ведучого пристрою ПТС-2 підключаються від одного до восьми ведених пристроїв ПТС-8. Схема підключення приладу представлена на рис. 3.12.

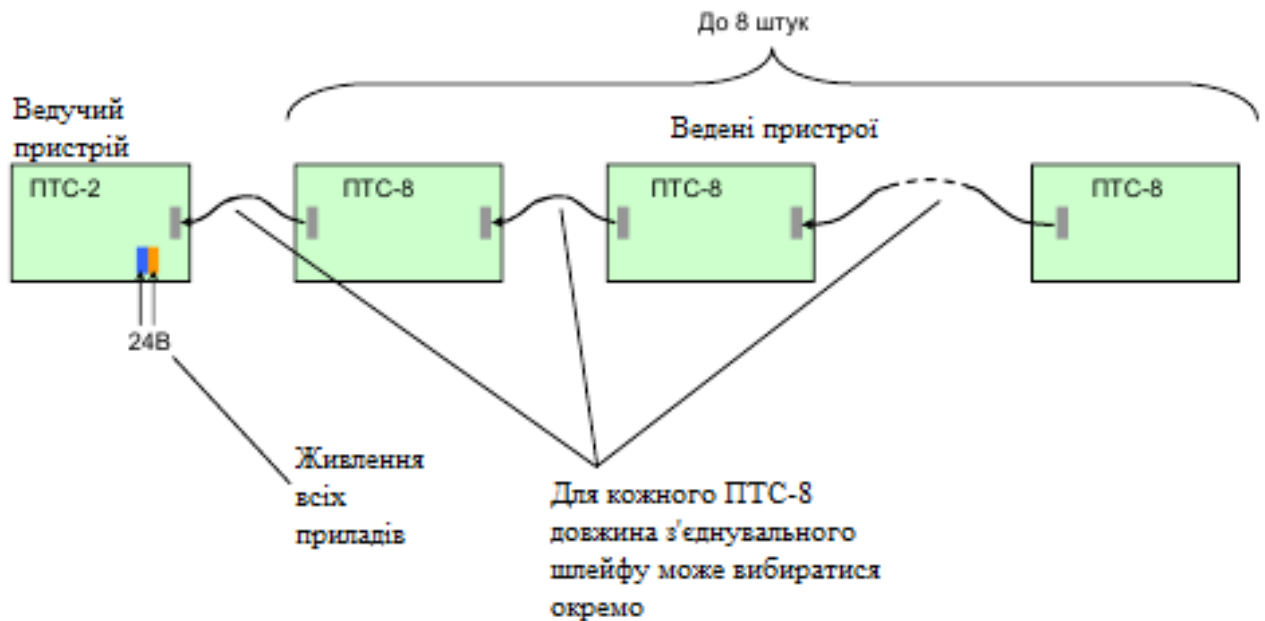


Рисунок 3.12 – Схема підключення приладу ПТС 64

Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС-64 представлений на рисунку 3.13.

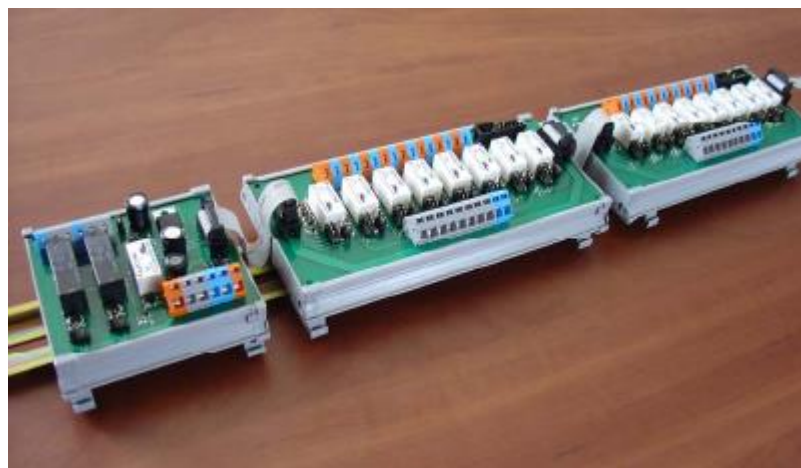


Рисунок 3.13 - Зовнішній вигляд приладу технологічної сигналізації ПТС-64

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи

У загальному вигляді система працює за алгоритмом, представленим на рисунку 4.1.

Після включення живлення проводиться установка параметрів технологічного процесу. Далі натисканням кнопки «Пуск» оператор здійснює запуск системи. Після цього система переключиться на основну програму, за якою і продовжує працювати.

Основна програма роботи системи є складний циклічний алгоритм, що складається з чотирьох підпрограм управління деаераторами №1-4. В процесі виконання основного алгоритму система проводить опитування датчиків, запис значень в пам'ять, визначення сигналів неузгодженості і коригування параметрів.

Алгоритм передбачає наявність дій при виході системи з ладу. Це дозволяє забезпечити виконання функцій безпеки, а для іншої частини сценаріїв дозволяє поліпшити наслідки аварії і полегшити виконання оперативним персоналом відновлювальних дій з переведення технологічного процесу в безпечний кінцевий стан.

Для завершення роботи системи оператор повинен натиснути кнопку «Стоп», після чого піде виключення насосів і обмін даними з панеллю оператора.

### Підпрограма управління деаератором №1

Алгоритм роботи підпрограми управління деаератором №1 представлений на рисунку 4.2.

В ході процесу проводиться контроль і регулювання рівня та тиску в деаераторі, температури і тиску ПНТ. Якщо який-небудь параметр технологічного процесу виходить за задані межі, контур системи видає керуючий вплив на відповідні виконавчі механізми, щоб повернути

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



параметр технологічного процесу в задані межі, або подає сигнал про несправності.

Підпрограма управління деаератором №2 аналогічна підпрограмі для деаератора №1.

#### Підпрограма управління деаератором №3

Алгоритм роботи підпрограми управління деаератором №3 представлений на рисунку 4.3.

В ході процесу проводиться контроль і регулювання рівня і тиску в деаераторі, температури і тиску ПВТ. Якщо який-небудь параметр технологічного процесу виходить за задані межі, контур системи видає керуючий вплив на відповідні виконавчі механізми, щоб повернути параметр технологічного процесу в задані межі, або подає сигнал про несправності.

Підпрограма управління деаератором №4 аналогічна підпрограмі для деаератора №3.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

