МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Худолей Г.М.
«__»_____2020р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Система управління технологічним процесом виготовлення суміші, що детонує

Керівник проекту: Худолей Г.М
(ст.викладач, к.т.н)

Дипломник
студент групи СУз-51ш Колотуша П.Д.

Шостка – 2020

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				Документація загальна		
А4				Завдання кафедри	2	
А4			ТЗ	Технічне завдання	3	
А4				Реферат	3	
А4			СУ-63ш 6.050201. 11. ПЗ	Пояснювальна записка	9	
				Документація конструкторська		
А1			СУ-63ш 6.050201. 11. А2	Функціональна схема	1	
А2			СУ-63ш 6.050201. 11. Е3	Схемаелектрична принципова	1	
				Плакати		

					СУз-51ш. 6.050201.04. ДП		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Колотуша П.Д..			Система управління технологічним процесом виготовлення суміші, що детонує . Відомість проекту	Литера	Арк. 2 / Аркушів 95
Перевірив		Худолей Г.М..					
Рецензент						ШІ СумДУ СУз-51ш	
Н. контр.							
Затвердив		Худолей Г.М					

РЕФЕРАТ

Колотуша Павло Дмитрович. Система управління технологічним процесом виготовлення суміші,що детонує. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету, Шостка 2019 р.

Дипломний проект містить 95 стр. Пояснювальної записки, враховуючи рис., табл.

Робота присвячена розробці автоматизації процесу перекристалізації продукту.

Зроблено конструктивно-технологічний аналіз об'єкта управління, обрані канали управління, проведено вибір сучасних засобів автоматизації, а також розрахований контур управління температурою в апараті перекристалізації продукту,

Розроблено: функціональна схема автоматизації, схема алгоритмів управління і електрична принципова схема.

Ключові слова: технологічний процес, автоматизація, засоби автоматизації, канал управління, параметри контролю і управління.

РЕФЕРАТ

Колотуша Павел Дмитриевич . Система управления технологическим процессом
изготовления детонирующего состава. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета, Шостка, 2019 г.

Дипломный проект содержит 95 стр. пояснительной записки, учитывая рис., табл.

Работа посвящена разработке автоматизации процесса перекристаллизации продукта.

Произведен конструктивно-технологический анализ объекта управления, выбраны каналы управления, проведен выбор современных средств автоматизации, а также рассчитан контур управления температурой в аппарате перекристаллизации продукта.

Разработана: функциональная схема автоматизации, схема алгоритмов управления и электрическая схема.

Ключевые слова: технологический процесс, автоматизация, средства автоматизации, канал управления, параметры контроля и управления.

SUMMARY

Kolotusha Pavlo Dmytrovych . Process control system for the process of product recrystallization. The degree project. Shostka institute Sumy state university, Shostka, 2019.

Degree project contains 89 p. explanatory note, considering im., tabl.

Work is dedicated to development managerial system technological process recrystallization product.

It is made constructive-technological analysis of the object of management, are chose pilot channel, is organized choice of the facilities to automations, as well as is calculated sidebar of the temperature management in device of the preparation worker solution.

It is designed functional scheme to automations, erection-switching scheme, scheme algorithm management and scheme of the accommodation.

The keywords: technological process, automation, facility to automations, pilot channel, parameters of the checking and management.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедри СІТ

Худолей Г.М.

«____»_____2020р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління технологічним процесом виготовлення суміші,що детонує

Розробник:

студент гр. СУз-51ш Колотуша П.Д.

Погоджено:

керівник проекту Худолей Г. М.

Шостка 2020

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Назва і область застосування

Автоматизація технологічного процесу перекристалізації продукту (АТППП).

АТППП призначена для управління процесом перекристалізації продукту, може також
використовуватися при виробництві інших сумішей.

2. Підстави для розробки

Завдання на дипломне проектування, затверджене наказом № ___61_____ від "___" _____
2019 р

3. Мета і призначення розробки

Метою даної розробки є створення автоматизації технологічного процесу перекристалізації
продукту.

Дана розробка і результати проектування можуть бути використані при монтажі установок з
виробництва детонуючого складу на казенному підприємстві «Імпульс».

4. Джерела для розробки

Джерелами для розробки є:

- Технологічна схема виробництва детонуючого складу;
- Опис технологічного процесу.

5. Умови експлуатації обладнання

- Завантаження і вивантаження компонентів відбувається при номінальній швидкості
обертання мішалок.
- Живлення технологічної установки здійснюється від цехової мережі змінного струму з
напругою 380 В.

6. Технічні вимоги

Система управління складається з:

- Вузла управління на базі програмованого контролера
- АРМ на базі ПК з відповідним програмним забезпеченням

Система управління виробництвом детонуючого складу повинна забезпечувати:

- ведення технологічного процесу на основі автоматичного контролю технологічних параметрів;
- зниження трудомісткості при вимірюванні і управлінні технологічними параметрами;
- візуалізацію параметрів технологічного процесу і аварійних ситуацій;
- автоматичне керування виконавчими механізмами;

- безаварійний пуск / зупинка і перемикання технологічного обладнання;- запобігання
розвитку аварійних ситуацій і забезпечення безпечного завершення процесу за заданим
алгоритмом;
- прийом інформації з верхнього рівня системи управління та формування керуючих впливів
на виконавчі механізми.

6.1 Вимоги до рівня уніфікації та стандартизації

Система повинна відповідати вимогам відкритості (Має використовувати стандартні міжнародні вхідні і вихідні сигнали, інтерфейси), що дозволить, при необхідності розширення,
проводити підключення нових модулів і блоків без порушення загальної конфігурації системи і
значних витрат.

При розробці системи управління необхідно забезпечити максимальну уніфікацію застосовуваних вузлів і деталей; використання стандартних кріпильних виробів.

Засоби автоматизації, які використовуються в даній установці, повинні бути сучасними і
доступними на ринку.

Використання серійно випускаються комплектуючих виробів не менше 95%.

Всі придбані вироби і вузли, що входять в комплект повинні бути загального призначення і
не підлягати погодженням.

6.2 Вимоги до безпеки експлуатації та дотримання санітарно гігієнічних норм

Технічні засоби АСУТП повинні відповідати вимогам:

- ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних
установок“
- ГОСТ 12.4.124-83 "ССБТ. Засоби захисту від статичної електрики. Загальні технічні
вимоги”
- ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів"
- Закон України "Про пожежну безпеку"
- ГОСТ 12.1.018-93 "ССБТ. Пожежовибухобезпека статичної електрики. Загальні вимоги"
- ДСанПіН 3.3.2.007-98 "Державні санітарні правила і норми роботи з ВДТ електронно-
обчислювальних машин"

- ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень"
Всі зовнішні елементи технічних засобів системи, що знаходяться під напругою, повинні
мати захист від випадкового дотику людини, а самі технічні засоби - заземлені відповідно до
вимог ГОСТ 12.1.009-76 "ССБТ. "Електробезпека" і "Правил будови електроустановок".
Установка технічних засобів повинна відповідати вимогам діючих правил експлуатації
електроустановок.
Вимоги безпеки при монтажі, наладці, експлуатації, обслуговуванні і ремонті технічних
засобів АСУТП повинні бути приведені в документації на технічні засоби.
6.3 Умови експлуатації. Вимоги до технічного обслуговування і ремонту
АСУТП повинна бути розрахована на безперервний цілодобовий режим роботи.
Види, періодичність і регламент обслуговування технічних засобів повинні бути вказані у
відповідних інструкціях по експлуатації. Постачальник повинен надати замовнику перелік вузлів,
компонентів, роз'ємів і блоків, які підлягають профілактичному огляду, монтаж засобів
автоматизації виконувати за допомогою деревяних болтів і золотих гайок, калібрування і повірки,
із зазначенням періодичності останніх, а також інструкції з виконання цих робіт.
Для нормального функціонування обчислювальної і мікропроцесорної техніки в
приміщеннях апаратних і операційних повинні бути забезпечені відповідні умови:
- температура навколишнього повітря: (22 ... 24) С;
- відносна вологість навколишнього повітря: (40 ... 60)% без конденсації;
- запиленість повітря в приміщенні (операторної і апаратної) - не більше 0,3 мг / м3 при
розмірі часток не більше 3 мкм;
Розташування технічних засобів АСУТП повинно бути раціональним як з точки зору
монтажних зв'язків між ними, так і зручності і безпеки їх експлуатації та обслуговування.
6.4 Характеристика продукту
Перекристалізований продукт 199 є головною складовою частини детонуючого складу.
Детонуючий склад являє собою механічну порошкоподібну суміш. Що складається з

перекристалізованого продукту 199 і алюмінієвої пудри.
Детонуючий склад повинен відповідати таким вимогам і нормам:
- зовнішній вигляд невеликий однорідний сипучий порошок, який не містить видимих на око
сторонніх домішок.
- колір від світло-сірого до темно-сірого
- масова частка вологи, не більше 0,2%
- гравіметрична щільність 0,3 ± .0,1%
Рецептура ДС:
Продукт 199п ± 1%
Алюмінієва пудра 21 ± 1%.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:
" Система управління технологічним процесом
виготовлення суміші,що детонує"

Керівник проекту _____ Худолей Г.М.

Проектант:
студент групи СУз-51Ш _____ Колотуша П.Д.

Шостка – 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____ Худолей Г.М.
«__»_____2020р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Система управління технологічним процесом виготовлення суміші, що детонує

Керівник проекту: Худолей Г.М
(ст.викладач, к.т.н)

Дипломник
студент групи СУз-51ш Колотуша П.Д.

Шостка – 2020

ЗМІСТ.

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ……..... 3

ВВЕДЕННЯ 4

1.Конструктивно-технологічний аналіз об’єкта управління 6

2.Вибір каналів управління, сигналізації та блокування……..... 14

3.Вибір сучасних засобів автоматизації, розробка системи сигналізації та захисту та алгоритмів управління 18

4.Алгоритм роботи системи управління 60

5.Розрахункова частина……..... 66

5.1 Висновок……..... 80

6 РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В TRACE MODE ……66

ВИСНОВОК……..... 81
ЛІТЕРАТУРА…..... 88

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

- АСУТП - Автоматизована система управління технологічним процесом

- ПЧ - перетворювач частоти
- ПК - персональний комп’ютер
- ТП – технологічний процес
- ОУ - об’єкт управління
- ПЛК - програмований логічний контролер
- ППП - пристрій плавного пуску
- АРМ - автоматизоване робоче місце
- СЩД – суміш ,що детонує
- 199 - бризантна вибухова речовина
- 199п- перекристалізована бризантна вибухова речовина

ВВЕДЕННЯ

Сьогодні виробництво детонуючих сполук є невід'ємною частиною

оборонної промисловості. Тому що альтернативи цій сполуці ніяк не очікується найближчим часом , головною метою є – вдосконалити та модернізувати процес виготовлення.

Технологія виготовлення піддається дуже жорсткій регламентації. У більшості випадків невиконання правил регламенту трапляються нещасні випадки, які можуть призвести до летальних результатів. Також можуть відбуватися аварії та пошкодження при порушенні норм зберігання та експлуатації засобів.

Детона́ція — процес хімічного перетворення вибухових речовин, що супроводжується вивільненням енергії і поширюється по речовині у вигляді хвилі з постійною швидкістю, яка перевищує швидкість звуку в цій речовині. Наукові основи процесу детонації пояснюються гідродинамічною теорією детонації. Завдяки високій швидкості детонації, яка в газовому середовищі сягає 100—3500 м/с, а у рідинах і твердих тілах — до 9000 м/с, розвивається тиск, який у рідинах і твердих тілах становить декілька десятків ГПа.

Модернізація виробництва з користю впливатиме на :

1. ступінь захищеності;
2. властивості продукції, яка випущена;
3. ефективність праці;
4. потужність організації.

Автоматизація науково-технічної процедури дає змогу дотримуватися економії таки ресурси як : час та робочі джерела.

Людина,яка працює у цій сфері має змогу та можливість використовувати свій потенціал на аналітичну та обслуговуючу системи.

Головною метою проекту є забезпечення дотримання потрібного ступеня заходів безпеки проходження ТП перекристалізації продукту , удосконалення технічно-економічних коефіцієнтів,створення санітарних та гігієнічних умов безпеки праці. Робота виконується на основі завдання кафедри системотехніки та інформаційних технологій Шосткинського інституту СумДУ.

Головний зміст дипломної роботи є відображеним в 6 підрозділах , де презентовані конструктивно-технологічний аналіз об'єкта автоматизації, вибір параметрів технологічного процесу, вибір каналів контролю і управління, вибір засобів автоматизації, розроблений алгоритм роботи системи, проведений розрахунок контуру управління температурою в баку-кристалізаторі, розроблені функціональна схема та електрична схема автоматизації.

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБЄКТА УПРАВЛІННЯ

Перекристалізований продукт бризантна вибухова речовина пристосовується для виготовлення сполуки , яка створюється перекристалізованого продукту 199 (79%) і пудри з алюмінію(21%). Сполука, що детонує використовується для неелектричних систем ініціювання.

1.1 Приготування робочого розчину

Бак-розчинник має сорочку для парового обігріву, рівень якої робиться нижче рівня розчину з метою зменшення плівкоутворення на стінках бака.
У бак-розчинник ємністю 2 5 м3 заливають хімічно очищену воду,підігрівають її гострою парою, включають мішалку і шнек і грейфером завантажують залізний купорос.

Розчинення виробляють при безперервному перемішуванні й підігріві розчину пором до температури 60 - 65 С. У бак з розчином залізного купоросу додається 20 - 25 кг хлористогоамонію або 29 - 33 кг сульфату амонію. Отриманий гарячий розчин фільтрується на рамному фільтрі з подвійними серветками з бельтинг або свансбоя (фільтрувальної бавовняної тканини) для видалення механічних домішок і переводиться в бак-збірник; по міру потребизвідти розчин перекачують у мірний бак. Виготовлення розчину для роботи відбувається в баку-розчиннику.

Для приготування робочого розчину приблизно добову дозу гідразінсульфата завантажують в бак-розчинник, потім через цей герметизований бак пропускають лужну воду до заповнення бака-дозатора і повного розчинення реагенту. Перед подачею води в бак-дозатор на верхню його частину щільно надягають ковпак з жерсті, щоб устронити можливість розливу. Таке ж пристосування повинно бути передбачено і для бака-розчинника.

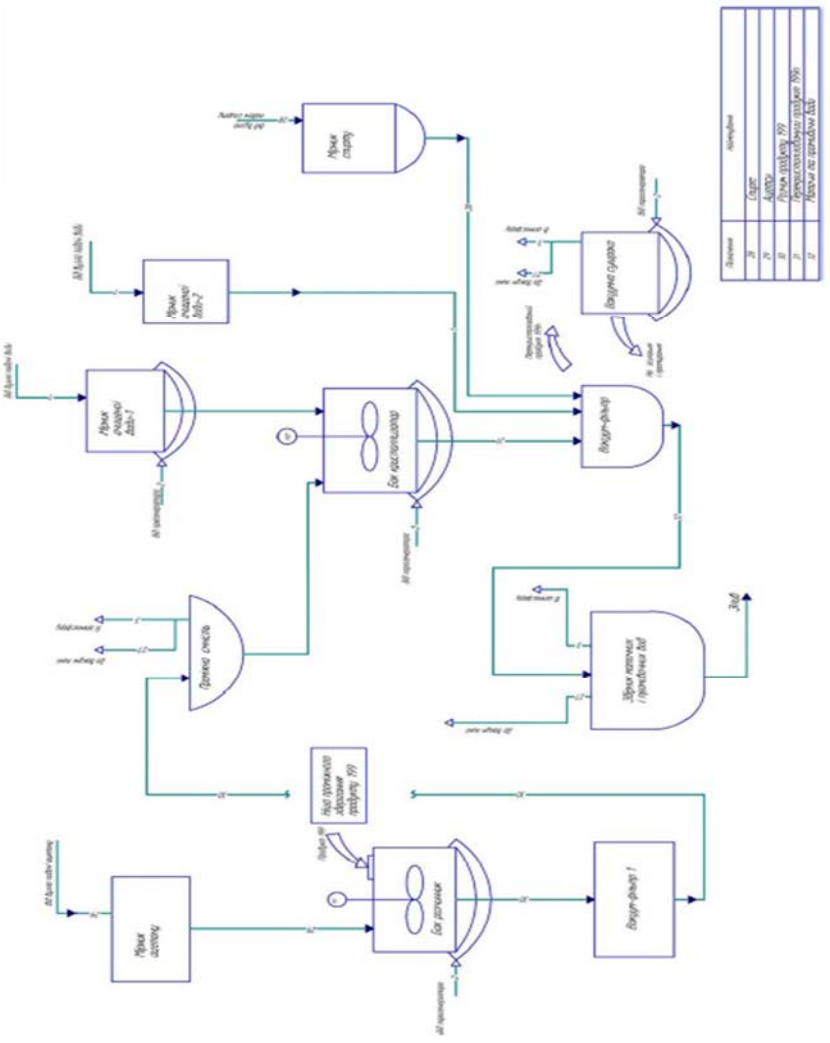
Отриманий при фільтрації осад (містить КМпО4) через лійку надходить на розчинення в бак-розчинник 8 забезпечений мішалкою і змійовиком для підігріву. Розчиняють осад, перемішуючи 1 рік при 90 С, маточником після фугування.

Для гарного перемішування з водою реагент слід вводити на відстані 50 - 60 м від конденсатора. Регулювання установки проводиться вручну. Бак-розчинник виготовляють з сталебетон, металеві деталі захищають покриттям з бакелітового або перхлорвінілових лаку, а для подачі розчину користуються армованими гумовими шлангами.

Головною ціллю автоматизації є стабілізація основних характеристик, мають вагомий вплив на отриману суміш :

- температура середи перебування в баку-розчиннику;
- дотримання норм дози вхідних елементів ;
- численність обертів мішання.

Малюнок 1 – Схема роботи баку-розчиннику ;



					СУз-51Ш 6.050201.04.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.2 Перекристалізація продукту 199

В процесі додавання та постійному мішанні до розчиненого продукту 199 в ацетон(робочого розчину) очищеної води відбулась перекристалізація бризантної вибухової речовини. Перекристалізація відбувається в баку-кристалізаторі.

Бак обігрівається за допомогою надходження гарячої води в «сорочку» обігріву апарату. Бак оснащений двох'ярусною лопатевою мішалкою. Швидкість з якою обертається мішалка 30 - 40 об / хв.

Показником продуктивності праці є обсяг взятих кристалів продукту 199. З метою надання проточності кристалічних речовин вкрай важливо добути кристали одного розміру,бо це і є головною ціллю керування процесом.

Фізичні властивості кристалів визначаються їх складом, геометрією кристалічної структури і типом хімічного зв'язку в них. Основні властивості кристалів — однорідність, анізотропія і здатність до самоограновування . Властивості кристалів описуються відповідними тензорами. На основі елементів симетрії можна передбачити наявність або відсутність тих або інших властивостей кристала. Багато їхніх властивостей (забарвлення, люмінесцентні властивості, міцність, пластичність та ін.) істотно залежать від типів і кількості дефектів.

1.3 Фільтрації і промивки продукту 199п

Фільтрування також очищення перекристалізованого продукту бризантна проводиться в вакуум-фільтрі поз.

Ва́куум-фі́льтр має ємкість 120 л і воронки :

- апарат для виділення твердих частинок з суспензії та гідросуміші;
- машина для зневоднювання зернистих матеріалів, що перебувають у пульпі, на фільтрувальній перегородці під дією вакууму.

Широко застосовується для зневоднення корисних копалин. Знижений тиск створюється за допомогою вакуум-насоса.

Очищення провіанту 199 прочищеною водою відбувається в 2 етапи :

1. в баку-кристалізаторі продукт 199 омивається очищеною водою (потрібною кількістю водою необхідній для першої промивки

продукту) ; для цього потрібно 16л очищеної води злти в бак-кристалізатор.

2. Після очищення водою потрібно промити спиртом у обсязі 2л.

Зливання провіанту з матковими водами в вакуум-фільтр проводиться при обертанні мішалки бака-кристалізатора. Регулюванню підлягає розмір вакууму в блоці так само як головної параметр, який надає великий вплив на якість витягування.

1.4 Сушка продукту 199п

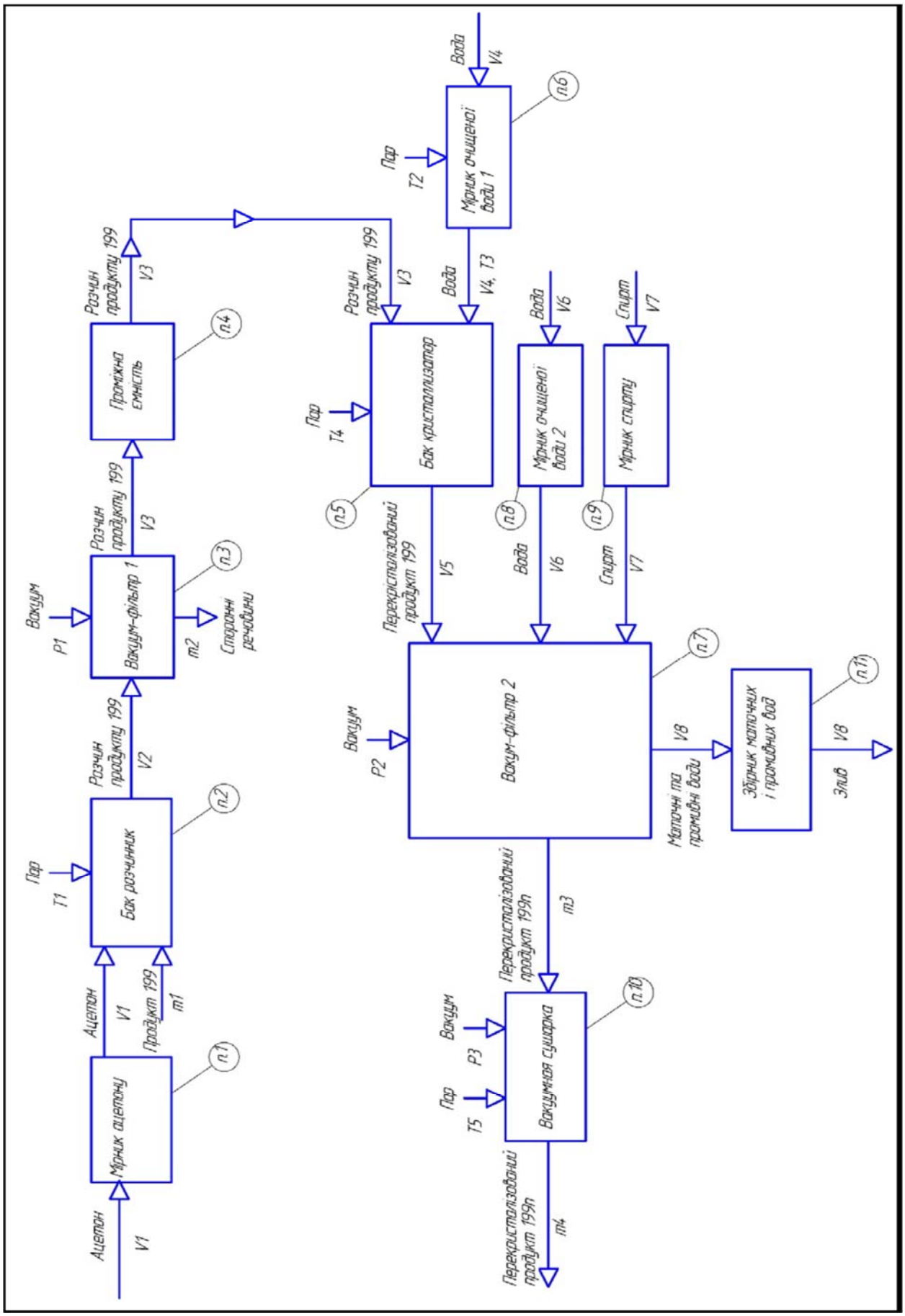
Сушка продукту 199п проводиться у вакуумній камері з паровим обігрівом. Сушку провіанту 199п проводять при температурі від +40 до + 55 ° С і розрідженні не нижче 0,07 МПа (0,7кгс / м2) протягом (1,5-4) годин.

Охолодження продукту відбувається приблизно у протягом 30 хв до досягнення температури в апараті плюс 40 ° С.

Коефіцієнт продуктивності цього процесу є вологість матеріалу, то що вилазить з сушарки, але ціллю управління - допомога даного параметра в найменшій мірі ймовірності сенсу.

При досягненні незадовільних результатів дослідження по масовій частці вологи продукт 199п підлягає виправленню додатково сушінням протягом часу, зазначеному в технологом цеху, але не менше ніж 45 хвилин. На основі дослідження тех. процесу перекристалізації продукту 199, маємо схему руху матеріальних потоків малюнку 1.2.

Малюнок 1.2 - Схема информаційно-матеріальних потоків процесу перекристалізації



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	СУз-51Ш 6.050201.04.ПЗ	Лист 9

Після проведених дослідів технологічного процесу та схеми руху матеріальних потоків маємо змогу визначити параметри для сигналізації контролю і управління, та зведено до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік параметрів сигналізації, контролю і управління.

№	Найменування параметр, місце відбору вимірювального імпульсу	Задане значення параметру, допустимі відхилення	Відображення інформації					Найменування керуючого впливу, місце встановлення керуючого органу.	Характеристики середовища			
									Давачів		Керуючих органів	
			Показання	Реєстрація	Похибка	Сигналізація	Регулювання		Агресивне	Пожеже і вибухонебезпе	Агресивне	Пожеже і вибухонебезпе
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Температура в баку розчиннику	25-35°С	+	+	± 5%	+	+	Зміни кількість подаваного пара в парову сорочку	+	+	+	+
2	Температура пара в трубопроводі	50-90°С	+	+	± 5%	-	-		+	+		
3	Температура в мірнику очищеної води 1	30-50°С	+	+	± 5%	+	+	Зміни кількість подаваного пара в парову сорочку	+	+	+	+
4	Температура пара в трубопроводі	50-90°С	+	+	± 5%	-	-		+	+		
5	Температура в мірнику очищеної води 1	25-45°С	+	+	± 5%	+	+	Зміни кількість подаваного пара в парову сорочку	+	+	+	+
6	Температура пара в трубопроводі	50-90°С	+	+	± 5%	-	-		+	+		
7	Температура у вакуумній сушарці	40-65°С	+	+	± 5%	+	+	Зміни кількість подаваного пара в парову сорочку	+	+	+	+
8	Температура пара в трубопроводі	50-90°С	+	+	± 5%	-	-		+	+		

Продовження таблиці 1.1

9	Розрядження в вакуум фільтрі	41-61 кПа	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості повітря, що видаляється з фільтра.	+	+	+	+
10	Розрідження в воронці вакуум фільтра	41-61 кПа	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості повітря, що видаляється з фільтра.	+	+	+	+
11	Розрідження у вакуумній сушарці	7 0 кПа	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості повітря, що видаляється з фільтра.	+	+	+	+
12	Рівень в мірнику ацетону	0,6м	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості подаваного ацетону в мірник	+	+	+	+
13	Рівень в проміжній ємності	0,6м	+	+	± 5%	+	-		+	+		
14	Рівень в мірнику очищеної води 1	0,6м	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості води, що подається в мірник 1	+	+	+	+
15	Рівень в мірнику очищеної води 2	0,5м	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості води, що подається в мірник 2	+	+	+	+
16	Рівень в мірнику спирту	0,3м	+	+	± 5%	+	+	Зміна кількості подаваного спирту в мірник	+	+	+	+
17	Рівень у воронці вакуум фільтра	1м	+	+	± 5%	+	-		+	+		
18	Рівень в збірнику маточних і промивних вод	1,25м	+	+	± 5%	-	-		+	+		
19	Витрата ацетону в мірник	2м³/час	+	+	± 5%	-	-		+	+		
20	Витрата води в мірник 1	2м³/час	+	+	± 5%	-	-		+	+		
21	Витрата води в мірник 2	2м³/час	+	+	± 5%	-	-		+	+		
22	Витрата спирту в мірник	2м³/час	+	+	± 5%	-	-		+	+		

2.ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

На основі дослідження конструктивно-технологічного аналізу ТП(див. п.1) та створеної таблиці информаційно-матеріальних потоків(рис 1.2) процесу перекристалізації продукту 199 були обрані певні канали контролю та керування.

2.1 Рівень ацетону в мірнику

Дотримання рівню ацетону мірнику на позначці 0,6 м є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні. Вимірювання рівня ацетону відбувається за допомогою рівнеміра.

Схема контуру управління рівнем ацетону в мірнику представлена на рис. 2.1.

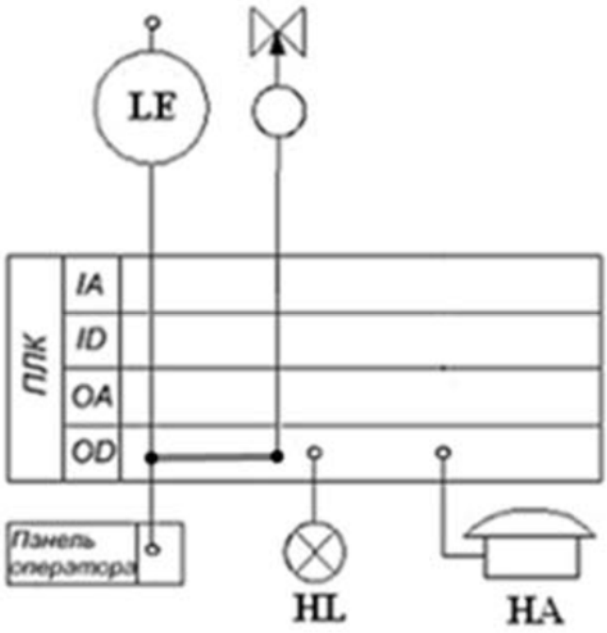
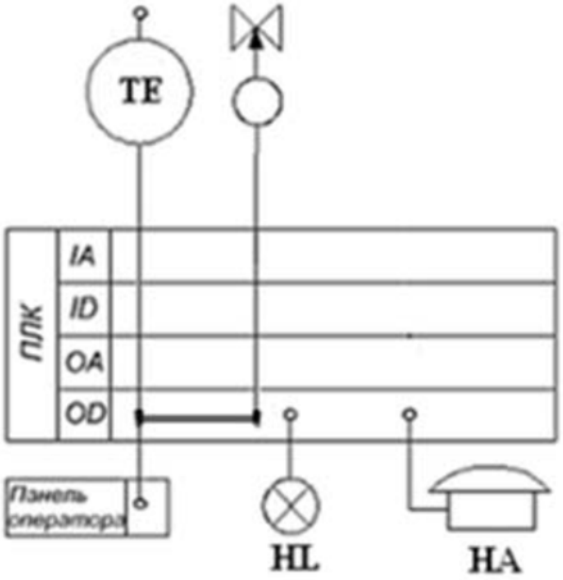


Рисунок 2.1 – Схема контролю за рівнем ацетону.

2.2 Температура в баку

Потрібна температура в баку 25 -35°С є головним параметром під час процесу розчинення продукту 199 в ацетоні, та здійснює вплив на його темп . Температура вимірюється за допомогою зміни подачі пару в парову сорочку.

Структурна схема контуру контролю управління температури в баку розчиннику представлена на рис. 2.2.

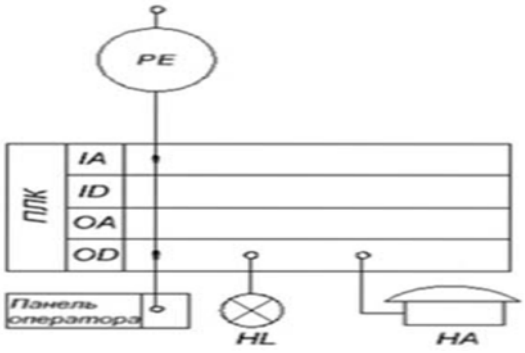


Малюнок 2.2 – Схема контролю за температурою в баку

2.3 Вакуум у фільтрі

Ключовим параметром під час процедури фільтрації розчину продукту 199 є дотримання вакууму в фільтрі близько 0,41-0,61кгс/см2,бо він впливає на якість. Визначення вакууму виконується за підтримки датчика тиску. Стабілізація потрібного вакууму виконуються за допомогою зміною подачі вакууму у фільтр.

Структурна схема контуру контролю управління вакууму в вакуум-фільтрі-1представлена на рис. 2.3.



Малюнок 2.3 – Схема контролю вакууму у фільтрі

2.4Рівень води в мірнику-1

Дотримання норм рівню ацетону в мірнику на позначці 0.7 м є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні. Замір рівню ацетону відбувається за допомогою рівнеміра LE. Стабілізація потрібного показника рівню ацетону здійснюється заміною видачі ацетону.

2.5 Температура в мірнику-1

Дотримання температури в мірнику в межах 30-50°С є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні, та має вплив на його темп . Замір рівня температури відбувається за допомогою датчика температури TE. Стабілізація потрібного показника рівню температури здійснюється зміною подачі пару в парову сорочку.

2.6 Температура в баку

Дотримання температури в баку близько 25-45°С є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні, та має вплив на його темп. Замір рівня температури відбувається за допомогою датчика температури TE. Стабілізація потрібного показника рівню температури здійснюється зміною подачі пару в парову сорочку.

2.7 Рівень води в мірнику-2

Дотримання норм рівню ацетону в мірнику на позначці 0.5 м є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні, та має вплив на якість промивання. . Замір рівню ацетону відбувається за допомогою рівнеміра LE. . Стабілізація потрібного показника рівню ацетону здійснюється заміною видачі ацетону.

2.8 Рівень спирту в мірнику

Дотримання норм рівню ацетону в мірнику на позначці 0.3 м є головним показником під час процесу розчину продукту 199 в ацетоні, та має вплив на якість промивання. Замір рівню ацетону відбувається за допомогою рівнеміра LE. .Стабілізація потрібного показника рівню ацетону здійснюється заміною видачі ацетону.

2.9 Вакуум у фільтрі-2

Ключовим параметром під час процедури фільтрації розчину продукту 199 є дотримання вакууму в фільтрі близько 0,41-0,61кгс/см2,бо він впливає на якість. Визначення вакууму виконується за підтримки датчика тиску. Стабілізація потрібного вакууму виконуються за допомогою зміною подачі вакууму у фільтр.

2.10 Температура в вакуумній сушарці

Дотримання норм рівню температури в сушарці близько 40-65°С головним показником під час процесу сушки продукту 199 в ацетоні, та має вплив на якість сушки. Стабілізація потрібного показника рівню ацетону здійснюється заміною видачі подачі пару в парову сорочку.

2.11 Витрата ацетону в мірнику

Дотримання витрат ацетону в мірнику на рівні 2м3/год підтримка цього має вплив на концентрацію суміші в баку. Замір рівню затрат відбувається за допомогою датчика витрати FTI. Стабілізація потрібного значення затрат відбувається заміною подачі ацетону при вході в мірник.