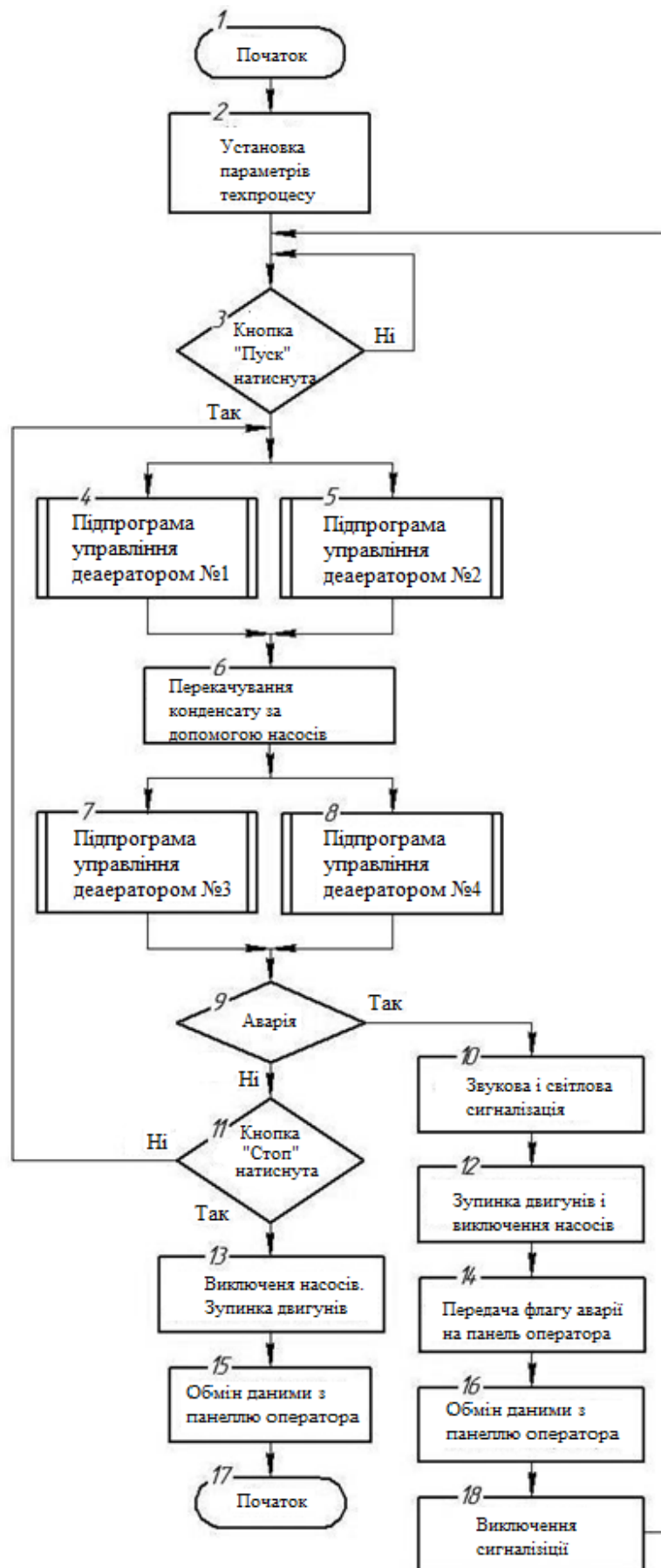


Рисунок 4.1 – Загальний алгоритм роботи системи

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

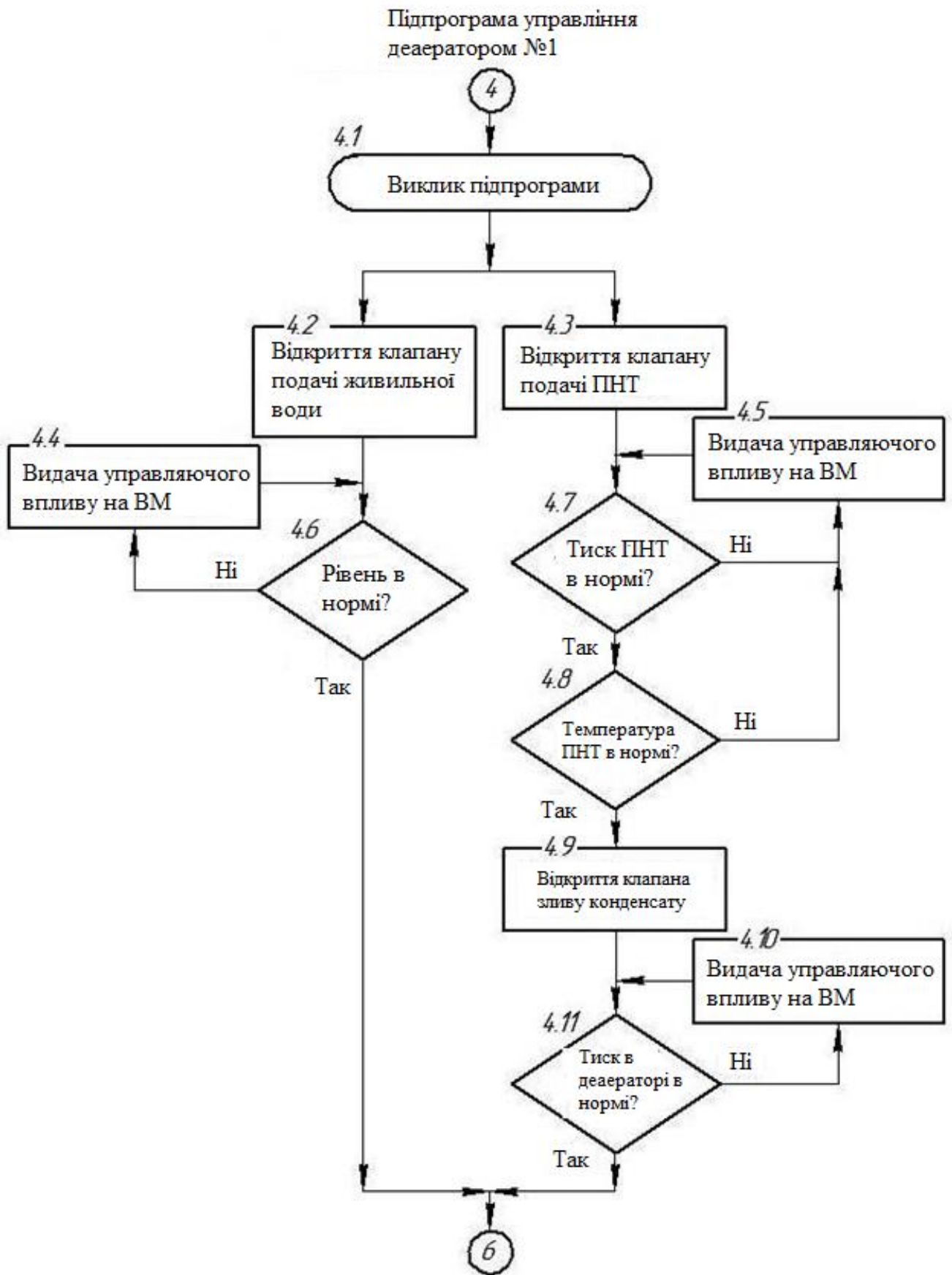


Рисунок 4.2 - Підпрограма управління деаератором №1

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

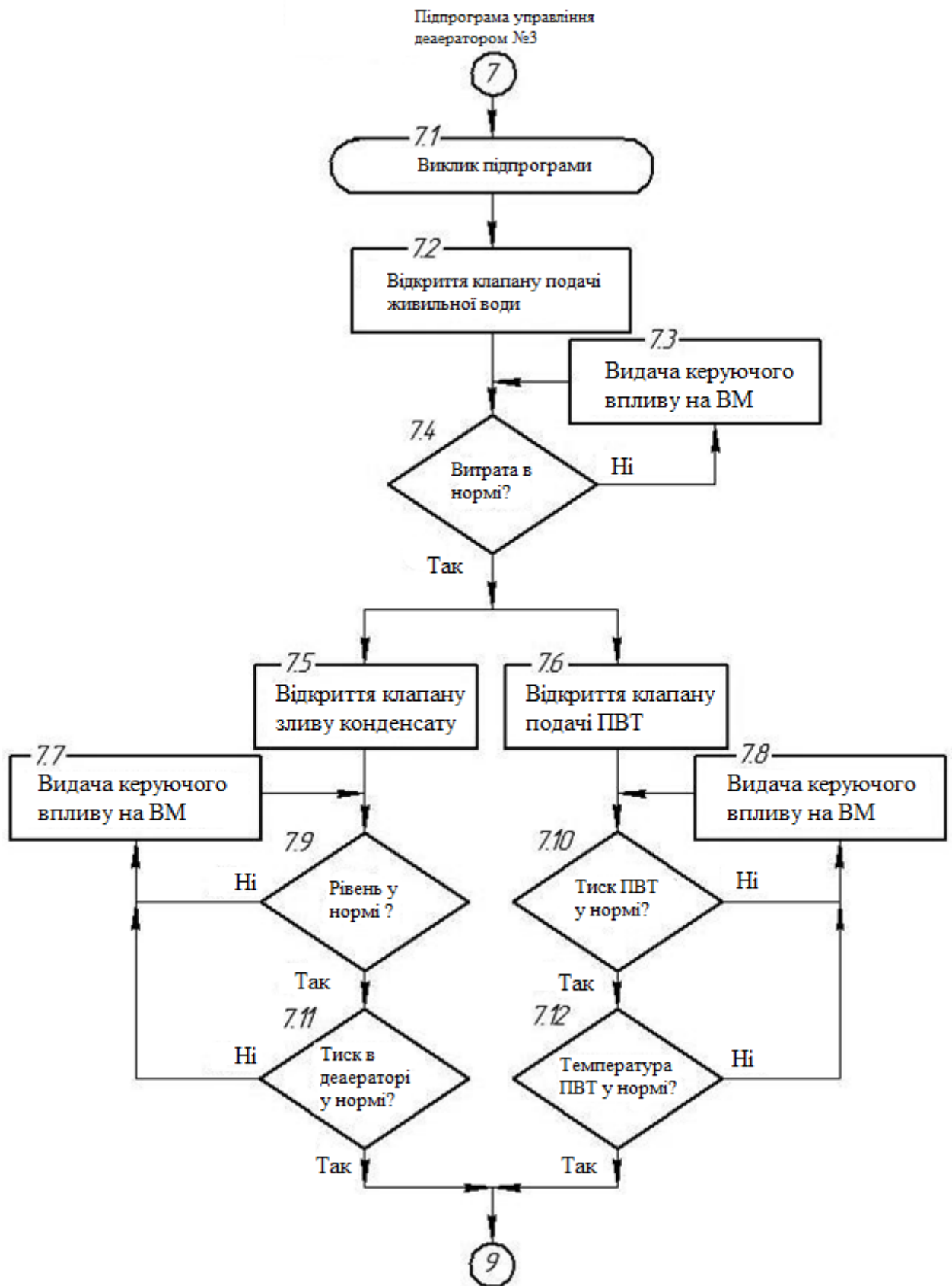


Рисунок 4.3 - Підпрограма управління деаератором №3

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## 5 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

Найбільш небезпечним порушенням режиму роботи деаераційної установки є переповнення водою деаераторного баків, тому підтримка рівня в деаераторі - це одна з основних задач розглянутого технологічного процесу. Рівень води в деаераторі повинен бути в межах 2...2,2 м і контролюватися. При досягненні гранично допустимого рівня, надлишок води зливається через переливний пристрій. Підвищення рівня понад максимально допустимого погіршує роботу деаераційної колонки.

### 5.1 Отримання математичного опису об'єкту управління

Об'єктом регулювання є рівень в деаераторі №1.

В ході експерименту, була знята крива розгону досліджуваного об'єкту (рисунок 5.1).

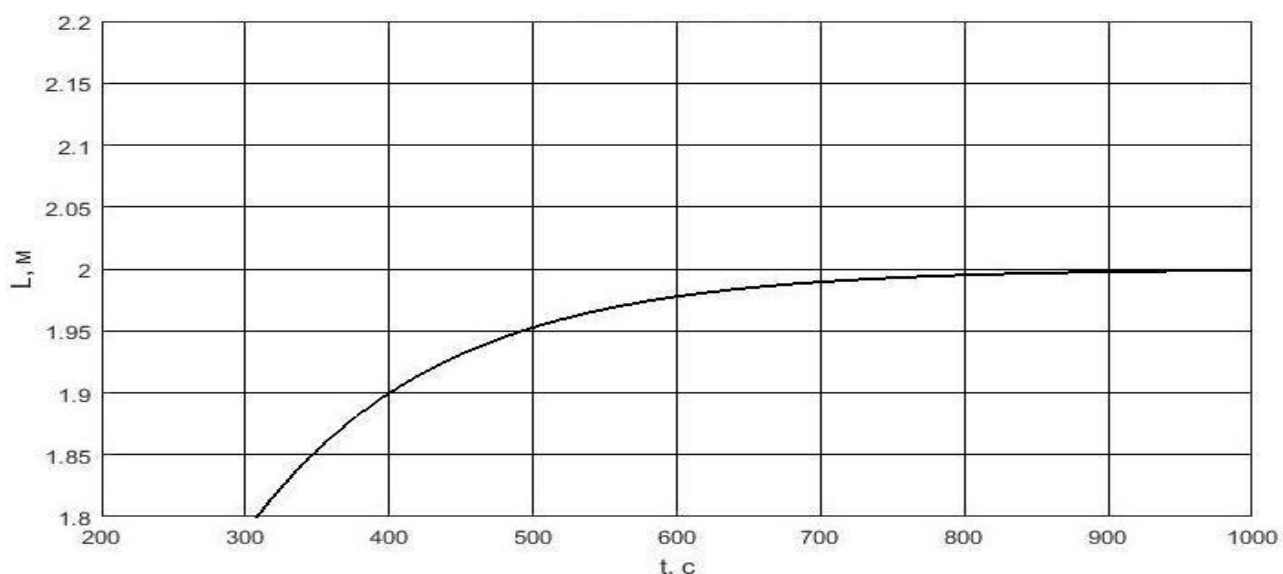


Рисунок 5.1- Пускова характеристика об'єкта управління

Нормуємо перехідну характеристику, результат представлений на рисунку 5.2.

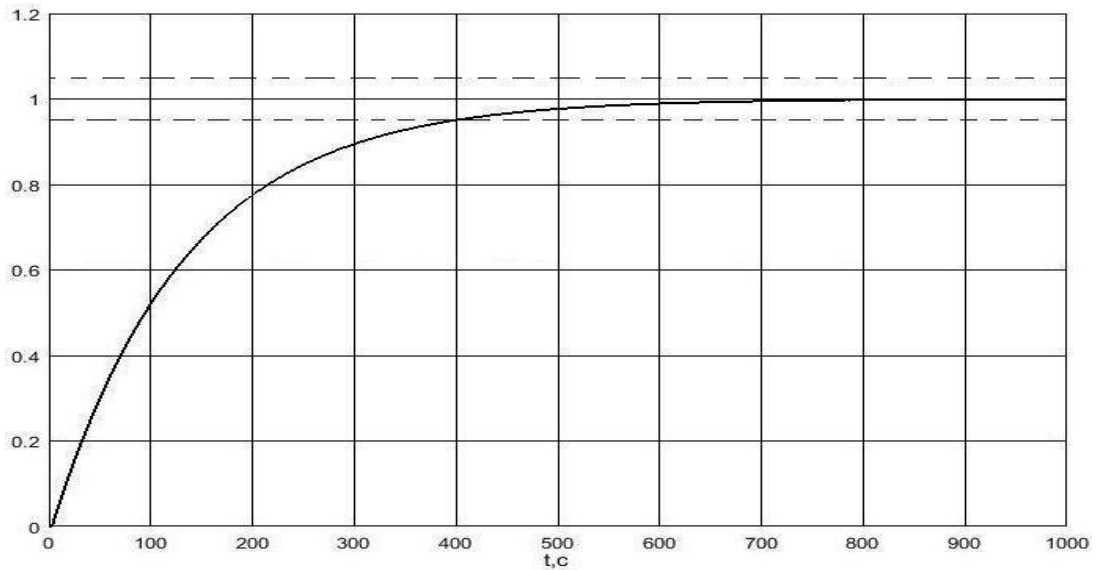


Рисунок 5.2- Нормована перехідна характеристика об'єкта управління

Об'єкт управління описується функцією передачі інерційної ланки

$$W_0(p) = \frac{k \cdot e^{-\tau p}}{Tp + 1}$$

Використовуючи метод двох точок по кривій розгону (рисунок 5.3), визначимо домінуючі постійні об'єкта управління.

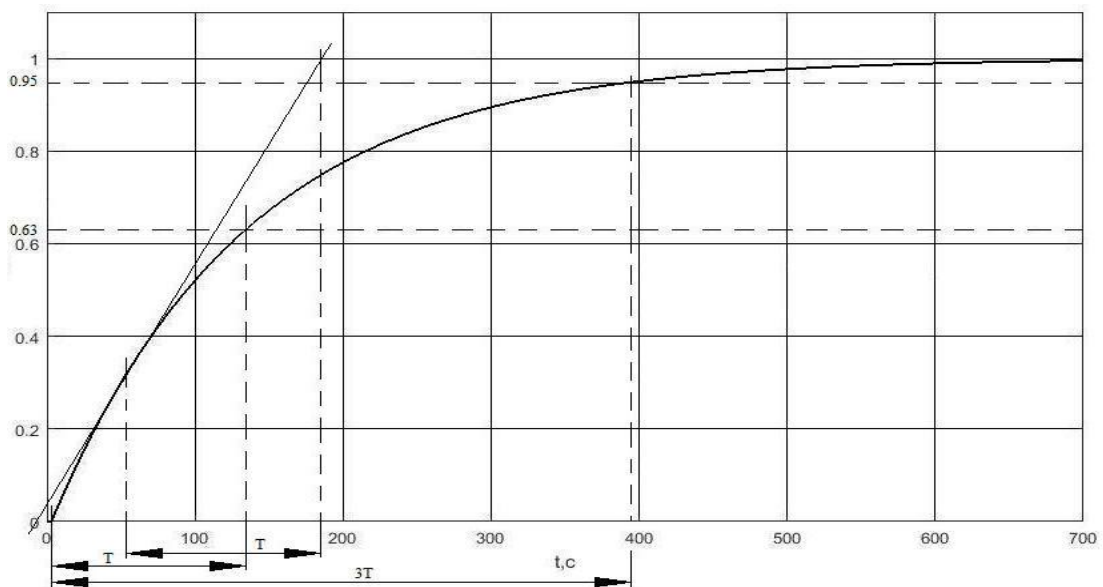


Рисунок 5.3 – Застосування методу двох точок для нормованої кривої

З нормованої кривої розгону визначимо транспортне запізнювання (рисунок 5.4)  $\tau = 3с$  і коефіцієнт посилення  $k = \frac{Y_{уст}}{x_{вх}} = 1$ .

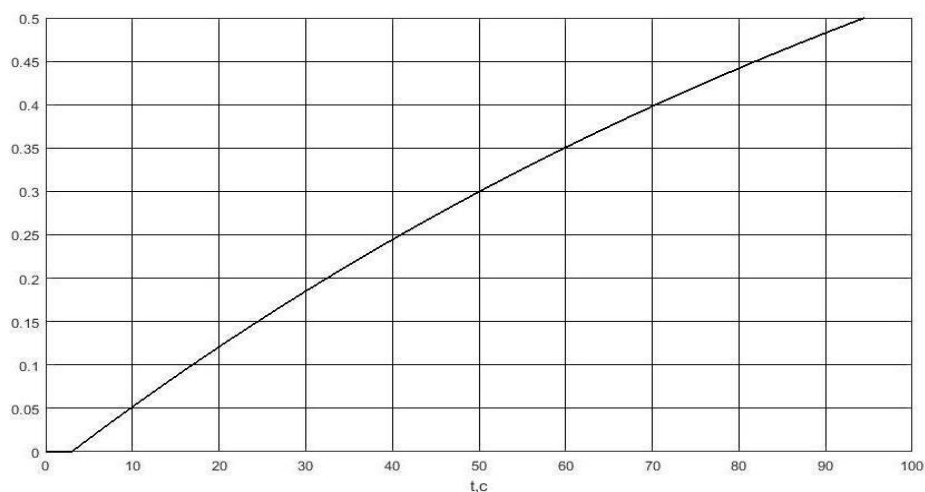


Рисунок 5.4 – Збільшена нормована крива

Щоб визначити час перехідного процесу необхідно провести дві прямі на рівні  $0,95 \cdot Y_{уст}$  і  $0,63 \cdot Y_{уст}$  (см. рисунок 5.3) до перехідної характеристики і знайдемо  $T_1 = 132$  і  $T_2 = 400$  с. Знайдемо середнє значення час перехідного процесу  $\bar{T} = \frac{T_1 + T_2}{2} = 132$  с.

За отриманими даними запишемо математичний опис (передаточну функцію) об'єкта управління

$$W_0(p) = \frac{1 \cdot e^{-3p}}{132p + 1}. \quad (5.1)$$

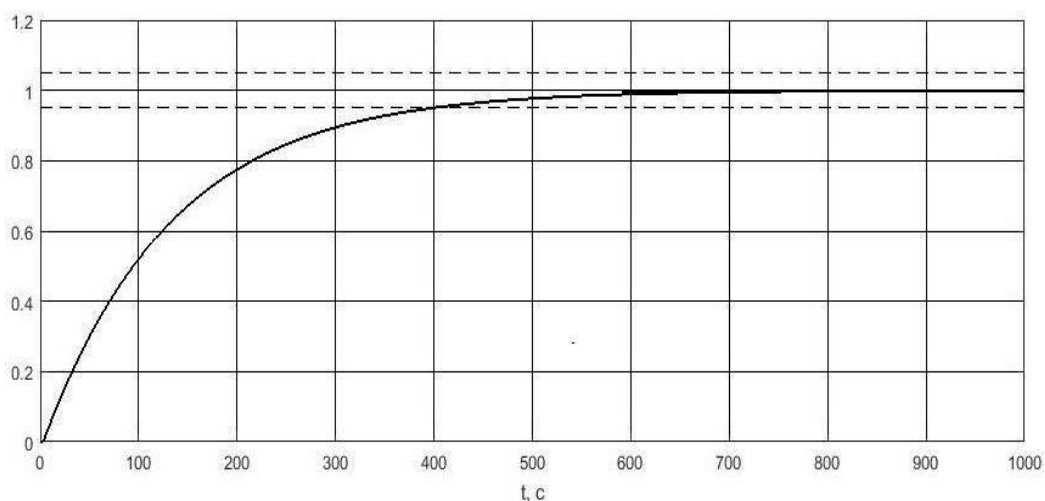


Рисунок 5.5 - Перехідна характеристика моделі об'єкта управління

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

## 5.2 Перевірка адекватності моделі об'єкту управління

Використовуючи метод Фішера перевіriamo відповідність перехідних характеристик, отриманих експериментальним і аналітичним шляхами. Для цього весь інтервал часу розділимо на п'ятнадцять точок, в яких знайдемо відповідні ординати.

Таблиця 5.1- Точки перехідних характеристик

t,c	10	30	50	100	150	200	250	300
Y <sub>екс</sub>	0,054	0,186	0,299	0,522	0,674	0,775	0,847	0,896
Y <sub>ан</sub>	0,05	0,185	0,3	0,52	0,672	0,775	0,846	0,895

Продовження таблиці 5.1

t,c	350	400	450	500	550	570	600
Y <sub>екс</sub>	0,929	0,949	0,967	0,979	0,985	0,988	0,99
Y <sub>ан</sub>	0,928	0,95	0,966	0,977	0,984	0,986	0,989

Визначимо мат. очікування по формулі

$$\bar{Y}_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i,$$

$$Y_{y \text{ екс}} = 0,736;$$

$$Y_{y \text{ ан}} = 0,735.$$

Оцінку дисперсії отримаємо з формули

$$S_y = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{15} (\bar{Y}_y - y_i)^2,$$

$$S_{y \text{ екс}} = 1,102;$$

$$S_{y \text{ ан}} = 1,103.$$



Визначимо відношення дисперсій

$$\frac{S_{y_{ан}}}{S_{y_{екс}}} = 1,002.$$

Так як значення критерію Фішера для шістнадцяти точок  $F_{0,95; 15; 15} = 2,403$  більше ніж отримане відношення дисперсій, то можна зробити висновок, що отримана модель адекватна.

### 5.3 Вибір регулятора і розрахунок його параметрів

В даний час промислові регулятори являють собою найбільш поширений вид засобів автоматизації.

Традиційна схема системи управління, синтезованої на базі стандартних регуляторів, представлена на рисунку 5.6.

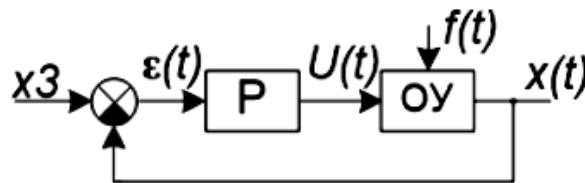


Рисунок 5.6 - Структурна схема типової системи управління

В схемі, яка наведена на рисунку 5.6, позначенням відповідають: Р — регулятор; ОУ — об'єкт управління.

Метою будь-якого управління є досягнення бажаної поведінки об'єкта управління. При цьому в якості критеріїв оцінки поведінки об'єкта можуть виступати: величина перерегулювання, час керування, коливальність процесу і т.д. За своїм виконанням ОУ зазвичай конструктивно незмінний.

Отже, незмінні і його динамічні характеристики. Тому досягти бажаної поведінки об'єкта управління можна, лише конструюючи новий об'єкт, до складу якого входить вихідний ОУ і регулятор. У цьому полягає сенс побудови системи управління. Вирішення цього завдання досягається за рахунок вибору належного регулятора.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір закону управління  $U(t)$ , який задовольняє необхідним показниками системи, називається синтезом системи. При синтезі систем управління промисловими об'єктами найбільш широке застосування знайшли регулятори з типовими законами управління: пропорційний — П, пропорційно - інтегральний — ПІ, пропорційно – інтегрально – диференціальний — ПІД.

Для нашого об'єкта управління оптимальним вибором буде ПІ - регулятор, так як пропорційний регулятор не зможе забезпечити відсутність статичної помилки, що істотно погіршить якість вихідної продукції. В разі, якщо ПІ - регулятор дасть незадовільні показники якості перехідного процесу, слід застосувати ПІД – регулятор.

### 5.3.1 Розрахунок оптимальних налаштувань ПІ-регулятора методом Ротача

Зміст методу В. Я. Ротача для визначення параметрів настройки регуляторів докладно викладено в роботах [16]. Виконаємо розрахунок згідно з описаною методикою.

Вихідними даними для розрахунку є: передаточна функція об'єкта управління і показник ступеня загасання ( $\psi = 0.95$ ). Розрахунок будемо виконувати використовуючи математичний пакет Mathcad, задамо вихідні дані

$$M := 1.3; W(s) = \frac{2 \cdot e^{-3s}}{132s + 1}$$

Сформуємо частотну передаточну функцію об'єкта управління шляхом заміни  $s = j\omega$

$$Wj(\omega) := W(s) \text{ substitute } s = i \cdot \omega \rightarrow -\frac{3 \cdot e^{-3i \cdot \omega} \cdot (-1 + 132i \cdot \omega)}{17424 \cdot \omega^2 + 1}$$

Запишемо частотну передаточну функцію розімкненої системи як послідовне з'єднання ПІ-регулятора і об'єкта управління

						Лист
					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Wp(k1, Ti, \omega) := \left( k1 + \frac{1}{Ti \cdot i \cdot \omega} \right) \cdot Wj(\omega).$$

Отримуємо функціональні залежності, для реальної та уявної частин АФЧХ розімкнутої системи управління, при коефіцієнті посилення регулятора рівному одиниці

$$Up(\omega, Ti) := Re(Wp(1, Ti, \omega)); \quad Vp(\omega, Ti) := Im(Wp(1, Ti, \omega)).$$

Формуємо функціональну залежність, яка описує ОЕ залежності від значення показника коливальності М

$$\gamma(M) := asin\left(\frac{1}{M}\right),$$

$$Y(X, M) := \tan(\gamma(M)) \cdot X.$$

Запишемо вираз для визначення радіусу кола забороненої зони і положення його центру як функцію показника коливальності М

$$r(M) := \frac{M}{M^2 - 1}, \quad u(M) := \frac{M^2}{M^2 - 1}.$$

Задаємо діапазон частот і крок зміни, для побудови АЧХ з метою відображення тільки, необхідного нам, третього квадранта

$$\omega := 0,0.0001\dots 1$$

Також введемо необхідні параметри  $s$ ,  $Ms$ , які будемо змінювати для отримання одночасного дотику прямої ОЕ і кіл.

Виконуємо графічні побудови і визначаємо три пари налаштувань для ПІ-регулятора (рисунок 5.7).