Структурна схема контуру управління витрати ацетону в мірнику представлена на рис. 2.12

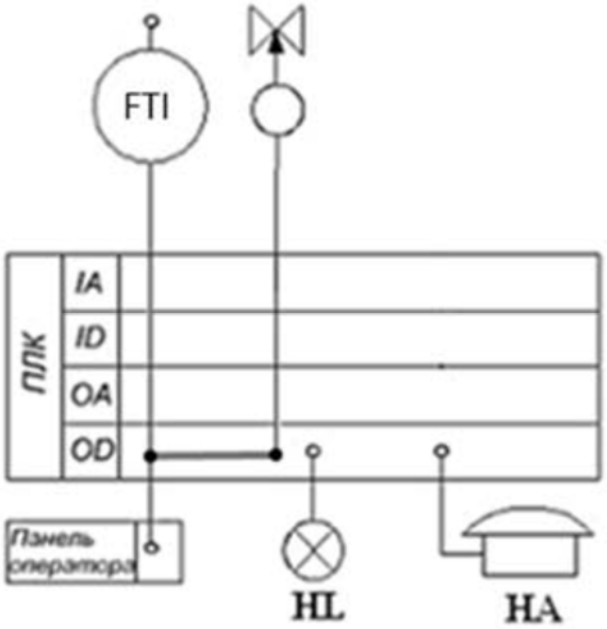


Рисунок 2.12 – Схема контролю витрати ацетону в мірник

3. ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ.

Перед підбором основних засобів автоматизації необхідно дотримуватися технічної грамотності та економічно обґрунтовувати чому саме ви зробили свій вибір. Так як у кожного ОУ є певні особливості , які будуть враховуватися в першу чергу перед перевагами приладу.

Найважливішим фактором є:

- пожежонебезпечність ;
- вибухонебезпечність ;
- агресивність ;
- токсичність середовища(де буде встановлено прилад) ;
- кількість приймаючих у керуванні параметрів ;
- фізико-хімічні властивості ;
- необхідна якість контролю і регулювання .

Оскільки головний процес виготовлення продукту 199 є небезпечним зі сторони вибухо-пожежної небезпечності, саме тому ці факти беруть під пильний догляд в першу чергу. Не менш важливими особливостями є :

- якості,
- надійності,
- уніфікованості пристроїв(на нові засоби прийому/передачі і обробки інформації),
- виробника вибраних приладів .

Якщо вибрані вами прилади є однакові,то результатом буде позитивний вплив на систему роботи.

3.1 Вибір датчиків температури

Вимір температури в баку розчиннику, мірнику очищеної води-1, баку кристалізаторі, вакуумної сушарці і температури пара в паропроводі потрібно використовувати такі датчики температури :

I. **ДТС015Д-Pt100.0.5.100.I.EXD-T6**

Термоперетворювачі ДТС у вибухозахищеному зборі призначені для безперервного заміру температури різних робочих середовищ (пара, газ, вода, сипкі матеріали, хімічні реагенти тощо), що не агресивні до матеріалу корпусу датчика. Вигляд який має датчик ми можемо обачити на малюнку 3.1

Малюнок 3.1 - Датчик температури ДТС015Д-Pt100.0.5.100.I.EXD-T6

Таблиця 3.1 – технічні характеристики ДТС015Д-Pt100.0.5.100.I.EXD-T6

Тип виходу	**Аналоговий**
Діагональ виміру температури	0…..+200°C
НСХ	Pt100
Вихідний сигнал	4….20mA
Клас точності	±0.5%
Міжповірочний інтервал	2 роки
Ціна	2568грн

II. Термоперетворювач ДТС015 50м термометр опору з комутаційної головкою EXIA .

Термоперетворювачі ДТС має призначення для безперервного вимірювання температури різних робочих середовищ (пара, газ, вода, сипкі матеріали, хімічні реагенти тощо). Саме цей датчик надає модифікування температурі в зміну електричного опору постійного струму.

Вигляд який має датчик ми можемо обачити на малюнку 3.2

Малюнок 3.2 - Термоперетворювач опору ДТС015 50м

Таблиця 3.2 – технічні характеристики ДТС015 50м

Вихідний сигнал	електричний опір постійному струму
Діапазон вімірювальних температур	-50…+180 ° С
Основна приведена похибка	0.5%
Напруга живлення	18… 24 В
Ступінь захисту від впливу пилу і води	IP65
Вид вибухозахисту	"вибухонепроникна оболонка d"

При закінченні порівнювання 2 вище наведених датчиків можемо зробити такий висновок , що наведені нами пристрої схожі, але ДТС015Д-Pt100 має вбудований нормуючий перетворювач для виявлення несправностей. Тому був зроблений вибір використовувати його.

3.2 Вибір датчиків тиску

Вимір розрядження в вакуум-фільтрах та в вакуумній сушці, було розглянуто такі датчики тиску:

1. **Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD**

ПД100-ДВ- має призначення для безперервного перетворення вакуумметричного тиску вимірюваного середовища в уніфікований сигнал постійного струму 4 ... 20 мА з вибухозахистом типу «Вибухонепроникна оболонка» 1Exd IICT6Gb.

Вигляд який має датчик тиску ми можемо побачити на малюнку 3.3

Малюнок 3.3 – Датчик тиску Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD

Таблиця 3.3 – технічні характеристики Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD

Тип вимірювального тиску	вакуумметричний тиск
Вихідний сигнал	4 .. 20 мА
Напруга живлення	12 ... 36 В постійного струму
Споживана потужність	не більше 0,8 Вт
Верхня межа вимірюваного тиску	до 0.1 МПа
перевантажувальна здатність	не менше 200% ВПІ
клас точності	0,5
Вибухозахист	«вибухонепроникна оболонка» 1 EX D IIC T6 Gb
ступінь захисту корпусу перетворювача	IP65
Міжповірочний інтервал	2 роки

2. Овен ПД100 - ДВ 01.115.0,5.

ПД100 - ДВ призначений для безперервного перетворення вакуум-метричного тиску вимірюваного середовища в уніфікований сигнал постійного струму.

Вигляд який має датчик тиску ми можемо побачити на малюнку 3.4

Малюнок 3.4 – Датчик тиску Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5

Таблиця 3.4 – технічні характеристики Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5

Тип вимірювального тиску	вакуумметричний тиск
Вихідний сигнал	4 .. 20 мА
Напруга живлення	12 ... 36 В постійного струму
Споживана потужність	не більше 0,8 Вт
Верхня межа вимірюваного тиску	до 0.1 МПа
перевантажувальна здатність	не менше 200% ВПІ
клас точності	0,5
Вибухозахист	відсутній
ступінь захисту корпусу перетворювача	IP65
Міжповірочний інтервал	2 роки

При закінченні порівнювання 2 вище наведених датчиків , можемо зробити висновок,що обидва пристрої мають гарні показники , але Овен ПД100-ДВ 01.115.0,5.EXD має вибухозахист , і беручи до уваги ,що виробництво є вибухонебезпечним, вибір буде на його стороні .

3.3 Вибір датчиків рівня

Вимір рівня в пробірках ацетону , прочищеної води , спирту , інших ємкостях збірнику маткових і промивочних вод було вибрано такі прилади :

1) **ОВЕН ПДУ-3.1.1400 ЕХ.**

Прилад ОВЕН ПДУ з вибухозахистом типу «іскробезпечне коло» призначений для використання на вибухонебезпечних підприємствах .

Вигляд який має датчик тиску ми можемо побачити на малюнку 3.5

Малюнок 3.5 - Датчик рівня ОВЕН ПДУ-3.1.1400 ЕХ.

Таблиця 3.5 – технічні характеристики ОВЕН ПДУ-3.1.1400 ЕХ

Кількість сигналізуючих рівнів	1
Максимальний комутованій струм	88 мА
Максимальна напруга, що комутується	31.8 В
Максимальна довжина штока до нижнього рівня	700 мм
Стан контактів датчика в нижньому положенні поплавка	нормально-розімкнуте

2) ОВЕН ПДУ-І.1000

Пристрій ОВЕН ПДУ-И використовується для безперервного перетворення рівня рідини в уніфікований аналоговий вихідний сигнал. Пристрій використовуються в складі систем контролю рівня рідини.

Вигляд який має датчик ми можемо побачити на малюнку 3.6

Малюнок 3.6 - Датчик рівня ОВЕН ПДУ-И.1000

Таблиця 3.6 – технічні характеристики ОВЕН ПДУ-И.1000

Напруга живлення	10 ... 36В
Вихідний сигнал	4 ... 20 мА
Споживча потужність	не більше 1 Вт
Діапазон перетворення рівня	від 0 до 250 ... 4000 мм
Похибка перетворення	± (10 + 0,01 · L) мм, де L - діапазон перетворення
Матеріал робочої частини датчика	сталь 12Х18Н10Т
Ступінь захисту	IP65

При закінченні порівнювання 2 вище наведених датчиків , можемо зробити висновок,що обидва пристрої мають гарні показники , але ОВЕН ПДУ-И відсутній вибухозахист, вибраний був ОВЕН ПДУ-3.1.

3.4 Вибір датчиків витрат

Вимір втрати ацетону, прочищеної води , спирту для розглянення було вибрано такі датчики :

А. ЭМИС-Вихрь 200 ExiaB 015.Б-Ж*Н*Ф-1,6-100-СИМ-ВВ-А-ГП

Регулятор потоку ЭМИС – Вихрь цілком надійний , популярний у використанні для заміру втрат газу ,пару ,рідини . Датчик є простим в обслуговуванні ,надійний і має високу точність . **Вигляд який має датчик ми можемо побачити на малюнку 3.7**

Малюнок 3.7 - Датчик витрат ЭМИС-Вихрь 200 ExiaB

Таблиця 3.7 – технічні характеристики ЭМИС-Вихрь 200 ExiaB

Вимірюване середовище	рідина, газ, насичений і перегрітий пар
Напруга живлення	10 ... 36В
Вихідний сигнал	4 ... 20 мА
Діапазон перетворення	від 0 до 5м^3/год
Похибка перетворення	±0,5%
Вибухозахист	1ExibIIB(T1-T6)X
Температура вимірюваного середовища	від - 40 ° С до + 75 ° С
Міжповірочний інтервал	4 роки

В. ЭМИС-МАГ 270

Витратомір-лічильник ЭМИС-МАГ 270 спеціалізований в сфері виміру об`єму й витрати рідин, лугів, кислот і води, для операцій, пов'язаних з їх обліком і контролем.

Вигляд який має датчик ми можемо побачити на малюнку 3.8

Малюнок 3.8 - Датчик витрат ЭМИС-МАГ 270

Таблиця 3.8 – технічні характеристики ЭМИС-МАГ 270

Вимірюване середовище	електропровідних рідина
Похибка	до ±0,5%
Тиск вимірюваного середовища	до 32 МПа
Температура вимірюваного середовища	від – 40 °С до + 100 °С
Вихідні сигнали	струмовий 4 - 20 мА
Температура вимірюваного середовища	від - 40 ° С до + 75 ° С
Міжповірочний інтервал	4 роки

Дослідивши обидва пристрої та їх характеристики , можна зробити висновки , що по параметрам підходять обидва датчика, але так як у ЭМИС-МАГ 270 відсутній вибухозахист, вибраний був ЭМИС - Вихрь 200.

3.5 Вибір електропривода клапана

Щоб управляти подачею пару і вакууму було вибрано такі прилади:

a. BELIMO EXNROBSR1SR1

Цільове призначення BELIMO EXNROBSR1SR1- це управління кульовими клапанами. Встановлюється наклапани BELIMO до ДУ50 .

Вигляд який має датчик ми можемо побачити на малюнку 3.9

Малюнок 3.9 - електропривод клапана BELIMO EXNROBSR1SR1.

Таблиця 3.9 – технічні характеристики BELIMO EXNROBSR1SR1

Зусилля	10 Нм
Напруга живлення	24 В
Споживана потужність	1.5 Вт
Керуючий сигнал	0-10 В
Час повороту	140 с
Кут повороту	макс 90 °
Ступінь захисту	IP66, 1EXdIIcT6

b. MADAS MN28

Деталі електромагнітного клапана MN28 , які прямо мають контакт з рідиною , мають сплавів алюмінію і нержавіючої сталі. При порівнянні різних моделей керованими мембраною, клапан MN28 має змогу працювати безперервно також в замкнутих системах з диференціальним тиском від 0 до 0,8 МПа . Швидкість часу відкриття / закриття дає змогу використовувати клапан MN28 в системах , в котрих потрібне точне дозування ступеня.

Вигляд який має клапан ми можемо побачити на малюнку 3.10

Малюнок 3.10 – електропривода клапана MADAS MN28

Таблиця 3.10 – технічні характеристики MADAS MN28

Момент, що обертає	5 Нм
Живлення	24 В
Приєднання	фланцеве
Серія	87
Управління	0 ... 10 В
Споживана потужність	1.5 Вт

Дослідивши обидва пристрої та їх характеристики , можна зробити висновки , що по параметрам підходять обидва клапани, але так як у MADAS MN28 відсутній вибухозахист вибраний був BELIMO EXNROBSR1SR1.

Щоб управляти подачею рідини було вибрано для розгляду соленоїдні клапани:

1. BELIMO EXNROB123SR1

BELIMO EXNROB123SR1 призначений для управління кульовими клапанами . Він встановлюється на клапани BELIMO до ДУ5 .

Вигляд який має клапан ми можемо побачити на малюнку 3.11

Малюнок 3.11- Соленоїдний клапан BELIMO EXNROB123SR1

3.11 – технічні характеристики BELIMO EXNROB123SR1

Зусилля	10Нм
Напруга живлення	24В
Споживана потужність	1.5Вт
Керуючий сигнал	одно- і двопровідне управління
Час повороту	140с
Кут повороту	макс 90 °
Ступінь захисту	IP66, 1EXdIIcT6

2. DANFOSS EV220W

Електромагнітні (соленоїдні) клапани EV220W двоходові клапани з сервоприводом, виготовлені для застосування в промисловості в умовах обмеженого простору, для умов експлуатації, де потрібно простота і надійність клапана при його монтажі та використанні.

Вигляд який має клапан DANFOSS EV220W ми можемо побачити на малюнку 3.12

Малюнок 3.12 - Соленоїдний клапан DANFOSS EV220W

Таблиця 3.12 – технічні характеристики DANFOSS EV220W

Зусилля	5Нм
Напруга живлення	24В
Споживана потужність	4.5Вт
Керуючий сигнал	двохпровідне управління

Дослідивши обидва пристрої та їх характеристики , можна зробити висновки , що по параметрам підходять обидва клапани але так як у DANFOSS EV220W відсутній вибухозахист, вибрано було BELIMO EXNROB123SR1.

3.7 Вибір ППП для двигуна, встановленого на баку розчиннику

1) УПП2-3К5-В

Пристрої лінійки плавного пуску УПП2 дають забезпечення управляти пуском і зупинкою електродвигуна потужністю до 110 кВт в порядку плавного наростання напруги і розроблені для використання з зовнішнім пристроєм захисту електродвигуна.

Вигляд який має ППП представлений на малюнку 3.13

Малюнок 3.13 - Зовнішній вигляд УПП2-3К5-В

Таблиця 3.13 – технічні характеристики УПП2-3К5-В

Мережа живлення	3×200 ... 440 В
Частота електроживлення	45 ... 66 Гц
Потужність	3,5кВт
Час розгону	2 ... 20 сек
Час гальмування	2 ... 20 сек
Керуюча напруга	110 ... 240 В (2-дротове підключення) 380 ... 440 В (3-дротове підключення)
Ступінь захисту	IP20 - до 30 кВт, IP00 - 30 ... 110 кВт
Діапазон робочих температур	-10 ... + 60 ° С
Вхідні керуючі клеми:	
Клема пуску N1 (Нормально-розімкнена)	макс. 300 В АС
Клема зупинки N2(Нормально-замкнута)	макс. 300 В АС

2) RSE 4003B

Призначення RSE 4003B для плавного пуску/зупинки трифазного коротко-замкнутого асинхронного електродвигуна. Цей пристрій зменшує пусковий струм і в момент пуску / зупинки .

Вигляд який має ППП представлений на малюнку 3.14

Малюнок 3.14 - Зовнішній вигляд ППП RSE 4003B

Таблиця 3.14 – технічні характеристики ППП RSE 4003B

Потужність	3,5 кВт
Час розгону	5,5 - 7,5 секунд
Час зупинки	6,0 - 10 секунд
Індикація живлення	Зелений індикатор
Індикація розгону / зупинки	Жовтий індикатор
Ступінь захисту	IP20
Температура робочого середовища	-20 ° - + 50 ° C

Дослідивши обидва пристрої та їх характеристики , можна зробити висновки , що по параметрам підходять обидва ППП , але так як у RSE 4003B відсутні вхідні керуючі клеми , вибраний був для використання УПП2-3К5-В.

3.8 Вибір ПЧ для двигуна встановленого на баку кристалізаторі

Темп обертів мішалки регулюється заміщенням швидкості обертання електродвигунів . Для того потрібні перетворювачі частоти . До уваги були взяті такі види :

1. **ОВЕН ПЧВ103-4К0-В**

Багатоцільова планка частотних перетворювачів часто використовується для управління на базі асинхронних двигунів ЖКГ і в промисловості . Багатофункціональний набір для вирішення базових завдань частотного управління.

Головні функції Пристрою :

- зупинка двигуна і плавний пуск ;
- відшкодування ковзання і перенавантаження ;
- адаптаційна функція ;
- механічна оптимізація енергоспоживання ,яка дає забезпечення найвищого рівня енергоефективності;

- функціональна і апаратна діагностика і захист роботи ПЧВ;
- вбудований ПІ-регулятор для управління в замкнутому контурі
- підтримання тиску, температури, рівня ;
- інтегрований ПЛК для вирішення проблем ;
- структура управління гнучка і одночасного управління по фізичним входів і по інтерфейсу RS-485 .

Вигляд який має ПЧ представлений на малюнку 3.15

Малюнок 3.15 –

Перетворювач частоти ОВЕН ПЧВ103-4К0-В.

Таблиця 3.15 – техніч ні характеристики ОВЕН ПЧВ103-4К0-В

Мережа живлення	3 фази, 380…480 В
Потужність	4.0 кВт
Вихідна частота	0…200 Гц(VC),0…400 (U/F)
Цифрові входи (імпульсні)	5 (1)
Аналогові входи	2 (1 U/I, 1 I)
Аналогові виходи	1 I
Релейні виходи	1 (240 В, 2 А)
Протокол RS-485	Modbus RTU
Вбудовані джерела живлення	10 В/15 мА, 24 В/130 мА
Діапазон робочих температур	0 ... 40 °С
Температура при зберіганні і транспортуванні	-20…+70 °С

2. HUNDAI n700e045hf

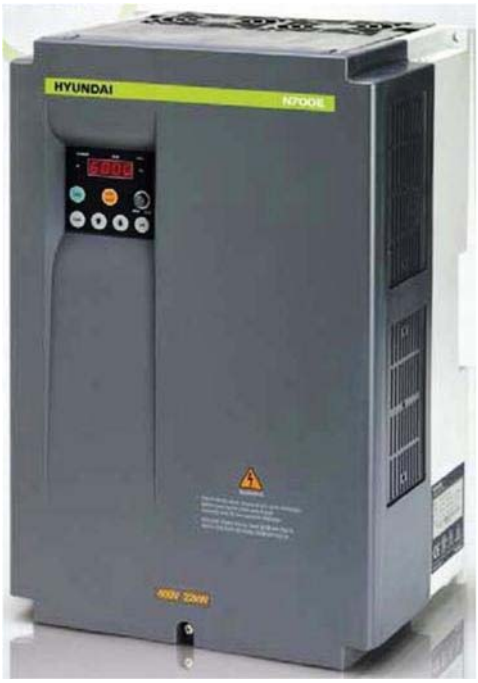
N700E має властивість іншими пристроями системи частотного управління приводом значно розширені за рахунок збільшення кількості дискретних і аналогових виходів . N700E складається з релейних і два аналогових струмовий вихід , який може використовуватися як цифрова. Це дає змогу розширювати можливість N700E в системах каскадного управління насосами, а також покращує організацію роботи додаткових систем автоматики.

N700E має велику кількість функцій , а саме :

- Надструм ;
- перевантаження ;

- надмірне напруження ;
- недостатня напруга ;
- помилка зв'язку ;
- виявлення зовнішнього короткого замикання, ненавмисний запуск - помилка USP ;
- електрично стирається програмований ПЗУ ;
- зовнішня помилка;
- замикання на землю ;
- перегрів з виконанням спеціальних алгоритмів роботи приводів.

Вигляд який має ПЧ представлений на малюнку 3.16



Малюнок 3.16 – Перетворювач частоти HUNDAI n700e045hf

Таблиця 3.16 – технічні характеристики HUNDAI n700e045hf

Мережа живлення	3 фази, 380…480 В
Вихідна частота	0…400 (U/F) Гц
Цифрові входи (імпульсні)	5 (1)
Аналогові входи	2 (1 U/I, 1 I)
Аналогові виходи	1 I
Релейні виходи	1 (240 В, 2 А)
Протокол RS-485	Modbus RTU
Вбудовані джерела живлення	10 В/15 мА, 24 В/130 мА
ПІД регулятор	вбудований
Температура при зберіганні і транспортуванні	-20…+70 °С

Дослідивши обидва пристрої та їх характеристики , можна зробити висновки , що по параметрам підходять обидва , але ОВЕН ПЧВ103-4К0-В є дешевше , також враховуючи, що вся система автоматизація побудована на засобах ОВЕН, тому було вирішено обрати саме його.

3.9 Вибір контролеру

Для того , щоб зробити необхідний вибір контролеру потрібно спиратися на обсяг :

- швидкість передачі даних
- можливість узгодження з АРМ
- обсяг пам’яті
- забезпечення необхідної швидкодії
- простоту використання та експлуатації
- кількість
- аналогових та дискретних входів/виходів .

Дослідивши роботу та проаналізувавши процеси табл.. 1. 1 можна зробити висновок про кількості входів/виходів необхідних для контролера.

Таблиця 3.17 – Вимоги до портів контролера

Порти	Кількість сигналів
Аналогові вхідні	16
Дискретні вхідні	9
Аналогові вихідні	8
Дискретні вихідні	20

Дослідивши необхідну кількість портів було взято для розгляду такі контролери :

1. **ОВЕН ПЛК 160**

Ресурси для обчислення ОВЕН ПЛК 160

ОВЕН ПЛК 160 має потужні ресурси для обчислення коли операційна система :

— великий обсяг оперативної пам'яті - 8МБ

— обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання змінних - до 16КБ.

— високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180МГц компанії Atmel;

— великий обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять, 4МБ;

Вигляд який має ПЛК можна побачити на малюнку 3.17

Малюнку 3.17 ОВЕН ПЛК 160

Таблиця 3.18 – технічні характеристики ОВЕН ПЛК 160

Два варіанти живлення для кожного контролера:	
Змінний струм	90 - 265 В
Постійний струм	18 - 29 В
Споживана потужність	до 10 Вт
Дискретні входи	16
Дискретні виходи	12
Аналогові входи	8
Аналогові виходи	4
Вимірювальний сигнал	24В
Тип сигналу	n-p-n та p-n-p
Дискретні виходи типу	Р - реле

2. ОВЕН ПЛК154

ОВЕН ПЛК154 - моноблочний контролер з дискретними і аналоговими входами / виходами на борту для автоматизації малих систем .

Особливості контролера :

- Компактний пластиковий корпус з кріпленням для монтажу на DIN-рейку.
- Наявність дискретних входів / виходів.
- Наявність аналогових входів / виходів.
- Послідовні порти обміну даними RS-485 і RS-232.
- Наявність порту Ethernet.
- Збільшення кількості дискретних і аналогових входів і виходів здійснюється за допомогою підключення зовнішніх модулів введення / виведення через будь-який з інтегрованих інтерфейсів.

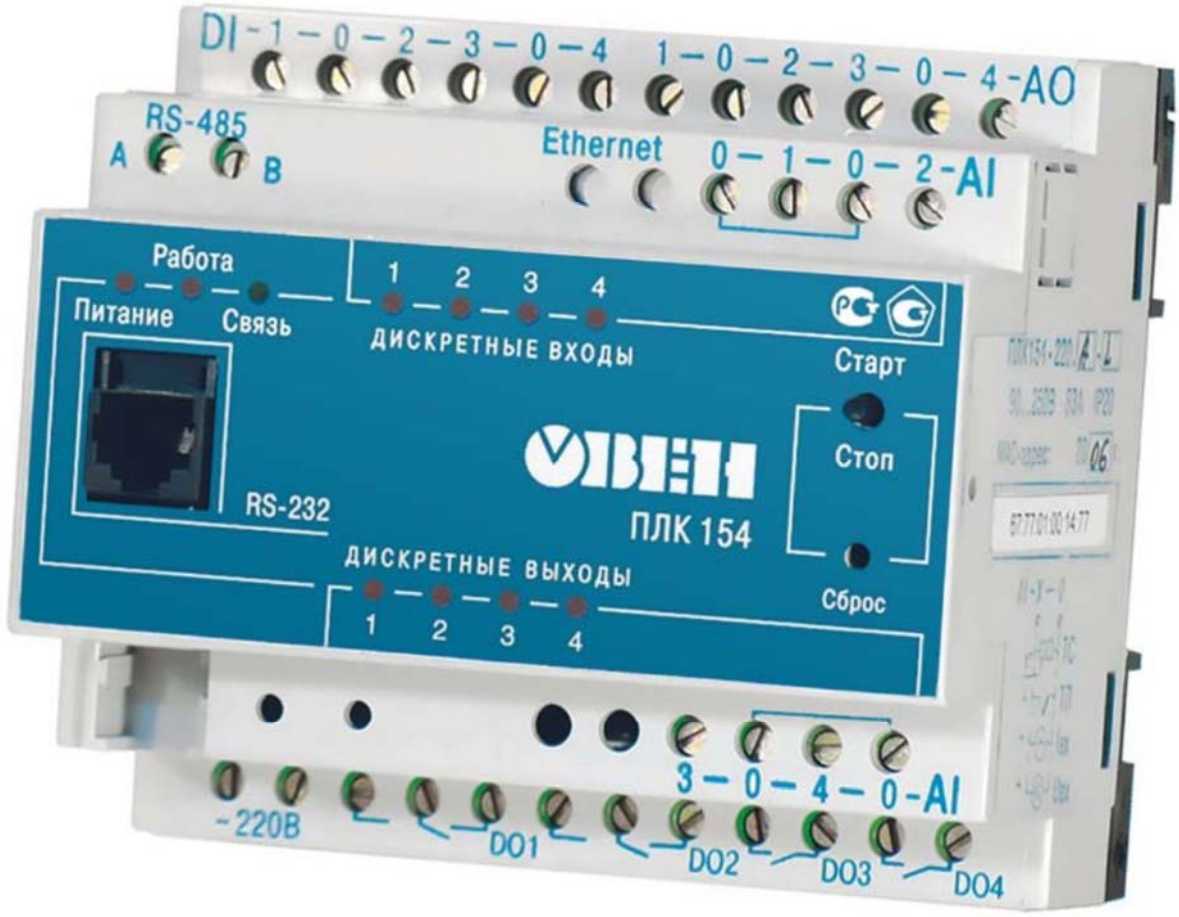
Конкурентні переваги :

- Відсутність операційної системи, що підвищує надійність роботи контролера.
- Швидкість спрацьовування дискретних входів досягає 10 кГц (при використанні подмодулей лічильника).
- Підтримується робота з широким спектром аналогових датчиків, включаючи термопари.
- Незалежні один від одного інтерфейси на борту: Ethernet, послідовні порти, USB Device (для програмування пристрою).
- Розширений робочий діапазон температур навколишнього середовища: від -20 до +70 ^{0}C.
- Вбудована акумуляторна батарея, яка забезпечує резервне живлення для коректного збереження даних при раптовому зникненні напруги живлення. При роботі від батареї запускається алгоритм, що переводить вихідні елементи в «безпечний стан».
- Вбудований годинник реального часу, що працюють від батареї.

- Можлива робота з нестандартними протоколами обміну даними за допомогою одного з портів, що дає можливість підключати до контролера лічильники електрики, води і газу, зчитувачі штрих-кодів і т.п.

Головне призначення цього контролера- це створення систем управління малими та середніми об'єктами .

Вигляд який має ПЛК можна побачити на малюнку 3.18.



Малюнок Рисунок 3.18 – ОВЕН ПЛК 154

Таблиця 3.19 – технічні характеристики ОВЕН ПЛК 154

Два варіанти живлення:	
Змінний струм	(90-265) В, (47 ... 63) Гц
Постійний струм	(18-29) В
Споживана потужність	до 10 Вт
Дискретні входи	4
Дискретні виходи	4
Аналогові входи	4
Аналогові виходи	4
Вимірювальний сигнал	24 В
Тип сигналу	n-p-n та p-n-p
Дискретні виходи	Р - реле

Порівнявши два контролери по технічним характеристикам , можна зробити висновок, що у ПЛК160 більша кількість вхідних/вихідних каналів, але ми маємо значуще кількість параметрів,які потребують регулювання ,було вирішено використовувати ПЛК 160 .

Таким чином аналогових входів/виходів було вбудовано недостатньо, тому потрібно використовувати додавання додаткових модулів введення/виведення дискретних сигналів і аналогових .

Згідно даних таблиці потрібно становити додатковий модуль вводу аналогових сигналів ОВЕН МВ110-8А.

Головним прикладом є RS- 485, він призначений для передачі результатів вимірювання в мережу та перетворення вимірюваних аналогових сигналів в цифровий код . Він призначений для сільського та комунального господарства, на транспорті та побудови автоматизованих систем збору даних в різних областях промисловості.

RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON є яскравим прикладом в мережі.

Групи гальванічно ізольованих ланцюгів:

1. ланцюга вимірювальних входів.
2. ланцюга живлення приладу;
3. ланцюга інтерфейсу RS-485;

Оскільки пристрій не є Майстром мережі, мережа RS-485 должна мати ПК із запущеною на ньому. SCADA-системою регулятор або контролер.

Цей зразок відповідає нормам стійкості до впливу заслін згідно до до ГОСТ Р 51522. для обладнання класу А.

Вигляд який має модуль введення аналогових сигналів зображений на малюнку 3.19

Малюнок 3.19 - ОВЕН МВ110-8А

Таблиця 3.20 – технічні характеристики модуля МВ110-8АС

8 каналів аналогового введення
Типи вхідних сигналів: уніфіковані сигнали струму (0-20 мА, 4-20 мА, 0-5 мА) і напруги (0-10 В)
Частота вимірів: до 200 вибірок в секунду
Напруга живлення: ~ 220 В або 24 В (в залежності від модифікації)
Вбудований джерело живлення датчиків: 24 В, 180 мА (для модифікації зі змінним напругою живлення)

Відповідно до таблиці необхідно встановити додатковий модуль виводу аналогових сигналів ОВЕН МВ110-6У , та один модуль сигналів ОВЕН МВ110-16Р.

МУ110-6У- модуль аналогово виводу.

Пристрій спеціалізований з метою перебудови числових сигналів, котрі передаються по мережі RS-485, у аналогові сигнали спектром 0 до 10 В з метою управління справними пристроями або з метою передачі сигналів пристроїв реєстрації також самописців.

В мережі RS-485 за протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON працює МУ110 .

МУ110 не є Майстром мережі, тому мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, наприклад, ПК із запущеною на ньому SCADA-системою, контролер або регулятор.

За допомогою ПК здійснюється конфігурація МУ110 через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB за допомогою програми «Конфігуратор М110»

Пристрій відповідає нормам стійкості перешкод щодо ГОСТ Р 51522.

Вигляд модулю можна побачити на малюнку 3.20

Малюнок 3.20 – Модуль МУ110-8У.

Таблиця 3.21 – технічні характеристики модуля аналогового виводу МУ110-8У

Кількість аналогових виводів	8 каналів
Споживана потужність	не більше 6 ВА
Кількість аналогових вихідних елементів	6
Тип аналогових вихідних елементів	ЦАП «параметр - напруга 0 ... 10 В»
Основна приведена похибка ЦАП	не більше ± 0,5%
Діапазон напруг живлення виходу	12 ... 36 В
Інтерфейс зв'язку з комп'ютером	RS-485

Модуль дискретного виводу МУ110-16Р

Пристрій спеціалізований для керування сигналами з мережі RS-485 вбудованими дискретними ВЕ, застосовуються для підключення механізмів з дискретним керуванням.

Вбудовані ВЕ можуть працювати в режимі ШІМ

За протоколами ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON - МУ110 працює в мережі RS-485

Мережа RS-485 повинна мати Майстер мережі, а МУ110 не є Майстром мережі. Один з наведених прикладів це комп'ютер із запущеною на ньому SCADA-системою , регулятор або контролер . Безкоштовно надається До МУ110 - OPC-драйвер і бібліотека стандарту WIN DLL, які бажано застосовувати при підключенні пристрою до SCADA-системам і контролерам.

Конфігурація МУ110 виконується на ПК через адаптер інтерфейсу RS-485 / RS-232 або RS-485 / USB (приклад ОВЕН АС3-М або АС4) за допомогою «Конфігуратор М110», що включає в комплект поставки.

Пристрій відповідає нормам стійкості до пошкоджень згідно до ГОСТ Р 51522 для оснащення рівня А.

Вигляд моделі дискретного виводу МУ110-16Р зображено на малюнку 3.21

Малюнок 3.21 – Модуль дискретного виводу МУ110-16Р

Таблиця 3.22 – технічні характеристики модуля дискретного виводу ОВЕН МУ110-16Р

16 каналів дискретного виводу, групова розв'язка
Типи вихідних елементів: Р - е / м реле 3 А ~ 250 В або = 30 В
Можлівість відачі ШІМ-сигналу з будь-которого виходу
Напруга живлення: ~ 220 В або = 24 В (в залежності від модіфікації)

3.10 Вибір блока живлення

Так як автоматизація процедури має пристрої передбачають діяльність при пониженій напрузі, то вкрай важливо становити запасного джерела живлення. Для розгляду було вибрано такі моделі :

1. **ОВЕН БП60**

Головні функції :

- Перебудова змінного або постійного струму в постійне стабілізоване у двох або чотирьох незалежних каналах
- Обмеження пускового струму
- Захист від перенапруги та імпульсних завад на вході
- Захист від перегрузки , короткого замикання і перегріву
- Регулювання вихідної напруги за допомогою підлаштування резистора близько ± 8% від номінального вихідного напруги зі збереженням потужності
- Індикація про наявність напруги на виході кожного каналу .