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

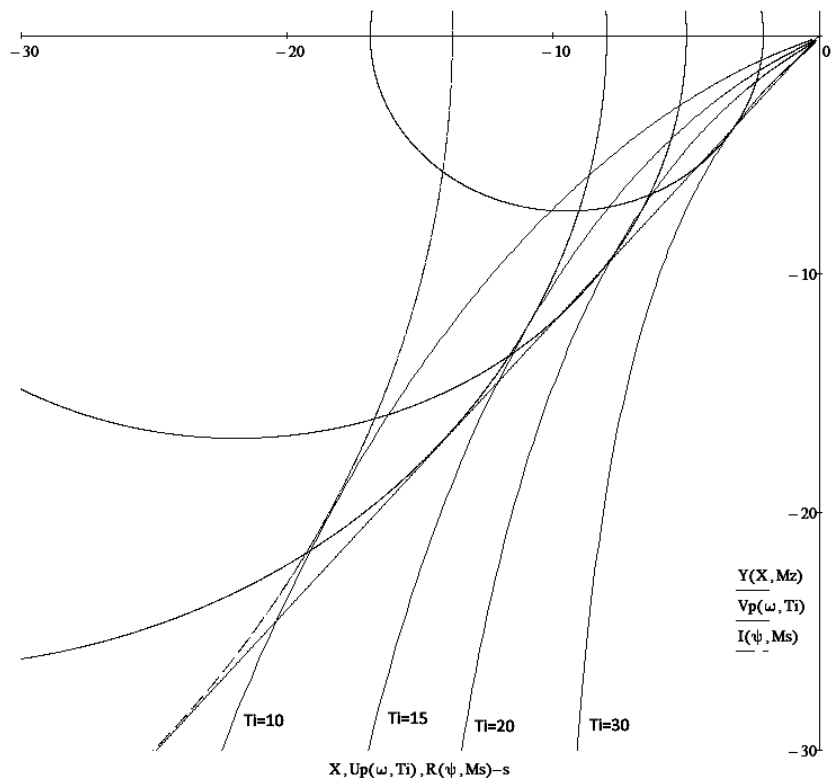


Рисунок 5.7 - Визначення налаштувань ПІ-регулятора методом Ротача

Визначаємо граничне значення коефіцієнта посилення регулятора, що забезпечує задане значення показника коливальності, для кожного з випадків, з виразу

$$k_{p,пр.} = \frac{M}{M^2 - 1} \cdot \frac{1}{r_0}$$

Отримані пари налаштувань введемо в вигляді матриці

$$\text{Data} := \begin{pmatrix} 10 & 0.34 \\ 15 & 0.67 \\ 20 & 0.96 \\ 30 & 1.4 \end{pmatrix}$$

Для визначення яка з пар налаштувань дає кращі показники якості, побудуємо графіки перехідних процесів для отриманих значень і визначимо їх показники.

Отримані перехідні характеристики представлені на рисунку 5.8.

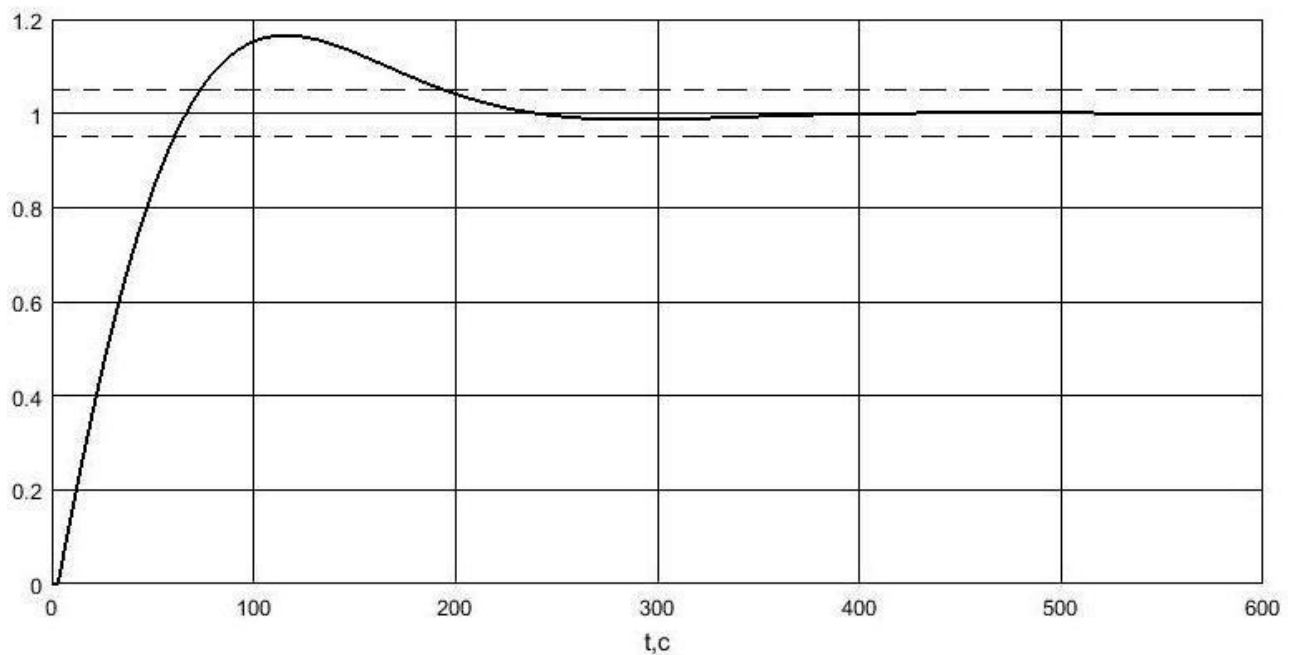


Рисунок 5.8 - Графік перехідного процесу при різних налаштуваннях регулятора

З отриманого графіка, видно що найкращі показники якості перехідний процес має при постійній інтегрування  $Ti = 30$  і коефіцієнті посилення  $kr = 0.25$ . Визначимо ці показники с рисунків 5.1 і 5.5, і зведемо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 - Показники якості перехідного процесу

Показник	Без регулятора	ПІ- регулятор
Час $t_p$ , с	400	190
Перерегулювання $\sigma$ , %	0	16

У порівнянні з системою без регулятора, ми отримали відсутність статичної помилки і менший час перехідного процесу, платою за це стало наявність перерегулювання, яке було відсутнє раніше, але є допустимим для нашої системи.

Так як система має велику постійну часу, вона не потребує додаткових фільтруючих пристроїв, оскільки перешкоди мають високу частоту і будуть згладжуватися самим об'єктом.

### 5.3.2 Розрахунок оптимальних налаштувань ПІ-регулятора інженерним методом (номограм)

За допомогою інженерного методу (методу номограм) перевіримо правильність визначення параметрів настройки регулятора методом Ротача. Для визначення оптимальних параметрів регулятора скористаємося номограмою для ПІ – регулятора з 20%-им перерегулюванням [17] (рисунок 5.9).

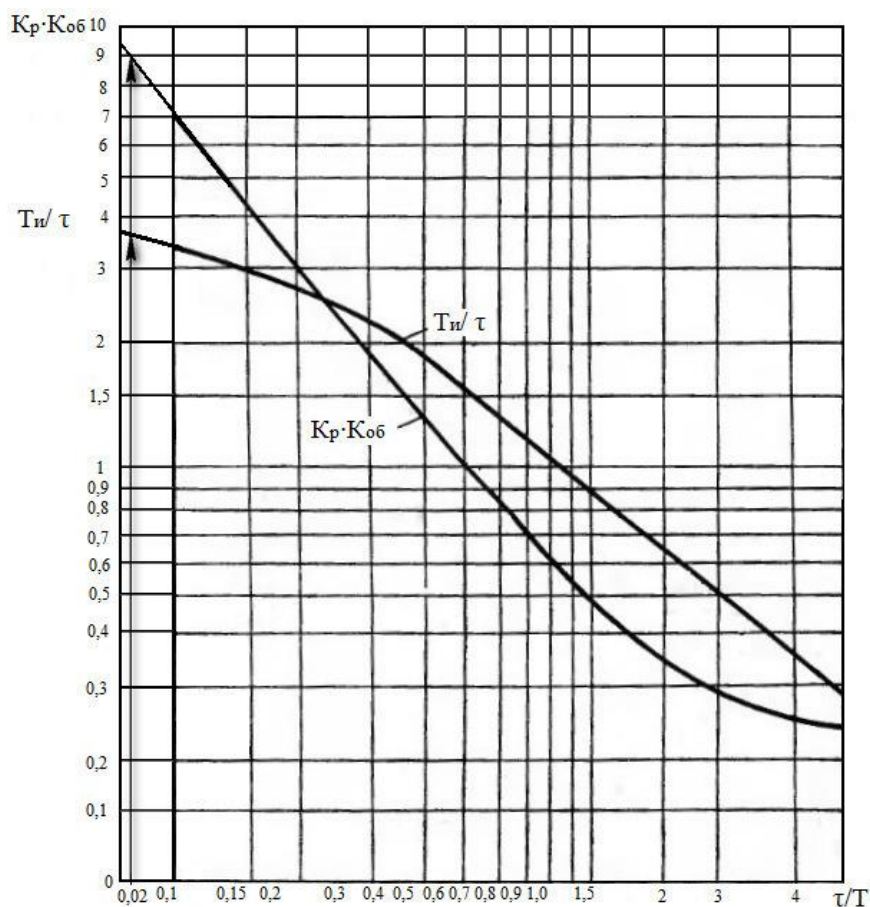


Рисунок 5.9 – Оптимальні налаштування ПІ – регулятора (20%-не перерегулювання)

Виходячи з даних, отриманих в математичному описі (5.1) відношення запізнювання до постійної часу об'єкту складе  $\tau / T = 0,02$ .

З номограми бачимо, що для вищеприданого відношення коефіцієнт посилення регулятора  $K_p = 9,1$ , а час ізодрома  $T_i = 11,1$ .

Побудуємо графік перехідного процесу, результат представлений на рисунку 5.10.

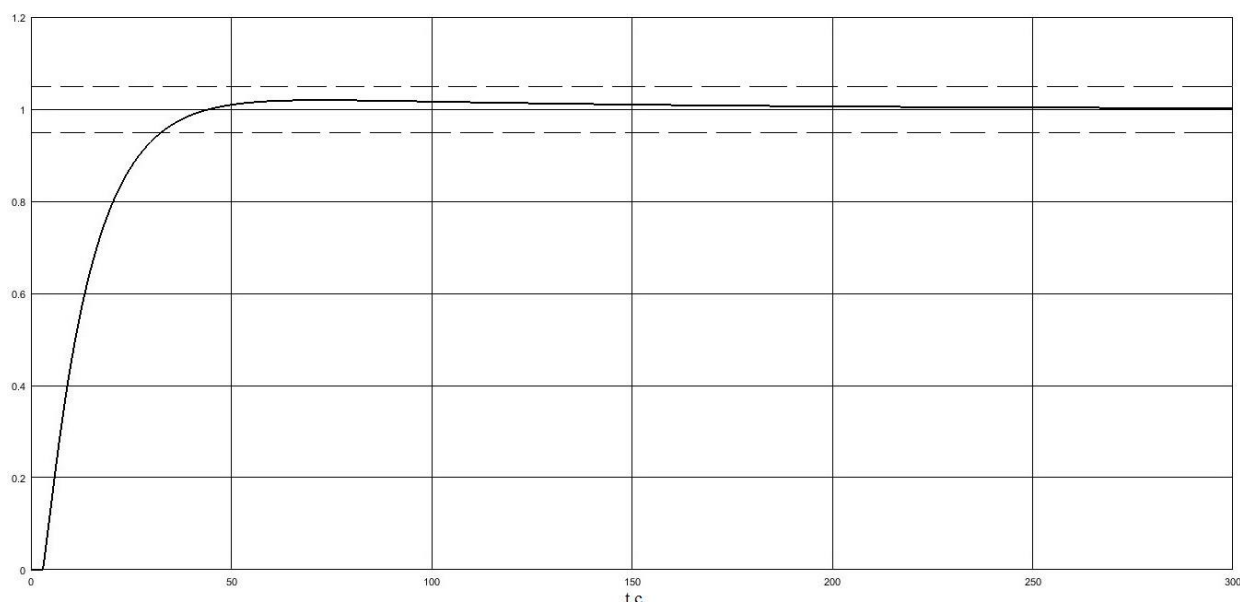


Рисунок 5.10. - Графік перехідного процесу при  $K_p = 9,1$  і  $T_{i3} = 11,1$

Визначимо показники перехідного процесу з рисунку 5.10 і зведемо їх в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Показники якості перехідного процесу

Показник	Інженерний метод
Час $t_p$ , с	32,5
Перерегулювання $\sigma$ , %	2,5

У висновку про розрахунок оптимальних параметрів ПІ-регулятора можна сказати, що при першому порядку отримані оптимізовані характеристики системи в методі номограмм істотно краще ніж в методі Ротача.

## 6 РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В TRACE MODE 6

Для створення АСУТП в даному проекті була використана САПР TRACE MODE 6. В якій були виконані операції:

### 6.1 Створення екрану АРМ

Екран АРМ представляється графічним представленням (у вигляді мнемосхеми) технологічного процесу, проводить індикацію основних параметрів процесу, а також дає можливість оператору вносити зміни в закони управління і технологічні параметри.

На рисунку 6.1 наведено екран АРМ створений для автоматизації процесу деаерації живильної води.