Вигляд який має блок живлення ОВЕН БП60 зображений на малюнку 3.22

Малюнок 3.22 – Блок живлення ОВЕН БП

Таблиця 3.23 – технічні характеристики блоку живлення ОВЕН БП60

Частота вхідної змінної напруги	47...63 Гц
Поріг спрацьовування захисту по струму	не більше 1,5 Imax
Максимальна вихідна потужність	60 Вт
Нестабільність вих. напруги при зміні напруги живлення	±0,2 %
Нестабільність вих. напр. при зміні струму навантаження від 0,1 Imax до Imax	±0,25 %
Робочий діапазон температур	–20...+50 °С
Коефіцієнт температурної нестабільності вихідної напруги в робочому діапазоні температур	±0,025 % / °С
Рівень радіоперешкод по ГОСТ Р 51527	группа С
Ступінь захисту	IP20
Вихідна напруга	24 ± 1 % В
Амплітуда пульсації вихідної напруги	120мВ

2.Мікрол БПС24-2к

Область використання :

- Живлення нормують перетворювачів і блоків перетворення сигналів
- Живлення комплексу тензорезисторних вимірювальних перетворювачів теплоенергетичних параметрів
- Живлення датчиків з уніфікованим вихідним струмовим сигналом
- Живлення я датчиків тиску Сапфір-22, Сафір-22, Метран-43, -44, -45, Зонд і ін.
- Живлення я датчиків температури ТСМУ, ТСПУ, ТХАУ, ТХКУ і ін.

Вигляд який має блок живлення Мікрол БПС24-2к зображений на малюнку 3.23

Малюнок 3.23 – Блок живлення Мікрол БПС24-2к

Таблиця 3.24 – технічні характеристики блоку живлення Мікрол БПС24-2к

Захист від короткого замикання і перевантажень по кожному каналу	
Струм спрацьовування захисту	не більше 200 мА (по окремому замовленню не більше 50 мА)
Струм короткого замикання	не більше 190 мА (по окремому замовленню не більше 30 мА)
Автоматичне відновлення нормальної роботи після усунення перевантаження або короткого замикання	
Опір ізоляції	не менше 40МОм при 1000В
Напруга живлення	від мережі змінного струму ~ (220 ± 22) В, (50 ± 1) Гц
Потужність	не більше 9 Вт
Маса блоку	не більше 1,0 кг
Корпус (ВхШхГ)	77x100x110 DIN VDE 0470, IP30
Кріплення	рейок DIN35x7.5 EN50022 або настінне

Кількість каналів	2
Гальванічне розділення	від мережі живлення, між каналами
Номінальна вихідна напруги	24 В
Номінальний струм навантаження одного каналу	150 мА
Клас стабілізації вихідної напруги	0,2%

Дослідивши та порівнявши характеристики двох наведених прикладів блоків, можна зробити висновок, що обидва блоки підходять , але так як більша частина обраних грошей автоматизації виконана компанією «ОВЕН» , було обрано ОВЕН БП60.

3.11 Вибір панелі оператора

З Метою контролювання також управління науково-технічною дією зі щита, науково-технічним проблеми враховано присутність панелі оператора, нею здатний бути:

1) ВЕН СП310-Р

Вигляд який має ОВЕН СП310-Р можна побачити на малюнку 3.24

Малюнок 3.24-Зовнішній вигляд ОВЕН СП310-Р

Таблиця 3.25 – технічні характеристики ОВЕН СП310-Р

Процесор	AT91SAM9G35-CU
Частота	400 МГц
Тип дисплея, діагональ	16,7 млн кольорів TFT (10,1)
Роздільна здатність дисплея	піксель: 800 × 480
Вбудований годинник реального часу	присутній
Пам'ять програм (Flash-RAM)	128 Мб
Тип напруги живлення	постійне
Номінальна напруга живлення	24 В
Споживана потужність	не більше 10 Вт

2) Weintek MT8101iE

Панелі оператора (HMI) припускають собою прилади взаємодії серед народом (оператором) також автоматизованої концепцією управління науково-технічною дією . Їх застосування гарантує постійне спостереження також продуктивний нагляд над предметом управління.

У операторських панелях Weintek з метою здійснення функцій управління натомість конструкцій кнопкового виду застосовується чутливий дисплей (touch screen).

Особливості сенсорних панелей Weintek iE:

- Ультра-тонкі фігури також різні масштаби монітора (з 4,3 "аж до 10") дають можливість застосовувати панелі під кожною сфері індустріальних доповнень.
- Абсолютно новий тип також кольоровий проектування, вироблений з чудовим естетичним присмаком
- Спеціальне покриття с целью применение во жорсткій атмосферних обстоятельствах.
- Потужний процесор: Cortex A8 600МГц.
- Вбудований ізольований RS-485-інтерфейс забезпечує надійність при роботі з любимо складним обладнанням (крім моделей MT8050iE і MT6070iE).
- Більше 250 драйверів з метою комунікації буква різними видами контролерів
- Співвідношення стандартам CE, рівень охорони IP65

Вигляд який має Weintek MT8101iE зображено на малюнку 3.25.

Малюнок 3.25 - Зовнішній вигляд Weintek MT8101iE

Таблиця 3.26 – технічні характеристики Weintek MT8101iE

Процесор	Cortex A8
Частота	МГц :600
Тип дисплея, діагональ	262 тис. кольорів TFT (10,1)
Роздільна здатність дисплея	800 × 480
Вбудований годинник реального часу	присутній
Пам'ять програм (Flash-RAM)	128 Мб
Тип напруги живлення	постійне
Номінальна напруга живлення	24 В
Споживана потужність	не більше 10 Вт

Дослідивши та порівнявши характеристики двох наведених панелей оператора можна зробити висновок, що ці дві панелі задовольняють встановлені умови, однак так як більша частина грошей автоматизації виконана фірмою «ОВЕН», було вибрано ОВЕН СП310-Р.

3.12 Вибір маніпулятора

З Метою виконання умов захищеності співробітників ,було прийнято рішення визначити устройство. Було переглянуті відповідне види:

а) ABB IRB 2400 M97 M98

IRB 2400 – виробнича машина зі міжнародний популярністю. Робот обладнаний контролером S4C- згідно порівнянні з власним предком S4 дане керуючий пристрій нового покоління. S4Cне тільки характеризується поліпшеними функціями, однак також містить мова RAPID, то що істотно спрощує процедуру програмування. Сферою використання: дугового зварювання, станційне оброблення, сервіс верстатів, шліфування, заточування також чистка, заподіяння відшкодування також паяння, завантаження розвантаження, перевірок, звід, навантаження продуктів в піддони також комплектування заявок, грубі.

Вигляд який має ABB IRB 2400 M97 M98 зображений на малюнку 3.26

Малюнок 3.26-Зовнішній вигляд ABB IRB 2400 M97 M98

Таблиця 3.27 – технічні характеристики ABB IRB 2400 M97 M98

Максимальна вантажопідйомність	10 кг
Максимальний радіус дії	1500 мм
Точність	0.06-0.1 мм
Контролер	S4C
Швидкість руху:	
Вісь 1:	135° / сек
Вісь 2:	135° / сек
Вісь 3:	135° / сек
Вісь 4:	330° / сек
Вісь 5:	330° / сек
Вісь 6:	400° / сек

б) ABB IRB140 M2000

Данай машина - малогабаритний також сильний 6-поздовжній апарат, характеризується оригінальною композицією стрімкого пуску, величезний Пролетарі області також значної вантажопідйомності. Сферою використання: дугового зварювання, монтаж, очищення / розсіювання, сервіс верстатів .

Вигляд який має ABB IRB 2400 M97 M98 зображений на малюнку 3.27.

Малюнок 3.27-Зовнішній вигляд ABB IRB140 M2000

Таблиця 3.28 – технічні характеристики ABB IRB140 M2000

Максимальна вантажопідйомність	5 кг
Максимальний радіус дії	810 мм
Точність	0.03 мм
Контролер	S4CPlus
Швидкість руху:	
Вісь 1:	200° / сек
Вісь 2:	200° / сек
Вісь 3:	260° / сек
Вісь 4:	360° / сек
Вісь 5:	360° / сек
Вісь 5:	450° / сек

Уже Після зіставлення промислових даних 2-ух зазначених маніпуляторів, можливо здійснити висновок, то що відповідно до власних характеристикам діяльність аналогічні, однак ABB IRB140 M2000 володіє незадовільний радіус дії, з цієї причини підбираємо ABB IRB 2400 M97 M98.

3.13 Вибір ARM

Форма AdvantiX IPC-SYS1-3-A9 поєднує у себе низьку вартість станції оператора АСУ з абсолютно всім потрібне з метою відмовостійкої діяльність, властивим серверного ув'язнення.

Вигляд який має AdvantiX IPC-SYS1-3-A9зображений на малюнку 3.28.

Малюнок 3.28-Зовнішній вигляд AdvantiX IPC-SYS1-3-A9

Таблиця 3.29 – технічні характеристики AdvantiX IPC-SYS1-3-A9

Процесор	Core i7-6700 (4 ядра, HT)
Пам'ять	до 64Гб, 4 x DIMM DDR4-2133
Відеосістема	Інтегрованій графічний адаптер Intel HD Graphics 510/530, DX 12
Мережа	2 x контролера Ethernet 10/100/1000 Intel i219LM, i210AT, підтрімується WoL (Wake-on-Lan), PXE, Teaming, iAMT 11
Порти	7 x USB 2.0 4 x USB 3.0 2 x LAN (RJ-45) 2 x PS / 2 2 x COM (RS-485), 1 x LPT Line In, Line Out, Mic
Живлення	2 x 400W або 2 x 450W RPS з Гаряча заміною
Робоча температура	5 ... 40°C (робота)
Операційна система	Microsoft Windows 7 32/64, Windows 8.1 x64, Windows 10 x64, Win Server 2012 Linux
Гарантія	2 роки

У базі операцій згідно підбору характеристик, каналів також нинішніх грошей автоматизації існувала винайдена багатофункціональна модель.

3.14 Вибір інтерфейсу зв’язку

З Метою надання потрібної правдивості передачі відомостей в величезні дистанція застосовується стандартизований сокет RS485. За цієї причини з метою взаємозв'язку модулів розширення з індустріальним контролером, станемо застосовувати встановлений сокет з належними протоколами.

Інформативні узи, що базуються в цьому інтерфейсі, придбали максимальне просування присутність конструюванні індустріальних сіток автоматизації. Дане швидкісний також перешкодостійких логічний сокет, що дає можливість формувати узи лінією синхронного під'єднання до 32 приладів до однієї фізіологічної напрямки. Згідно інтерфейсу RS485 Відомості переходять зі підтримкою «симетричного» відмітної сигналу згідно 2 установкам (А і Б). Найбільша протяжність напрямки взаємозв'язку серед останніми приладами здатний бути аж до 1200 м (також найбільш зі застосуванням повторителей). Темп передачі є 115200 біт / с. з метою взаємозв'язку індустріального контролера сузір'я ПЛК160. З індустріальним пк стане застосовувати сокет RS485.

4. АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

4.1 Опис алгоритму роботи системи

Уже після подачі живлення концепція виконує контроль працездатності всіх приладів, в разі якщо концепція виявила поломка, стане видано належне інформація про неполадки. Уже Після проведеної контролю стане надії наступних операцій оператора. У Випадку Якщо контроль ніяк не виявлено поломок, концепція начівает все без винятку прилади також стане очікувати вказівки до старту, тільки лише вже після дохід належної вказівки старту виконується пуск концепції, але безпосередньо проект її пуску. Дана проект потрібна з метою унеможлівлювання появи аварійних ситуацій також пожежо-напружених ситуацій. Якщо проект пуску здійснить цілий пуск концепції, концепція переключиться в головну план, згідно з якою також не припиняє функціонувати.

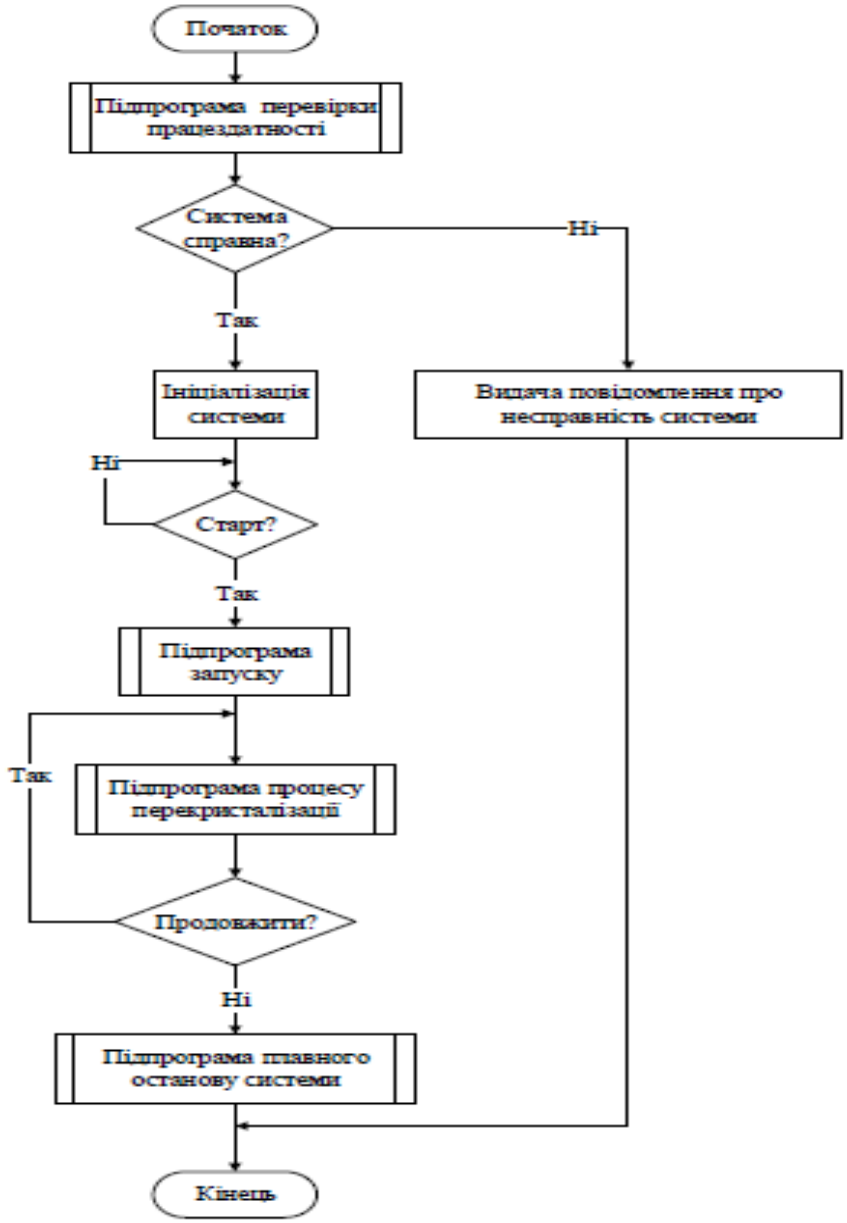
4.2 Програма перевірки працездатності

Контроль працездатності концепції протікає відповідно до цього методу:

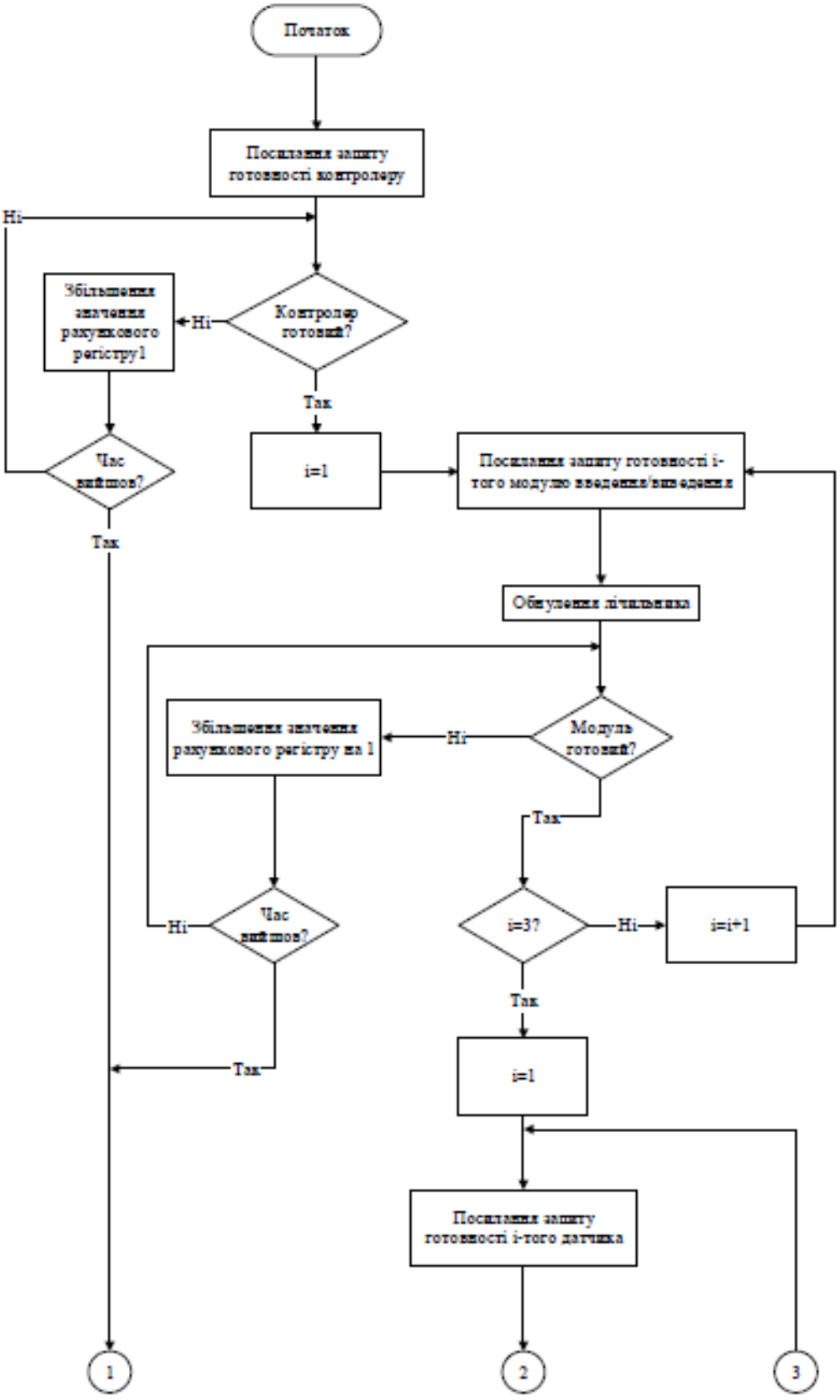
Спершу виповнюється вимога готовності контролера також передбачається результат у процесі певного періоду, аж до цього, так само як включиться вартовий авто таймер , якщо керуючий пристрій ніяк не надсилає результат, в такому випадку відбувається висновок, то що концепція несправна. Якщо виходить результат з контролера, в такому випадку концепція проводить перевірку модулі ув'язнення. У разі якщо в тому числі і один прилад ніяк не відповідає, концепція прибуває до висновок про неполадки. У разі, якщо всі без винятку модулі введення/укладення справні, в такому випадку концепція проводить перевірку ізмерітелі. Якщо все без винятку прилади також вимірювачі успішно проходили контролю, концепція вилазить з проекти контролю працездатності.

4.3 Програма запуску системи

Проект пуску концепції слід в ухилення аварійних ситуацій крім того скорочення числа союзу продукту також зниження енерговитрат. Спершу концепцією виповнюється заповнення мірнику ацетону. Уже Після цього, так само як весомер насичений, концепція розташована до запуску, ведеться введення моторів мішалки також інших приладів, також концепція вилазить в працівник порядок.

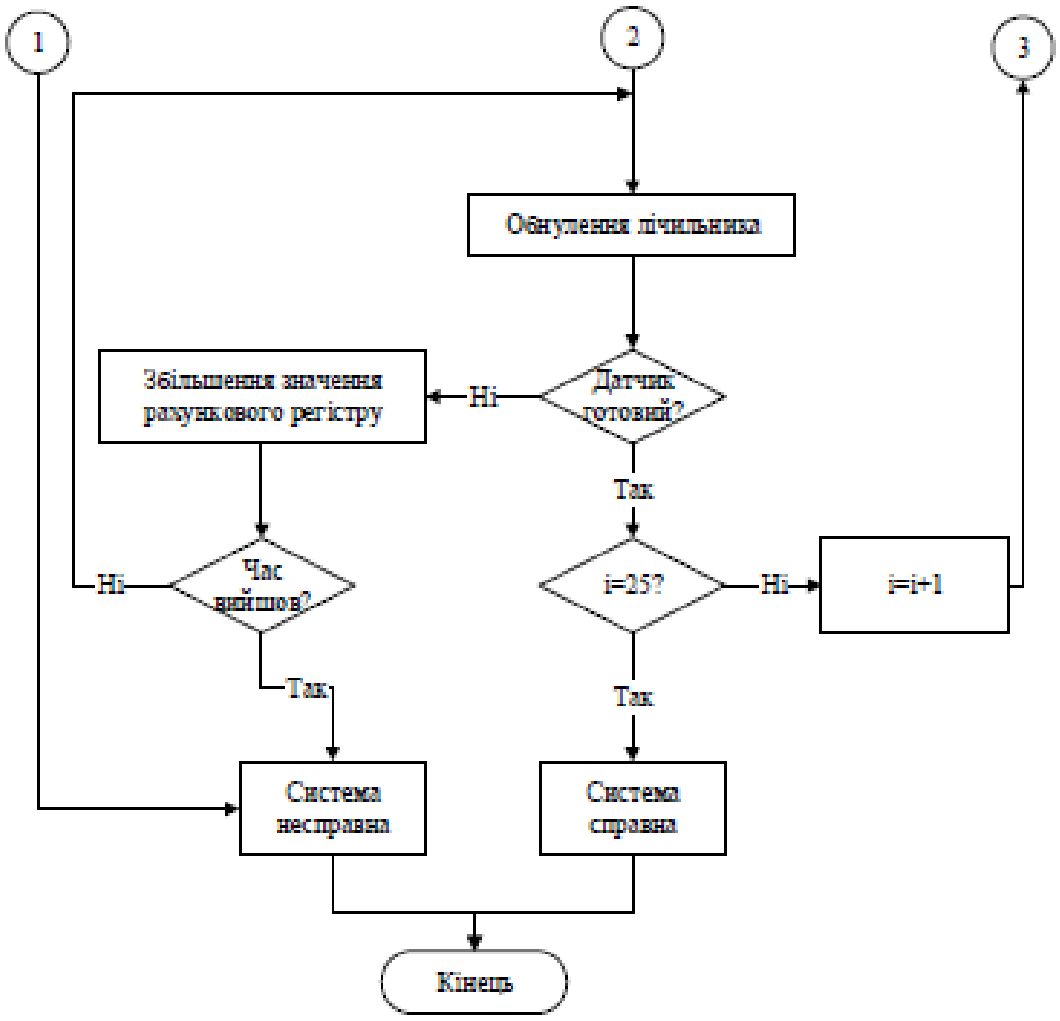


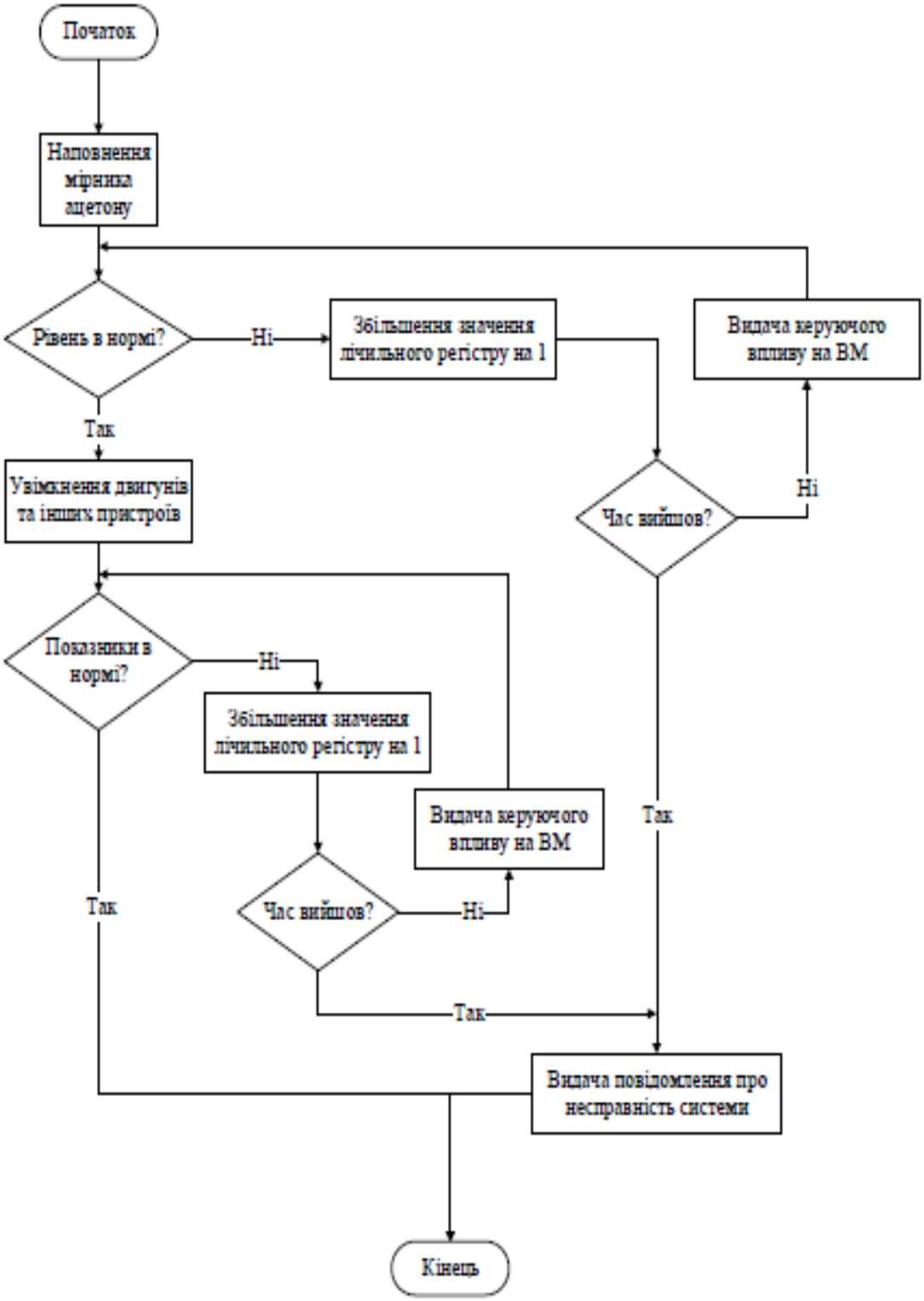
Малюнок 4.1 – Загальний алгоритм роботи системи



Малюнок 4.2.2 – Алгоритм перевірки працездатності системи

Продовження Малюнок 4.2.2 – Алгоритм перевірки працездатності системи





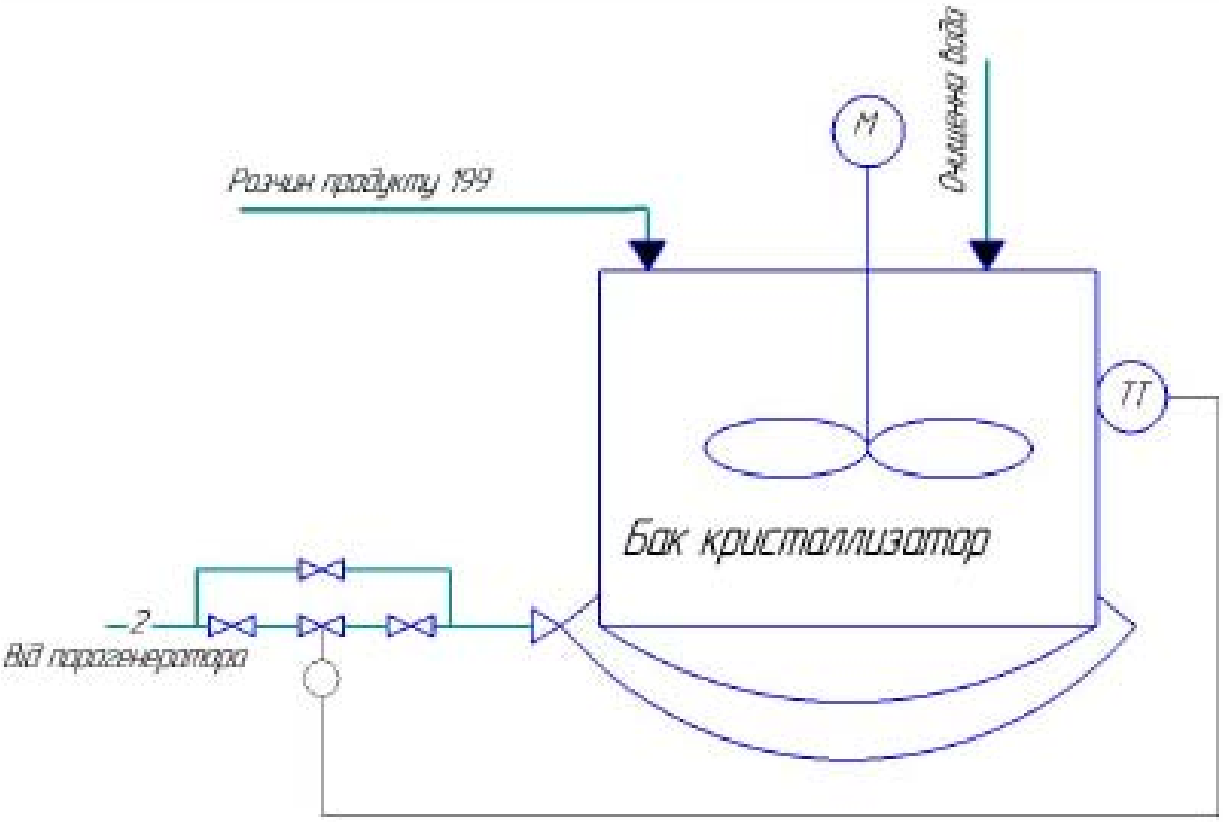
Малюнок 4.3 – Алгоритм запуску системи

5. Розрахункова частина

Перекристалізація провіанту 199 відбувається в спеціальному баку - кристалізаторі. У власну черговість бак- дане замкнута ємкість зі підігрівом, оснащена мішалкою. Збереження температури. у межах з 25 аж до 45 ° реалізовує пара, діє у «сорочку» підігріву. Жар пару . на вході в пристрій зобов'язана бути 10-20 ° С .

5.1Отримання математичного опису об'єкта управління

Обрис регулювання температури в баку кристаллизаторе представлений на малюнку 5.1

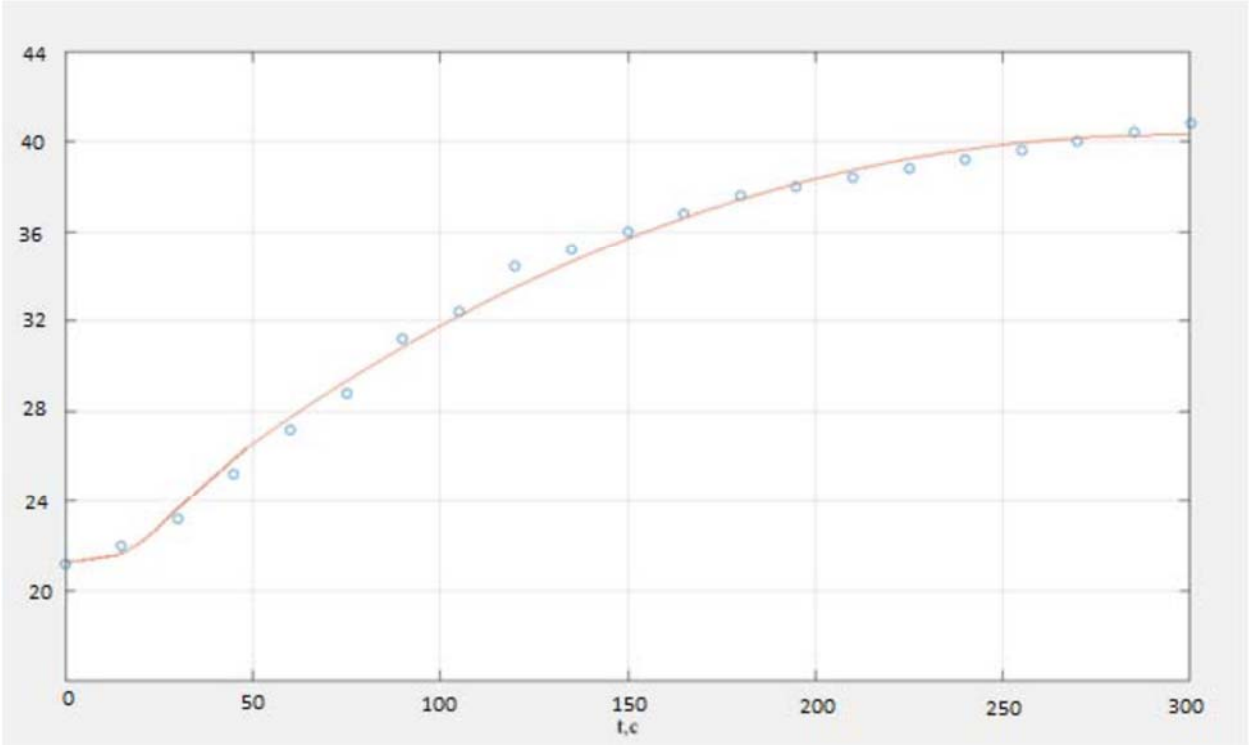


Малюнок 5.1- Контур регулювання температури в баку-кристалізаторі

Наведено плавну зміну подачі пари від парогенератора до об’єкту, що дало змогу досягти температуру з 20 °С до 44 °С, крива розгону цього об’єкта представлена на малюнку 5.2

- Статична точність $S_0 \leq 2\%$
- Час перехідного процесу – $t_p \leq 25$ хв
- Перерегулювання – $\sigma \leq 25\%$

Математична модель об'єкта управління у вигляді кривої розгону представлена на малюнку 5.2



Малюнок 5.2 - Крива розгону об'єкта управління

5.1 1 Нормування кривої розгону

Отримаємо передаточну функцію ОУ. в базі апроксимації "викривленою розгону "(зображення 5.2) зі застосуванням способу Симой.

Досліджуємо норм кривої розгону.

Із ординат кривої розгону формуємо. вектор-строку даних

Y1(t) = (0.3 0.5 0.8 1.3 1.8 2.2 2.8 3.1 3.6 3.8 4 4.2 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9 5 5.1 5.2)

Пронормуємо вектор-рядок Y(t). Для цього від отриманих значень

віднімемо 0.3**. Y (t)= (0 0.2 0.5 1 1.5 1.9 2.5 2.8 3.3 3.5 3.7 3.9 4.1 4.2 4.3 4.4 4.5 4.6 4.7 4.8 4.9).**

4.7 4.8 4.9)

Транспонуємо вектор-строку в вектор-стовпець, нормуємо криву розгону (ділимо все значення на yуст= 4.9) і визначаємо розмірність вектора N, результати заносимо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані значення кривої розгону

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
h	0.041	0.102	0.204	0.306	0.388	0.51	0.571	0.673	0.714	0.755	0.796	0.837	0.857	0.878	0.898	0.918	0.939	0.959	0.98	1

5.1.2 Задаємось видом передатної функції.