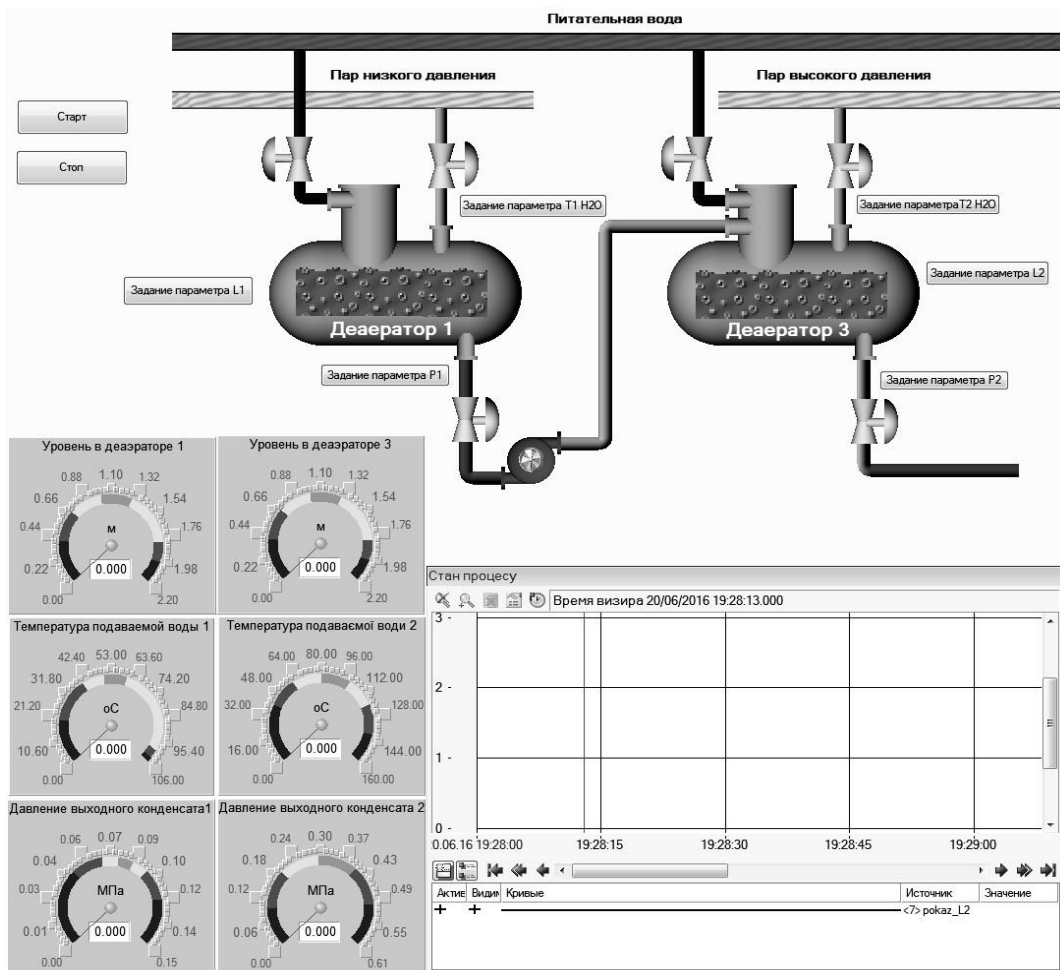


Рисунок 6.1 – Екран АРМ САУ процесу деаерації живильної води

На графічному елементі Тренд (розташований в нижній частині екрана праворуч) відображаються зміни значень аргументів екрану в часі.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата



Значення параметру, який необхідно підтримувати на певному рівні, задається програмно. Це значення змінювати не можна, тому що це може привести до аварійних ситуацій.

## 6.2 Створення програмного забезпечення для контролера

Створимо програму, що реалізовує керуючі функції – підтримки і регулювання температури, тиску і рівня в деаераторах.

Скористаємося мовою програмування Техно FBD. Його відмінною рисою є наочність. Складання програми полягає в групуванні відповідних графічних елементів і створення зв'язків між ними. Використання такого способу програмування практично виключає появу помилок, а також дозволяє легко змінити структуру програми. Отримана схема компілюється засобами TRACE MODE, отримане математичне забезпечення переноситься в контролер.

Для імітації роботи з об'єктом використовуємо модуль «Модель об'єкту (OBJ)».

Даний блок моделює об'єкт управління для налагодження алгоритмів регулювання або підготовки демонстраційних проектів. Він являє собою комбінацію апериодичної (інерційної) ланки першого порядку і ланки запізнювання, тобто передаточна функція блоку має вигляд

$$W(s) = \frac{k}{Ts + 1},$$

де  $k$  і  $T$  – відповідно коефіцієнт посилення і постійна часу інерційної ланки першого порядку.

Крім того, на вихідний сигнал блоку можна накласти перешкоду у вигляді випадкової складової, синусоїдального сигналу або випадкових кидків. Тут же можна задати випадкове коливання динамічних характеристик об'єкту.

В якості прикладу на рисунку 6.2 показаний відгук блоку (крива 2) на прямокутний імпульс (крива 1).

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

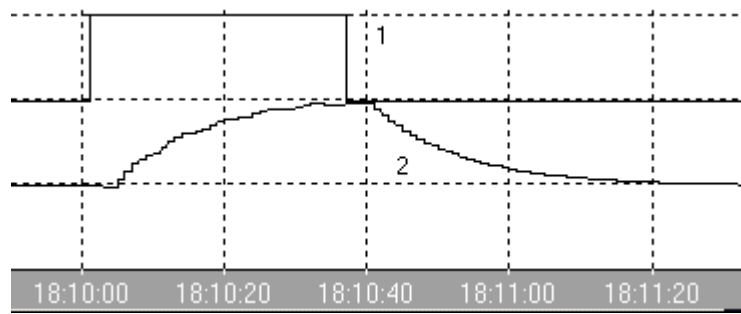


Рисунок 6.2- Робота модуля OBJ

Вхідним по відношенню до модельованого об'єкту є вхід INP. Входи K, T і N використовуються для завдання відповідно коефіцієнта посилення, постійної часу і часу запізнювання. Останні два параметри задаються в тактах перерахунку, максимальне значення часу запізнювання – 4.

Вхід SNS призначений для управління випадковими перешкодами, що вносяться в роботу об'єкта. Значення 1 окремих бітів цього входу включає наступні перешкоди:

1 біт – додавання до вихідного сигналу випадкової величини в діапазоні від 0 до 1%;

2 біт – формування піка величиною 25% від значення виходу з ймовірністю 0,01;

3 біт – додавання до виходу синусоїдального сигналу з амплітудою 2% від значення виходу;

5 біт – випадкове збільшення коефіцієнта посилення в діапазоні від 0 до 2%;

6 біт – випадкове збільшення постійної часу в діапазоні від 0 до 2%;

7 біт – случайное изменение на 1 запізнювання.

Перші три перешкоди додаються до виходу блоку після формування його нового значення. Динамічні характеристики об'єкту (останні три перешкоди) коригуються до перерахунку блоку.

Програма для управління рівнем в першому деаераторі приведена на малюнку 6.3. На вхід подається завдання з екрану АРМ, на виході — значення рівня. Програма для управління рівнем в третьому деаераторі аналогічна (рис. 6.4).

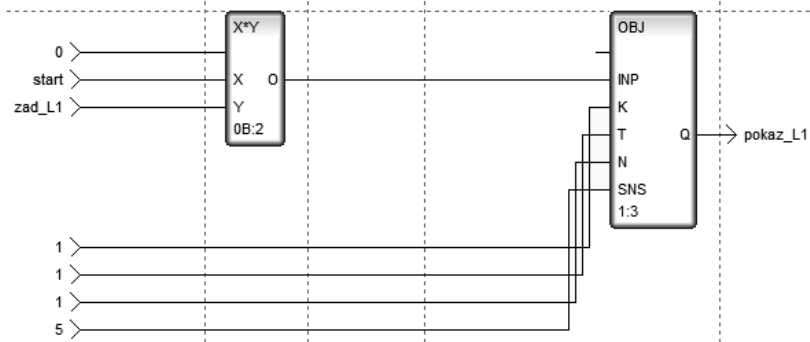


Рисунок 6.3 — Програма управління рівнем в першому деаераторі

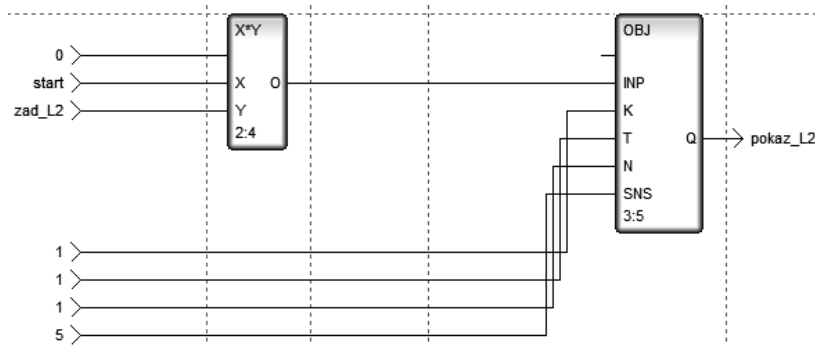


Рисунок 6.4 — Програма управління рівнем в третьому деаераторі

Програма для імітації контролю температури в першому деаераторі представлена на рис. 6.5. Програма для контролю температури в третьому деаераторі аналогічна (рис. 6.6).

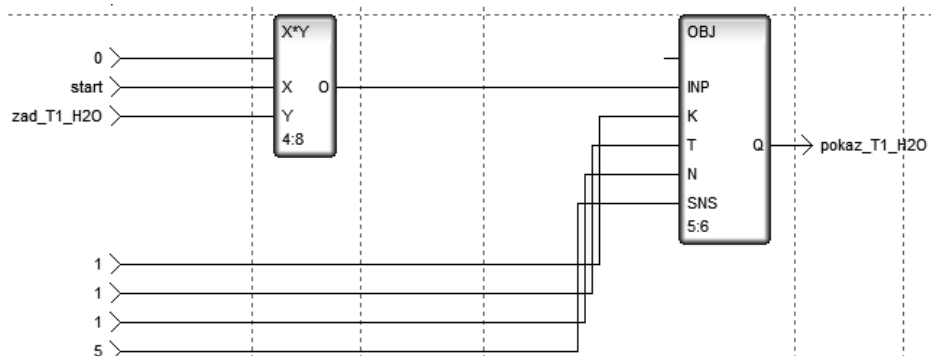


Рисунок 6.5 — Програма контролю температури в першому деаераторі

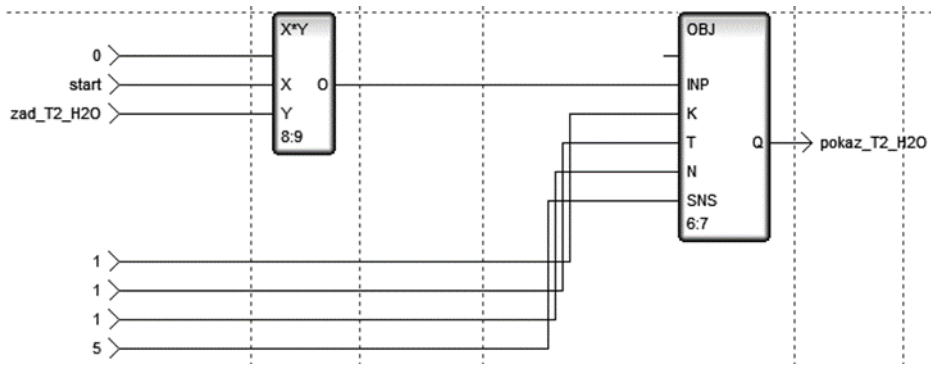


Рисунок 6.6 — Програма контролю температури в третьому деаераторі

Програма для управління тиском конденсату на виході з першого деаератора зображена на рисунку 6.7. Програма для управління тиском конденсату на виході з третього деаератора аналогічна (рисунок 6.8).

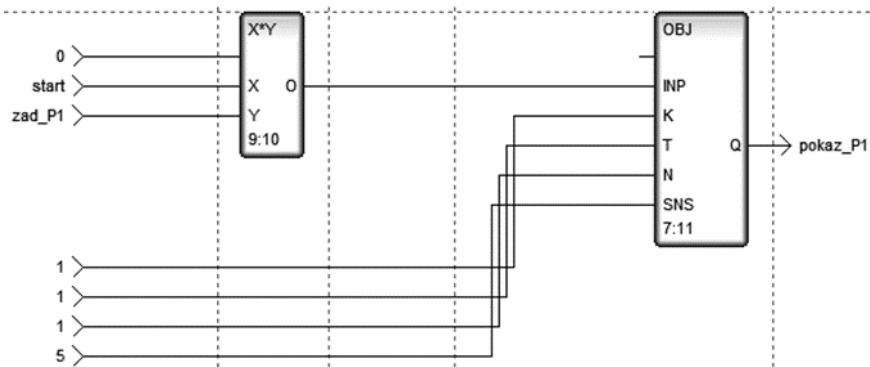


Рисунок 6.7 — Програма контролю температури у другому деаераторі

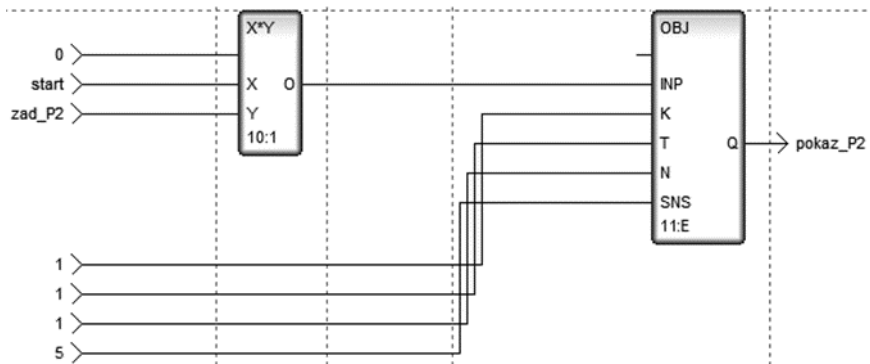


Рисунок 6.8 — Програма контролю температури в третьому деаераторі

### 6.3 Перевірка роботи системи

Розглянута АСУТП спиралася на цілком конкретні апаратні засоби (плата вводу / виводу, виконавчі органи, сигнали від датчиків). Для перевірки працездатності створеного проекту вдамося до імітації технологічного об'єкта.

Для імітації АСУТП використовуємо 2 РС комп'ютера. Перший виконує роль АРМ і імітує АРМ реального об'єкта. На другий комп'ютер встановлено програмне забезпечення, розроблене для контролера і створена програма-імітатор роботи з реальним об'єктом. Зв'язок між комп'ютерами здійснюється по мережі Ethernet.

Для виходу параметрів на необхідні значення були впроваджені блоки множення.

За допомогою кнопок "Завдання параметрів" на екрані АРМ задається завдання температури, тиску і рівня рідини в деаераторах.

Після запуску проекту був отриманий графічний екран АРМ, наведений на рисунку 6.9.

Робота моделі представлена на рисунках 6.9 і 6.10.

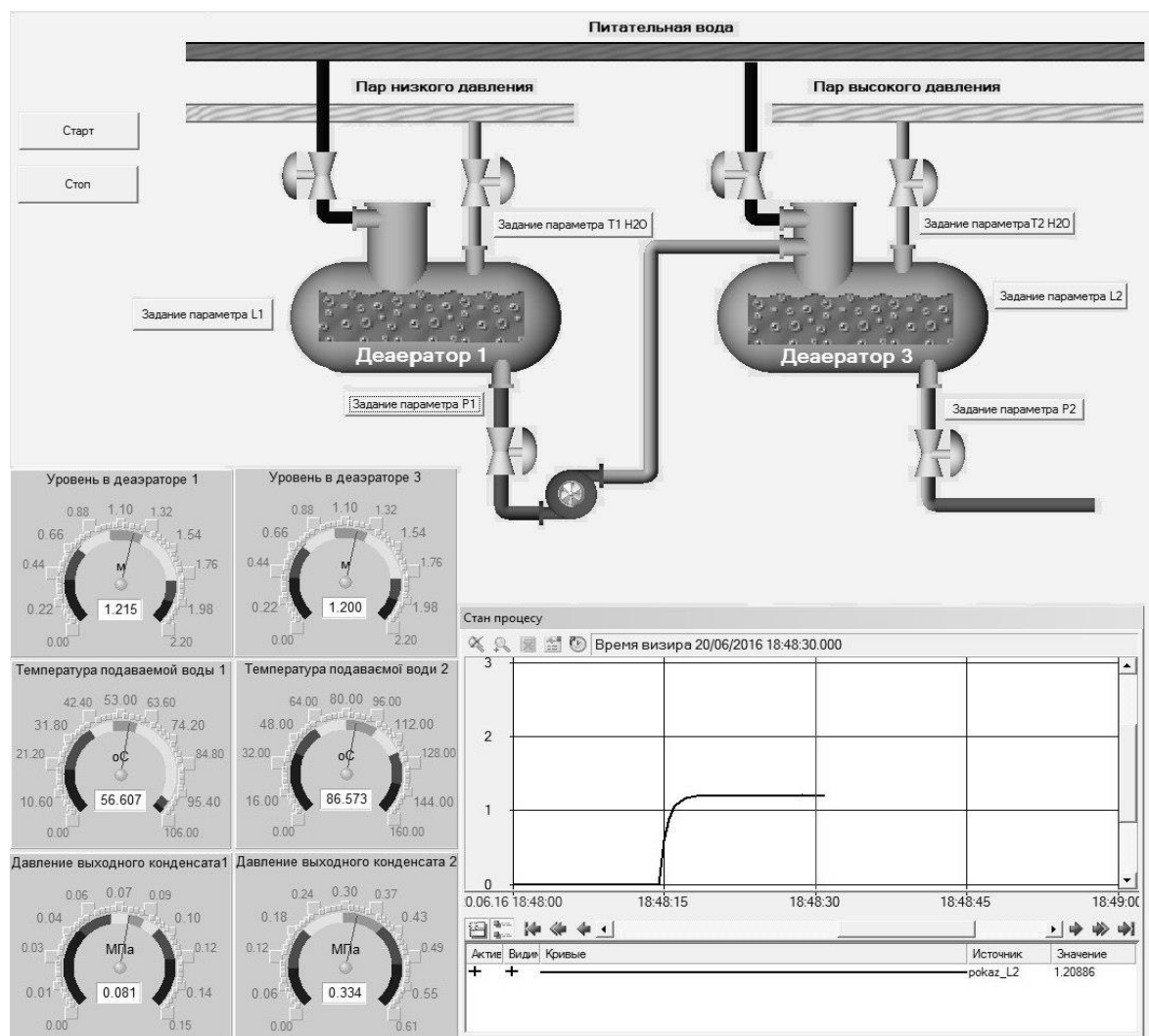


Рисунок 6.9 – АРМ оператору

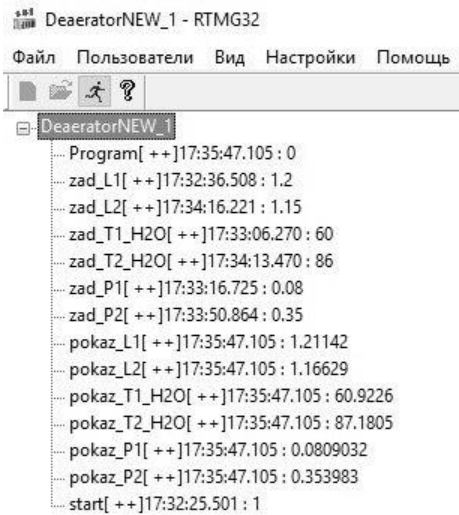


Рисунок 6.10 — Дані на джерелі

У нижньому правому куті екрана АРМ відображається діаграма стану технологічного процесу. На ній видно як система відпрацьовує збуджуючий вплив.

У лівій нижній частині екрана відображаються прилади, які показують контрольовані параметри.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Розроблено інформаційне, технічне забезпечення системи автоматизації.  
Система являє собою 3-х рівневу АСУ ТП.

До складу якої входять:

- датчики, встановлені безпосередньо на технологічному обладнанні;
- виконавчі органи, які відпрацьовують отриманий від контролера вплив;
- контролер, який виконує первинну обробку даних отриманих від датчиків, видає керуючий вплив для регулюючих органів, а також виступає сполучною ланкою між об'єктом управління і АРМ;
- автоматизоване робоче місце (АРМ) до складу якого входить IBM PC комп'ютер з встановленою операційною системою Windows 7, процесором Intel Pentium 4, ОЗП 512МВ.

Використання сучасних методів управління технологічним процесом, а також новітніх технічних засобів автоматизації дало можливість реалізувати якісно нову технологію управління і підвищило ефективність виробництва, що призвело до:

- підвищення якості продукції, що випускається;
- зниження витрат сировинних і енергетичних ресурсів за деякими статтями витрат на ТП;
- підвищення обсягу продукції, що випускається;
- скорочення простоїв через неполадки;
- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання;
- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
2. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі : В. Д. Черв'яков, О.Ю. Журавльов, І.В. Щокотова. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69с.
3. Голубятников В.А., Шувалов В.В., Автоматизация производственных процессов в химической промышленности.- СПб.: Химия, 1985. - 352 с.
4. "ОВЕН". Устаткування для автоматизації. Каталог. 2014.
5. "ОВЕН". Прайс-лист ОВЕН. 2016.
6. "Манометр-Харьков". Короткий каталог продукції.
7. "Промприбор". Преобразователи давления малогабаритные КОРУНД. Інструкція з експлуатації. 2009.
8. "РегМик". Каталог продукції. 2012.
9. Волощенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
10. Сольнищев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления —М: Высш. шк., 1991. — 335 с.
11. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Структурні, функціональні та принципові схеми / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 48с.
12. Методичні вказівки з оформлення графічної частини конструкторської документації проектів автоматизації. Схеми з'єднань, підключення, загальні та розміщення / укладач О.Ю. Журавльов. – Суми: Вид-во СумДУ, 2006. – 28с.
13. Технично-экономическое обоснование дипломных проектов / под ред.В.К. Беклешова. –М.: Высш.шк., 1991. – 247 с.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