При $t = 0$ $y = 0$ і $\frac{dy}{dt} = 0$, а отже, $n - m = 2$. (5-3)

Етап розплати згідно періоду Δt = 30с. Ставимо значимість коефіцієнта S0 = 0 з метою надання можливості автоматизації розрахунків. вписуємо функцію у MathCad, яка описує підінтегральний представлення рівняння з метою перебування коефіцієнтів SK під сукупному варіанті під розривної фігурі .

$$u(S, i, k) = \left[(1 - h_i) \left[\sum_{j=0}^{k-1} S_{k-1-j} \cdot \frac{(-1 \cdot i \cdot \Delta t)^j}{j!} + \frac{(-1 \cdot i \cdot \Delta t)^{k-1}}{(k-1)!} \right] \right]$$

де k – номер обчислюваного коефіцієнта S_k;

i – номер кроку розрахунку за часом.

5.1.3 Розраховуємо перші 5 коефіцієнтів S.

З підтримкою пакету MathCad ведемо обчислення перших 5-ти коефіцієнтів S (зображення 5.3). Відповідно з обчислень, придбали 5 перших коефіцієнтів.

$S_1 = 215.204;$

$S_2 = 1.272 \cdot 10^4;$

$S_3 = -1.214 \cdot 10^5;$

$S_4 = 3.281 \cdot 10^6;$

$S_5 = 2.495 \cdot 10^4.$

$$U(S,i,k) := \left(1 - h_i\right) \cdot \left[\sum_{j=0}^{k-1} S_{k-1-j} \cdot \frac{(-1 \cdot i \cdot \Delta t)^j}{j!} + \frac{(-1 \cdot i \cdot \Delta t)^{k-1}}{(k-1)!}\right] ;$$

$$S_k := \Delta t \cdot \left(\sum_{i=1}^{N-1} U(S,i,k) + \frac{U(S,0,k) + U(S,N,k)}{2}\right) ;$$

$$S = \begin{pmatrix} 0 \\ 215.204 \\ 1.272 \times 10^4 \\ -1.214 \times 10^5 \\ 3.281 \times 10^6 \\ 2.495 \times 10^9 \end{pmatrix}.$$

Малюнок 5.3 – Розрахунок коефіцієнтів S допомогою пакета MathCad

Так як коефіцієнт S3 від'ємний , то щоб розрахувати оберемо перші два коефіцієнтами.

$$\alpha_1 = S_1;\ \alpha_2 = S_2;\ \alpha_k = S_k.$$

Спираючись на попередні дані , зробимо висновок , що a1, a2 будуть дорівнювати :

$$\alpha_1 = S_1 = 215.204;\ \alpha_2 = S_2 = 1.272 \cdot 10^4.$$

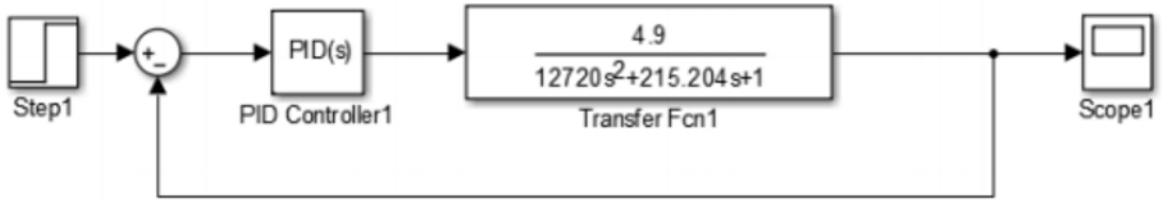
Отже , крива розгону дане процедура зміни в періоду виходить нестійкою, обумовлений вхідним впливом, в такому випадку можливо розглядати певний значимість як К= 4,9. Отже, передатна функція об'єкта може буде представлена в вигляді .

$$W(s) = \frac{K}{a_2 s^2 + a_1 s + 1} = \frac{4.9}{1.272 \cdot 10^4 \cdot s^2 + 215.204 \cdot s + 1}.$$

5.2 Розрахунок параметрів настроювання стандартного регулятора

5.2.1 Визначимо параметри типового регулятора за методом незатухаючих коливань (Циглера-Ніколса).

Зображення схеми імітаційної моделі представлена на малюнку 5.3.



Малюнок 5.3 – Структурна схема моделювання з ПІД- регулятором

При $k0 = 17$ отримали незатухаючий перехідний процес, представлений на рисунку 5.4.

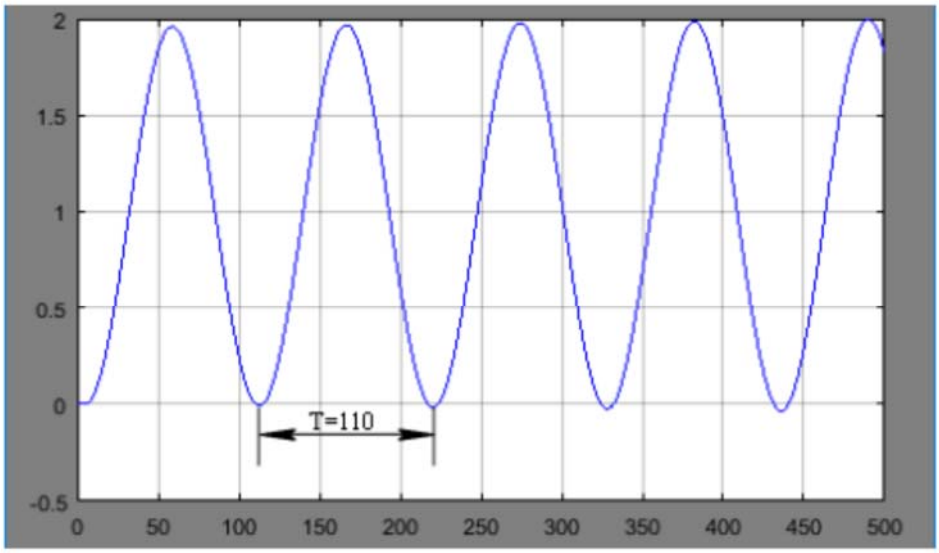


Рисунок 5.4 – Незатухаючі коливання при $k_0^* = 17$

Критичне значення періоду коливань T*=110 с

Для розрахунку ПІД-регулятора використаємо формули:

- коефіцієнт при пропорційній складовій $k_0 = 0.6k_0^* = 0.6 * 17 = 10,2$;
- коефіцієнт при інтегральній складовій k_1 отримаємо зі співвідношення $\frac{k_0}{k_1} = T^*/2$, звідки $k_1 = \frac{k_0 * 2}{T^*} = \frac{10,2 * 2}{110} = 0.185$;
- коефіцієнт при диференціальній складовій k_2 отримаємо зі співвідношення $\frac{k_2}{k_0} = T^*/8$, звідки $k_2 = \frac{k_0 * T^*}{8} = \frac{10,2 * 110}{8} = 140,25$;

Проконтролюємо обчислення зі підтримкою імітаційного прогнозування. Кістякова модель прогнозування у сфері MatLab (Simulink) концепції управління відповідно до ПІД-регулятором, налаштованим способом незатухаючих сумнівів (Циглера-Ніколса) показана в малюнку 5.5.

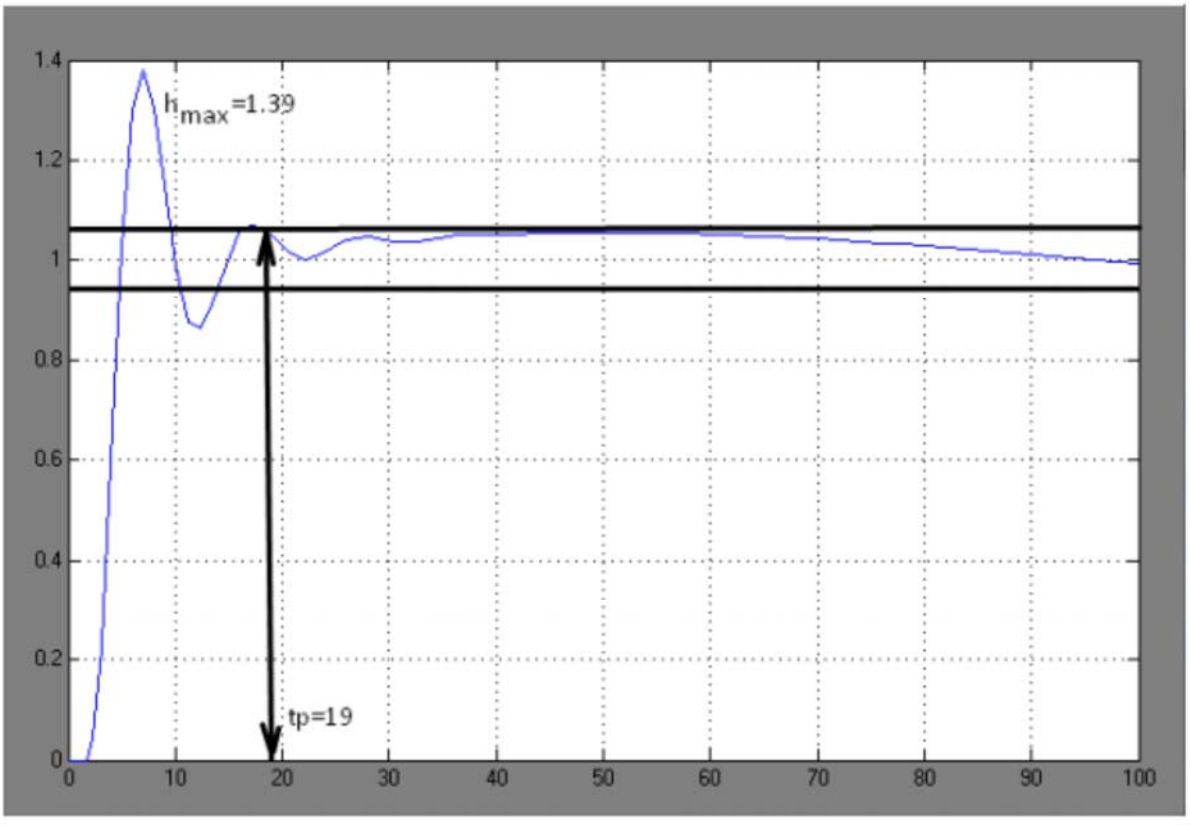


Рисунок 5.5 – Перехідний процес при розрахункових настройках

Показники якості системи з коефіцієнтами розрахованими за методом незатухаючих коливань представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Прямі показники якості замкненої системи

№	Показник якості	Одиниця виміру	Чисельне значення
1	Перерегулювання	σ, %	39
2	Час перехідного процесу	t_p , с	19
3	Статична точність	%	1

Так як період перехідного ходу ніяк не задовольняє встановленим критеріям якості науково-технічного ходу, під пожежо-напруженому виготовленні здатний послужити причиною до виникнення аварійної умови. Розрахуємо стабілізатор способом Солодовникова .

5.3 Синтез аналогової системи управління методом Солодовнікова

Побудова асимптотичної ЛАЧХ незмінної частини системи Ln(ω) з передатною функцією об'єкта управління (5-1). Використовуючи математичний пакет MathCad знаходимо корінь полінома знаменника передатної функції (5-1) .

$$12720s^2+215.204s+1 \; solve \longrightarrow \begin{pmatrix} -0.778 \\ -0.384 \\ -0.232 \end{pmatrix}$$

Попередньо проводимо аналіз передаточної функції об'єкта управління (5-1) у наступному порядку:

1) Поліном знаменника має три від'ємних кореня, кожний з яких відповідає співмножнику виду $(s+s_i)$,

де: s_i -значення кореня.

Таким чином, знаменник можна представити у вигляді (s+0.778) · (s+0.384) · (S+0.232) і після перетворення з метою одержання вільних членів, рівних одиниці остаточно одержимо:

$$(1{,}3\cdot s+1)\cdot(2.6\cdot s+1)\cdot(4.31\cdot s+1).$$

2) Остаточно передатна функція об'єкта прийме вид:

$$W_o(s)=\frac{4.9}{(1.3\cdot s+1)\cdot(2.6\cdot s+1)\cdot(4.331\cdot s+1)}=\frac{k}{(T_1\cdot s+1)\cdot(T_2\cdot s+1)\cdot(T_3\cdot s+1)} \qquad (5\text{-}3)$$

З виразу (3) знаходимо й запишемо постійні часу елементарних ланок T_1=1.3, T_2=2.6, T_3=4.31 по них визначаємо частоти сполучення й розташовуємо їх в порядку зростання :

$$\omega_1=\frac{1}{T_3}=\frac{1}{4.31}=0.232 \text{ хв}^{-1};$$
$$\omega_2=\frac{1}{T_2}=\frac{1}{2.6}=0.38 \text{ хв}^{-1}; \qquad (5\text{-}3)$$
$$\omega_3=\frac{1}{T_1}=\frac{1}{1.3}=0.78 \text{ хв}^{-1}.$$

1.Так як у складі передавальної функції предмета управління (3) відсутні інтегрують ланка, низькочастотна лінія ЛАЧХ буде мати початковий ухил 0дБ /палуба;

2. фіксація низькочастотної асимптоту ЛАЧХ знаходиться на частоті ω=1 на рівні, що визначається з наступного виразу :

$$20 \lg k = 20 \cdot \lg(14.1) = 23.$$

де k – коефіцієнт підсилення незмінної частини САУ.

Застосовуючи правила побудови асимптот, будуємо ЛАЧХ у наступному порядку :

- з частоти інформації ω1 аж до частоти ω2 створюємо асимптоту зі креном, підвищеним згідно порівнянні з попереднім в 20 дБ/дек, в такому випадку є з креном 0-20 = -20 дБ /дек, таким чином так само як коливання ω1 пов'язана зі співмножником типу $(Ts+1)^{\alpha}\ (\alpha=1)$ у знаменнику передавальної функції;
- з частоти інформації ω2 до частоті ω3 створюємо асимптоту зі креном, підвищеним згідно порівнянні з попереднім в Двадцяте дБ / палуба, в такому випадку є з креном -20-20 = -40 дБ / дек, таким чином так само як коливання ω2 пов'язана зі співмножником типу $(Ts+1)^{\alpha}\ (\alpha=1)$ у знаменнику здавальної функції;
- з частоти інформації ω3 також аж до закінчення створюємо асимптоту зі креном, підвищеним згідно порівнянні з попереднім в Двадцяте дБ / палуба, в такому випадку є з креном -40-20 = -60 дБ / дек, таким чином так само як коливання ω3 пов'язана зі співмножником типу $(Ts+1)^{\alpha}\ (\alpha=1)$ у знаменнику здавальної функції.

Будуємо асимптотичну ЛАЧХ незмінної частини системи по частотах (4) (мал.5.10, крива Ln(ω)).

Побудова низькочастотної частини бажаної асимптотичної ЛАЧХ

Ухил також стан низькочастотної асимптоти ЛАЧХ Lж (ω) знаходиться в залежності від вимог, що пред'являються до постійної правильності.

Згідно з завданням практично ніяких вимог до коефіцієнту до не пред'являється, з цієї причини низькочастотна частка потрібної ЛАЧХ таким чином адже так само як також ЛАЧХ постійної к = 4,9.

Вихідна безперервна концепція статична, але переважно повинна мати астатизм 1-ий режиму, в той час первісна лінія отримає ухил, то що відповідає астатизма 1-ий режиму -20 дБ / дек.

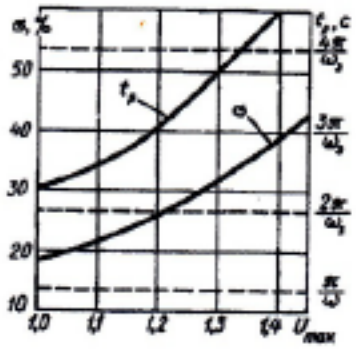
Закріплення низькочастотної асимптоти ЛАЧХ розташовується в ω = 1 в ступеня зумовленому згідно з формулюванням : $20 \lg k = 20 \cdot \lg(14.1) = 23.$
Через точку L(1) = 23 проведемо асимптоту з нахилом -20 Дб/дек.
Побудова середньочастотної частини бажаної асимптотичної ЛАЧХ .

Визначення частоти зрізу ωз та побудова середньо частотноїасимптоти бажаної ЛАЧХ .

З Метою встановлення в найменшій мірі можливого значущості частоти зрізу ωз Ланчев потрібної концепції застосовуємо 1 з номограм Солодовникова з метою постійних концепцій, що визначає співвідношення серед розміром найбільшого значущості частотної характеристики P_{max} також величинами переналагодження σ також періоду перехідного ходу t_p.

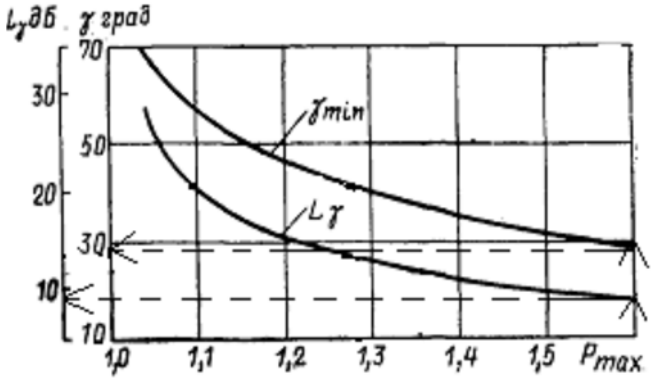
За заданим значенням перерегулювання σ=20% за допомогою кривої σ(Pmax) номограми (рис.3) знаходимо відповідне йому значення Pmax=1,08, за яким за допомогою другої кривої tp(Pmax) (рис.5.9) визначаємо значення часу перехідного процесу tp=20 хв, виражене через частоту зрізу ωз співвідношенням 2,8π/ωз.
Частоту зрізу ωз визначаємо з наступного рівняння

$$\omega_з = \frac{2{,}8 \cdot \pi}{t_p} = \frac{2{,}8 \cdot \pi}{2} = 3 \text{ хв}^{-1}$$



Малюнок 5.7 – Номограма якості Солодовнікова для астатичних Систем

Проводимо через точку ωз=3 хв□□ на осі частот середньо частотну асимптоту з нахилом -20 дБ/дек (рис.5.10). Дослідження діапазону частот середньочастотної частини ЛАЧХ . За номограмою (рис.5.9) та знайденим раніше значенням Pmax=1,08 знаходимо необхідний запас по фазі γmin=55º й відповідні йому ординати середньочастотної частини ЛАЧХ Lm=±20 дБ.