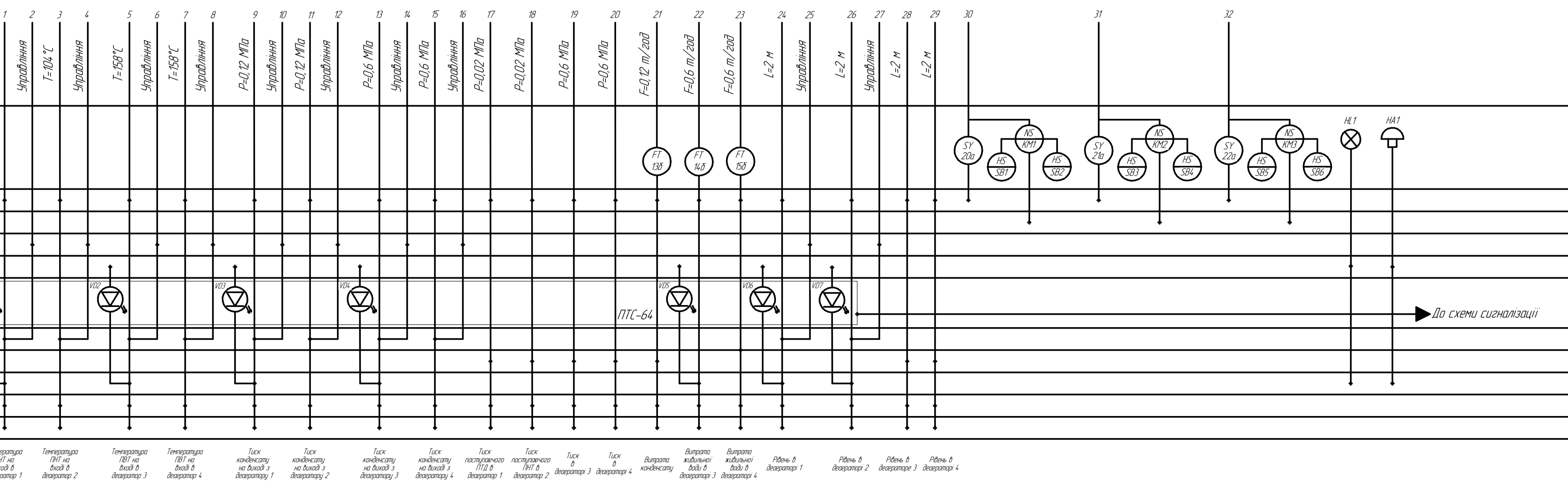
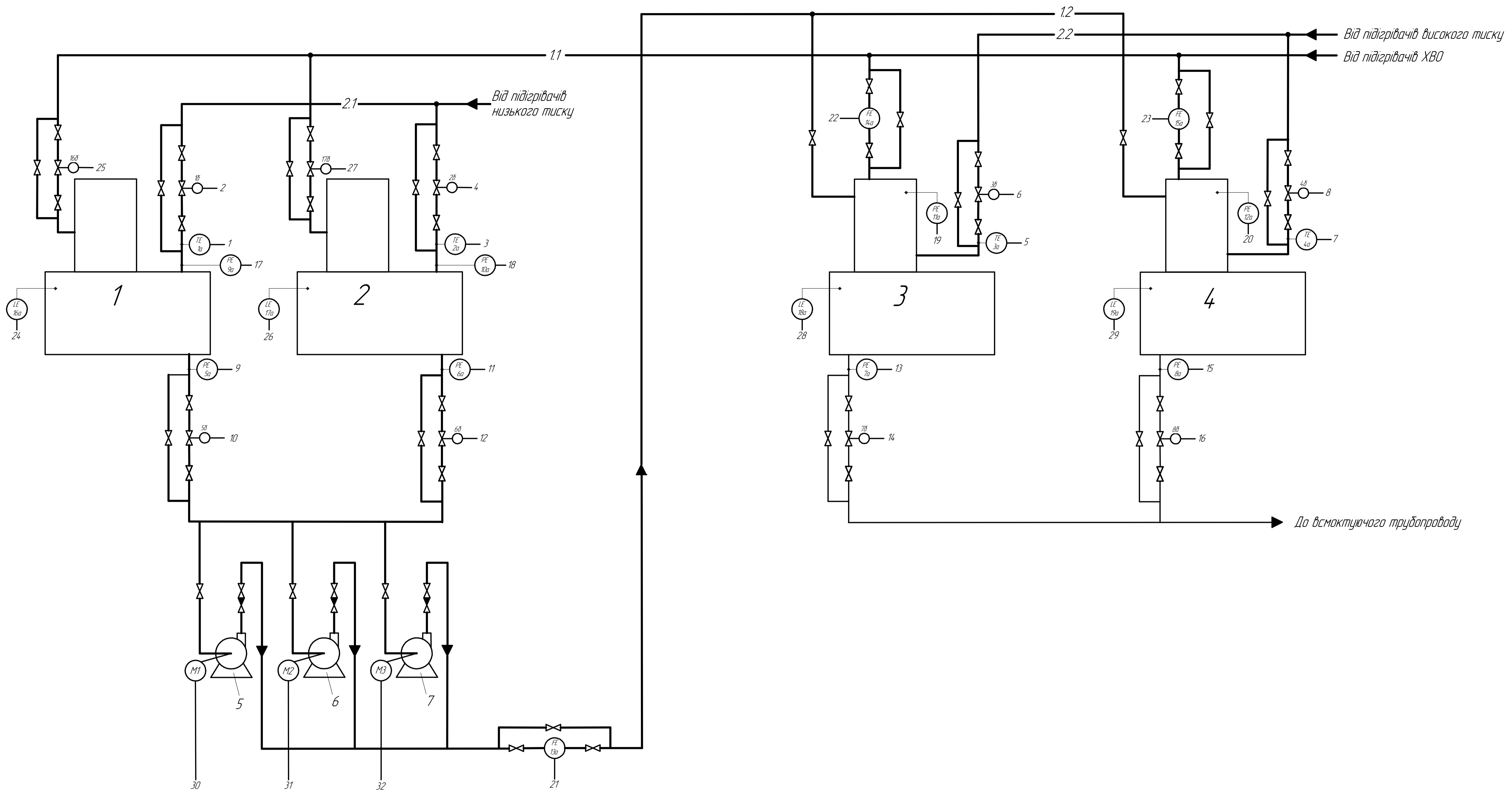
14. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів / укладачі: О. М. Тур, І. В. Новикова. – Шостка : Сумський державний університет, 2014. – 42 с.

15. Г.В. Голодников Т.В. Мандельштам. Практикум по органическому синтезу. Учебное пособие. Под ред. проф. К. А. Оглоблина. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1976. – 376 с.

16. Черныш П.И. Методические указания по выполнению курсового проекта "Расчет параметров настройки и схемотехнический синтез регулирующих устройств автоматики". – Таганрог: ТРТИ, 1983. – 30 с.

17. Копелович А.П.. Инженерные методы расчета при выборе автоматических регуляторов / А.П. Копелович; А.Л. Малый, Е.В. Докукина, П.Г. Ислентьева – Москва: Металлургиздат, 1960. – 189с.

					СУ – 61 Ш.6.151.00.05.03.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



**Умовні позначення потоків**  
 — 11 — Живильна вода  
 — 12 — Конденсат  
 — 2.1 — Пар низького тиску  
 — 2.2 — Пар високого тиску

Позн.	Назва апарату, машини	К-ть
1, 2	Деаератори 1,2 атм	2
3, 4	Деаератори 6 атм	2
5, 6, 7	Насоси для перекачування конденсату	3

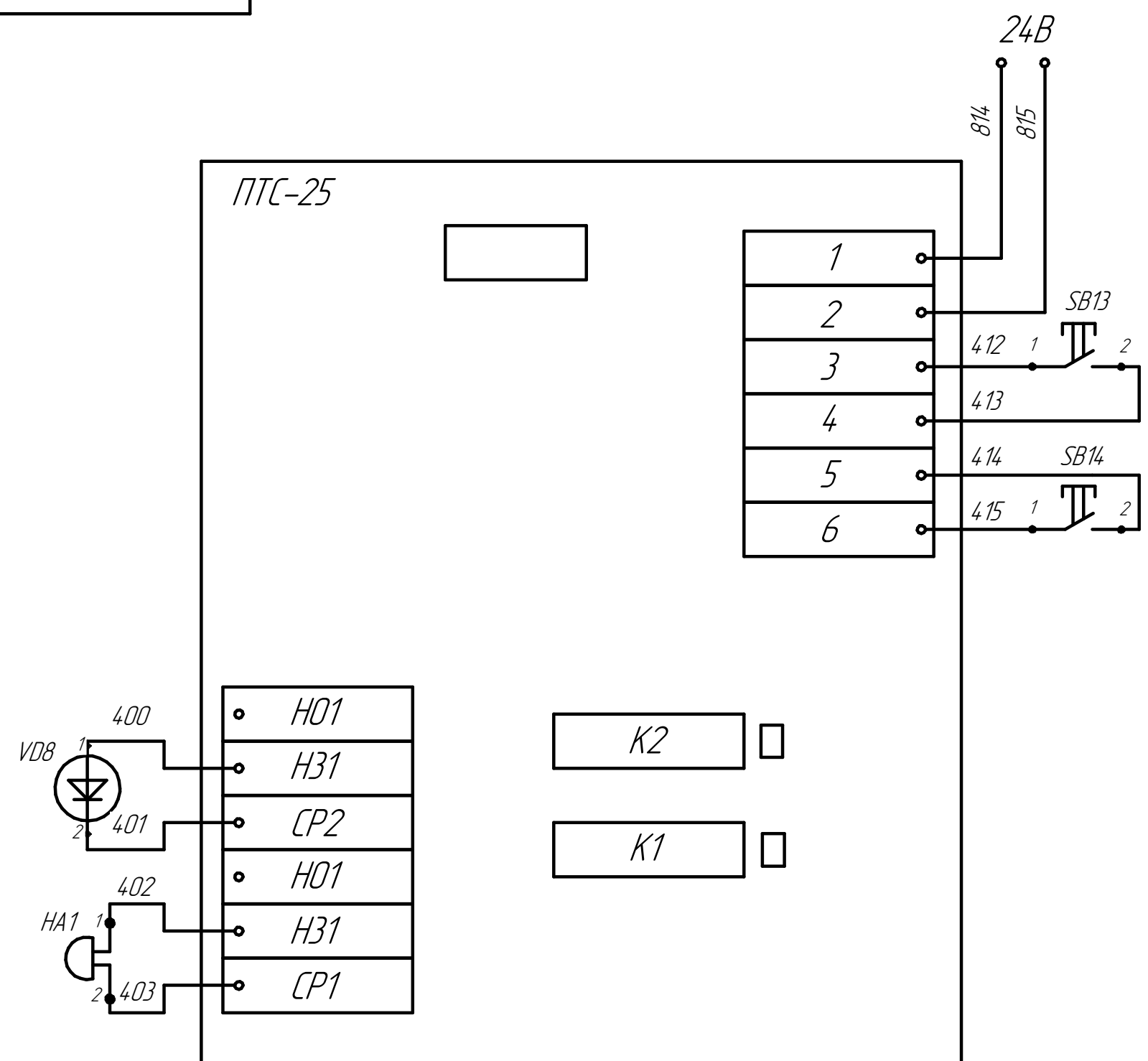
  

СЧ-61Ш.6.151.00.05.03.173		
Ізм./Лист	№ док.м.	Подп.
Разроб.	Кеня С.П.	
Проб.	Серяков А.Г.	
І.контр.		
Резонант.		
Утв.	Хидалеу Г.М.	

Система управління процесом деаерації технологічної води ТЕЦ	Лист	Масштаб
	1	1:1
Схема функціональна принципова	ШІ Сум ДУ	зр. СЧ-61Ш
Копіравал	Формат	A1

Лист № 1  
 Стор. № 1  
 Лист № 1 з 1  
 Лист № 1 з 1  
 Лист № 1 з 1

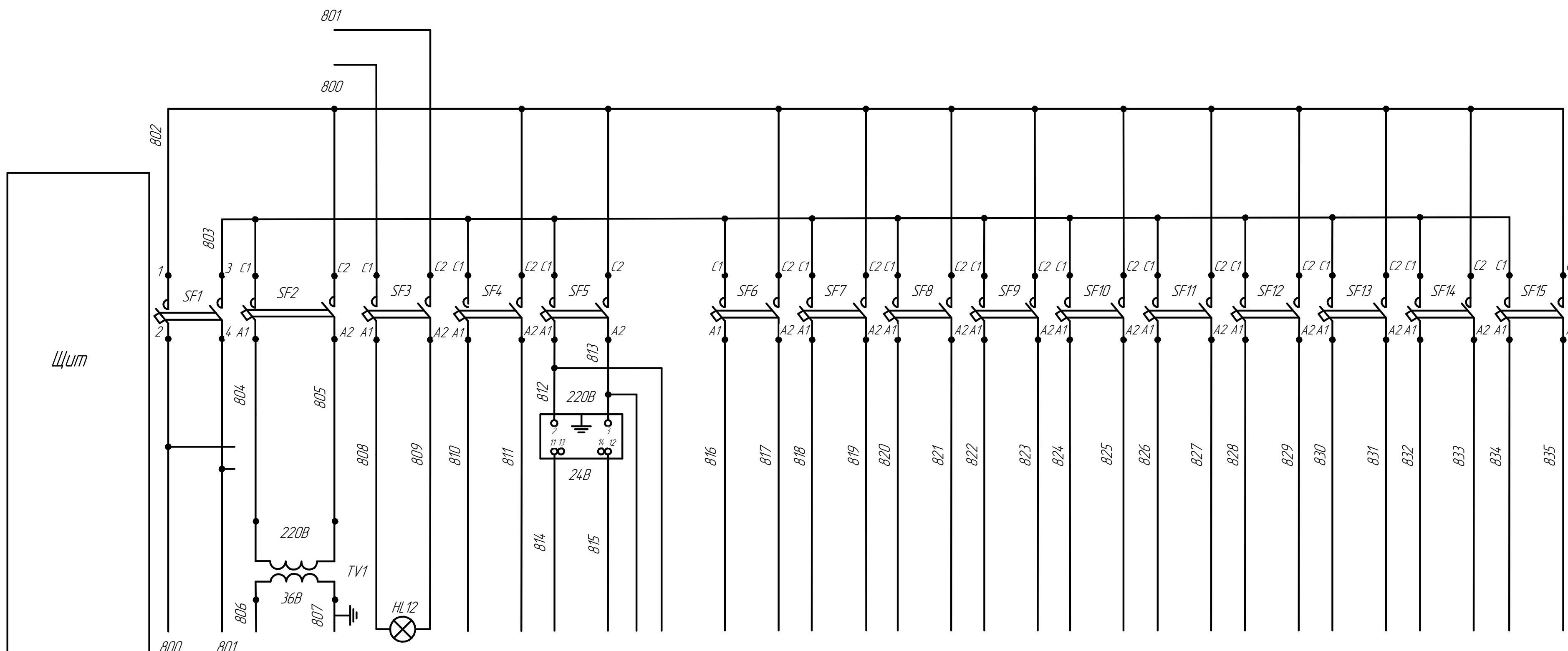


Випробування блоку ПТС-25

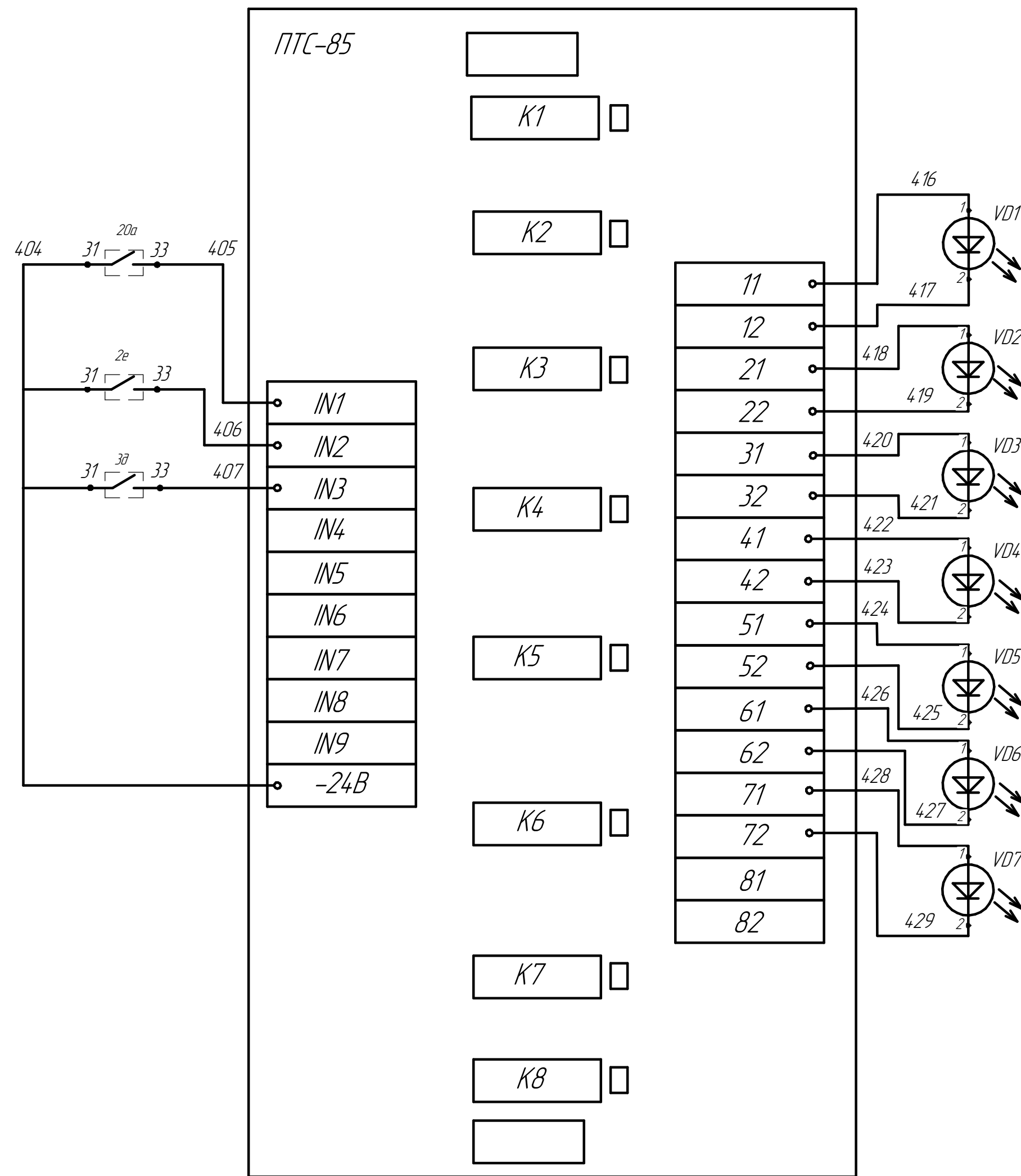
Зняття звукової сигналізації

Світлова сигналізація

Звукова сигналізація



Характеристика електричного	Позиція	XS	HL7	Резерв	Схема сигналізації	37	43	50	5e	2e	6e	7e	8e	9e	10e
	Тип	Вдвіє робочий	Розетка штепсельна	Освітлення	Резерв	Схема сигналізації	ІТМ-120У	Диск 250М	Диск 250М	МК-51	МК-51	ІТМ-120У	МК-121	МК-121	ІТМ-120У
Напряга, В	220	36	220		220, 24	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220
Потужність, Вт	672,8	120	100		129,6	8,5	40	40	13	13	8,5	8,5	8,5	8,5	6,5
Місце установки	Щит 1	Щит 1	Щит 1	Щит 1	Щит 1	Щит 2	Щит 1	Щит 1	Щит 2	Щит 2	Щит 2	Щит 2	Щит 2	Щит 2	Щит 1



Температура в деаераторах нижче норми

Тиск в деаераторах вище норми

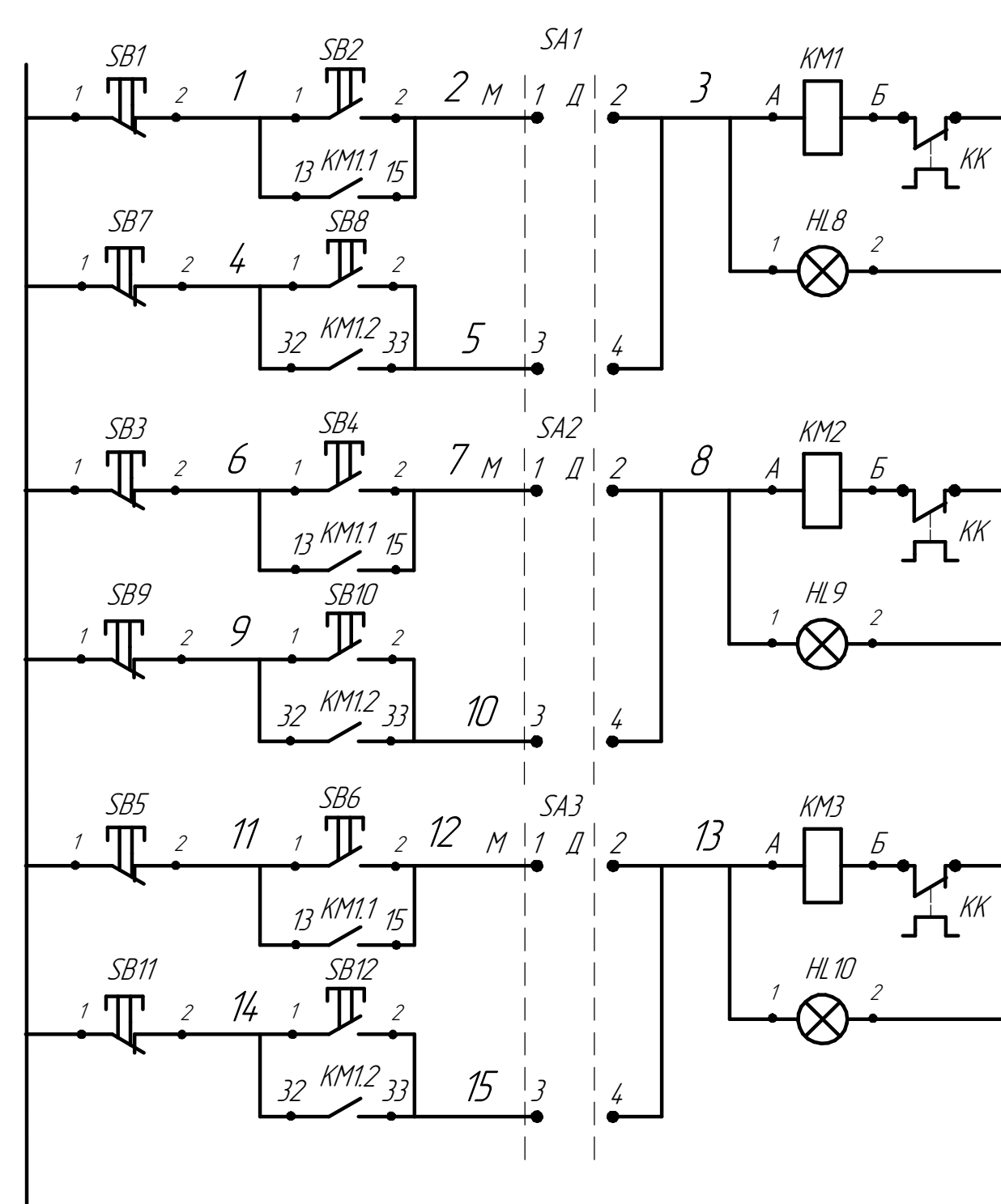
Витрати води в деаераторі 3 вище норми

Витрати води в деаераторі 4 вище норми

Тиск пару, що подається в деаераторі 1 нижче норми

Тиск пару, що подається в деаераторі 2 нижче норми

Рівень в деаераторах 3 і 4 нижче норми

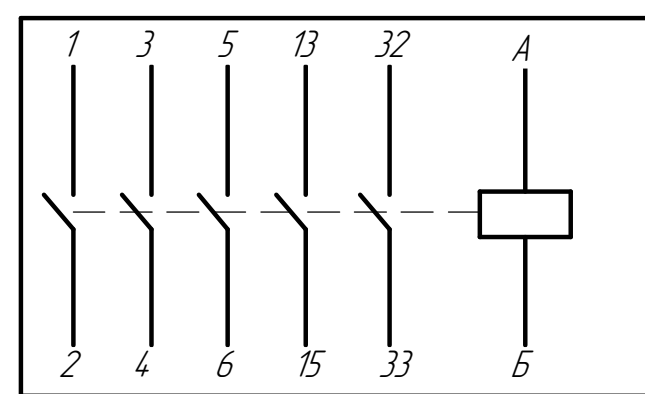


Вмикання двигуна М1

Вмикання двигуна М2

Вмикання двигуна М3

ПМЛ-2161 КМ1-КМ3



Ном секції	Номер контакта	Положення рукоятки							
		-45°		0°		45°			
Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
1	1	2						X	X
2	3	4	X	X					

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Прим.
SB13	Кнопка ВА хб2-ба51 Поворотна без фіксації, роздірна, NO, без підсвічування	2	
SB14	IP 40		
SB1	Кнопка АРВВ-22N «ПУСК-СТОП» овальна з фіксацією і підсвіткою неон	12	
SB12	Червоно-зелена, IP 40		
SF6, SF15	Автоматичний вимикач ВА-2005-М02 IP C 0,16...0,25А, Іном=0,25А	11	
SF4			
SF2, SF3	Автоматичний вимикач ВА-2001 IP C 4А, Іном=4А, IP=20	3	
SF5			
КМ1, КМ3	Пускач магнітний ПМЛ-2161 МК 0*45 220В Іном=32А	3	
SF1	Автоматичний вимикач ВА-2001 IP C 5А, Іном=5А, IP=20	1	
XS	Розетка штепсельна 2-х полюсна U=36В PШ2-42	1	
TV1	Трансформатор понижуючий ОСО-0,25-220/36 0,25кВа 220/36В	1	
HL8, HL9	Арматура сигнальна АСКО YL238-01 зелена 220В	1	
HL, HL7	Арматура сигнальна АД22С 24В	7	
HL9	Лампа розжарювання класична БМТ220-120	1	
HA1	Дзвінок на DIN-рейку Аско SU 213	1	

ЄУ-61Ш.6.151.00.05.03.ПЗ

Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Система управління процесом деаерації технологічної води ТЕЦ	Лист	Масштаб
Разраб.	Кевл СЛ						
Проб.	Сержак А.Г.						
Інж.пр.							
Ревізент							
Н.контр.							
Утв.							