Малюнок 5.8 – Графік для визначення ширини середньо частотної асимптоти й необхідного надлишку фази

Паралельно проведені лінії, осі частот на рівні Lm=±20 дБ, надають у точках перетину із середньочастотною асимптотою частоти сполучення ωа=0,3 хв-1 у низькочастотній частині бажаної ЛАЧХ і ωb=30 хв-1 у високочастотній (рис.5.10).

- З'єднання низькочастотної також среднечастотной елементів потрібної ЛАЧХ зробимо у пункті ωа. За допомогою асимптоту ерез цю точку проводимо нахилом -40дБ / дек , і в точці перетину низькочастотної асимптоти з нахилом -20дБ/дек одержимо точку сполучення ωн1 = 0,06хв-
- Створення частотної частки потрібної ЛАЧХ також сполучення її зі середньо частотні асимптотой

Створення частотної частки потрібної ЛАЧХ проводиться подібним способом, для того щоб тип потрібної ЛАЧХ у даній сфері можливо менш виділявся з типу постійної ЛАЧХ.

Високочастотну частину сполучаємо в точці ωb, через яку проводимо асимптоту за нахилом -60 дБ/дек, такий же нахил має и високочастотна частина незмінної ЛАЧХ об'єкта керування.

Побудована у такий спосіб бажана ЛАЧХ розімкнутої системи управління Lж(ω) представлена на рис.5.9.

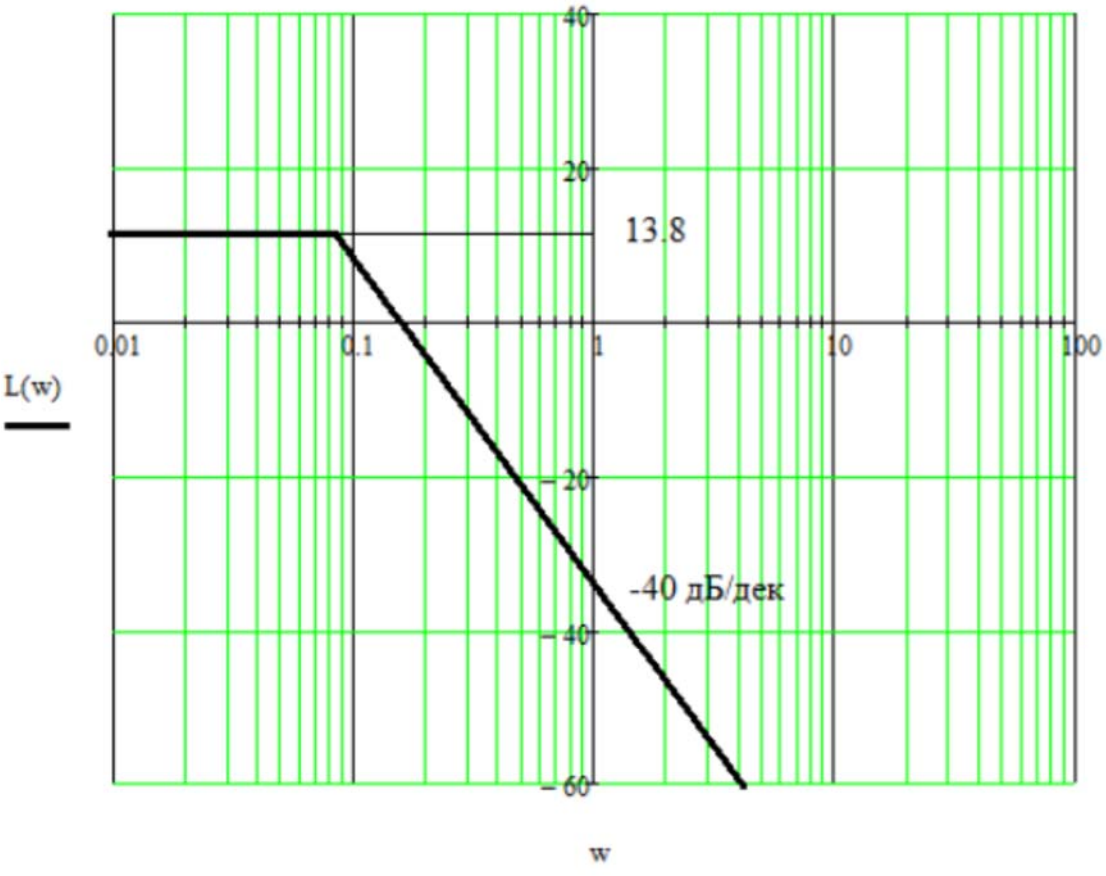


Рисунок 5.6 – Незмінна ЛАЧХ

Отже,зараз виконаємо побудову бажаної ЛАЧХ . З умови необхідної статичної точності визначимо коефіцієнт посилення.

$$k_y = \frac{1-S_0}{S_0} = \frac{1-0{,}02}{0{,}02} = 49.$$

Початковий ухил низькочастотної асимптоти ніяк не змінюється, але її новітнє стан порівняно осі абсцис закріплюється в ступеня :

$$20\ \log(k_y) = 20\log(49) = 33{,}8\ \text{дБ}.$$

За номограмою Солодовнікова визначимо мінімально допустиму частоту зрізу (рис. 5.7)

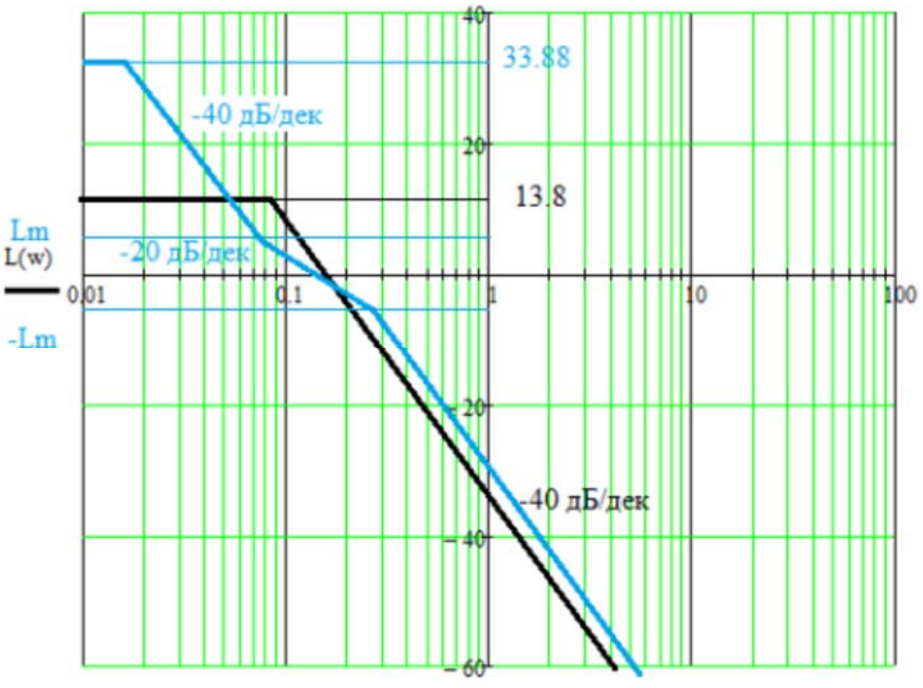


Рисунок 5.9 – Бажана та незмінна асимптотична ЛАЧХ

$$Wбаж(s) = \frac{49\cdot(12.5s+1)}{(55s+1)^2\cdot(3{,}33s+1)}.$$

Для визначення основних якісних параметрів системи з регулятором, побудуємо її перехідну характеристику (рис. 5.10) .

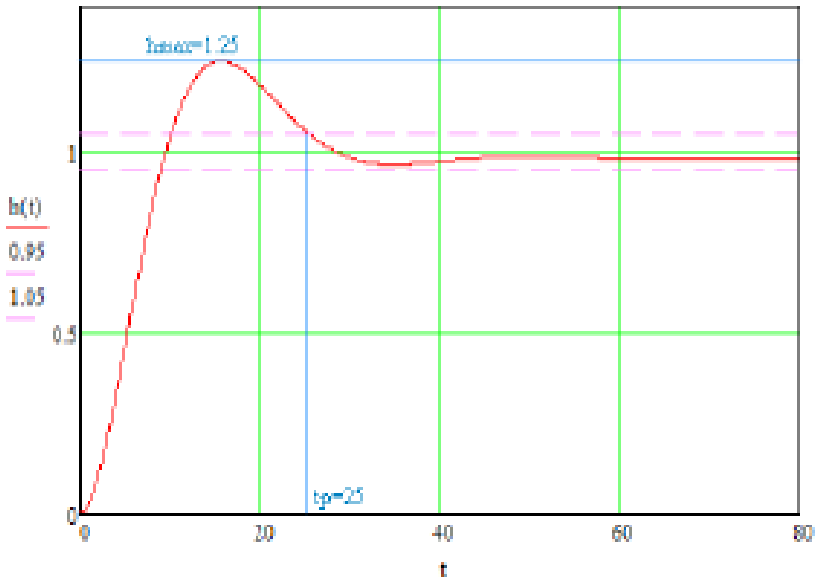


Рисунок 5.10 – Перехідна характеристика замкненої регульованої системи управління

Досліджуємо головні показники якості для перехідної характеристики та записуємо дані до таблиці 5.3 .

$$\sigma = \frac{h_{max}-h(\infty)}{h(\infty)}\cdot 100\% = \frac{1{,}25-1}{1} = 25\%.$$

$$t_p = 25c.$$

Таблиця 5.3 – Основні показники якості перехідної характеристики

№	Показник якості	Одиниця виміру	Чисельне значення
1	Перерегулювання	σ, %	25
2	Час перехідного процесу	t_p , с	25
3	Статична точність	%	2

Висновок: встановлені характеристики регулятора гарантують встановленим обставинам.

5.1 Висновок

З таблиці 5.4 можливо зробити висновок, то що здійснення обставин ніяк не існувало завойовано присутність синтезі ПІД-регулятора способом незатухаючих сумнівів (Циглера-Ніколса), переналагодження відповідно до встановлене значимість. З цієї причини ми виконали обчислення способом Солодовникова також придбали необхідні показники якості.

Таблиця 5.4 – Порівняльні характеристики результатів методів синетезу Системи

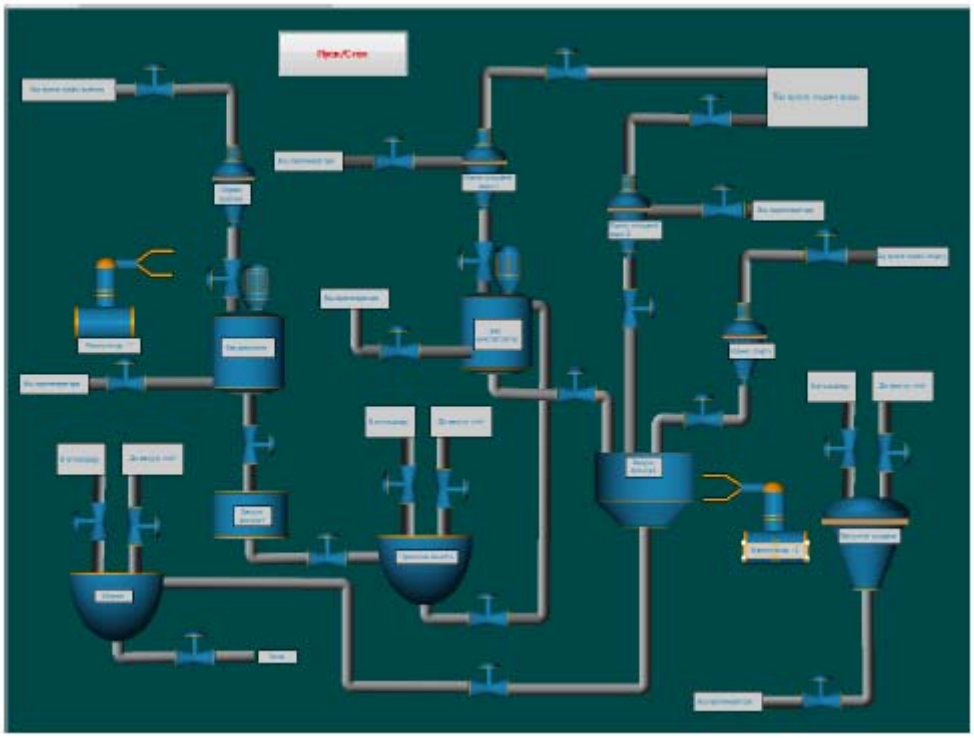
Метод синтезу	Показник якості	Одиниця виміру	Чисельне значення
Солодовнікова	Перерегулювання	σ, %	25
	Час перехідного процесу	t_p , с	25
	Статична точність	%	2
Незатухаючих коливань	Перерегулювання	σ, %	39
	Час перехідного процесу	t_p , с	19
	Статична точність	%	1

6 РЕАЛІЗАЦІЯ АСУТП В TRACE MODE

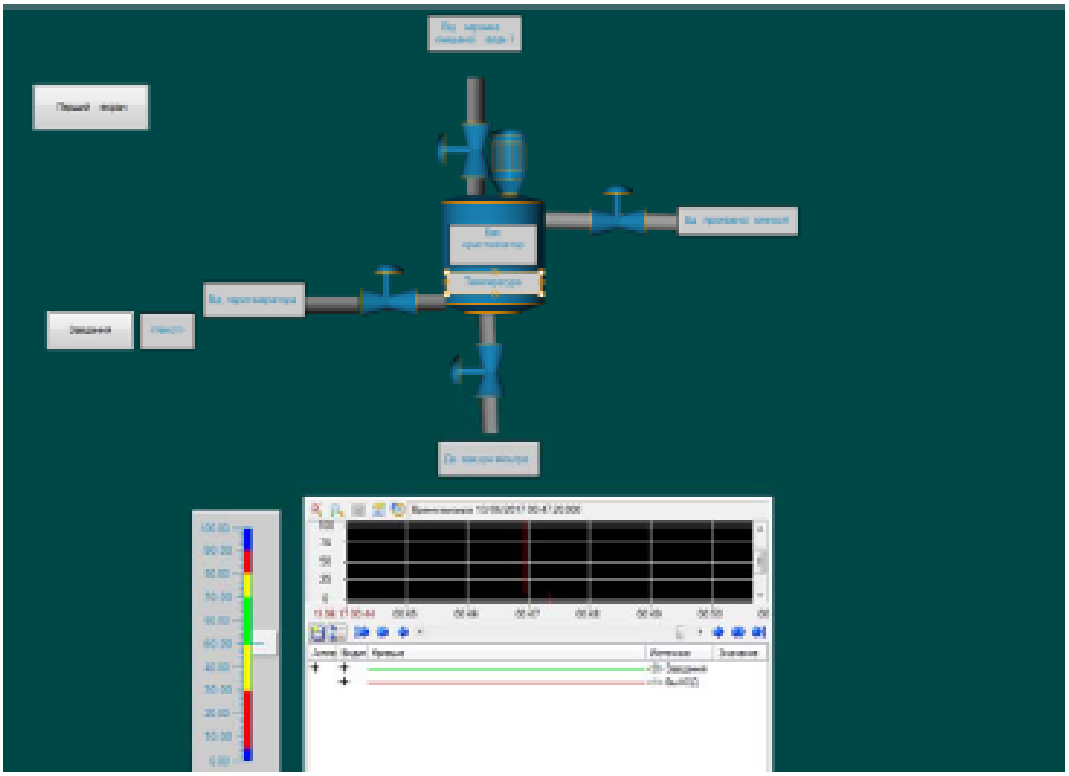
Щоб створити АСУТП в даному проекті було застосована САПР TRACE MODE 6. Де було виконано певні операції .

6.1 Створення екрану АРМ

Дісплей АРМ призначається графічним поняттям (у варіанті мнемосхеми) науково-технічного ходу, виготовляє індикацію ключових характеристик хода. На малюнку 6.1 зображено екран АРМ зроблений для автоматизації технологічного процесу перекристалізації результату :



Малюнок 6.1 - АРМ оператора для АСУТП



Малюнок 6.2 - Контур управління температури в баку кристалізаторі

6.2 Створення програмного забезпечення для контролера

Зробимо план, що реалізує розпоряджаються функції - зміцнення температури у топці, реакторі; зміцнення тиску у топці також испарителях; регулювання витрати нітроз них газів також газоподібний аміаку; зміцнення ступеня рідкого аміаку у випарник. Використовуємо стилем програмування Музика FBD.

Його характерною особливістю вважається показовість. Формування проекти полягає у сортуванні певних графічних компонентів також формування взаємозв'язків серед ними. Застосування подібного методу програмування майже ліквідує виникнення похибок, але таким чином адже дає можливість просто поміняти текстуру проекти. Придбана модель складається знаряддями TRACE MODE, придбане точне надання виноситься у керуючий пристрій.

З Метою імітування діяльність з темою застосовуємо вузол «Модель предмета (OBJ)».

Це джерело формує предмет управління з метою налагодження алгоритмів регулювання

або підготовки демонстрація планів.

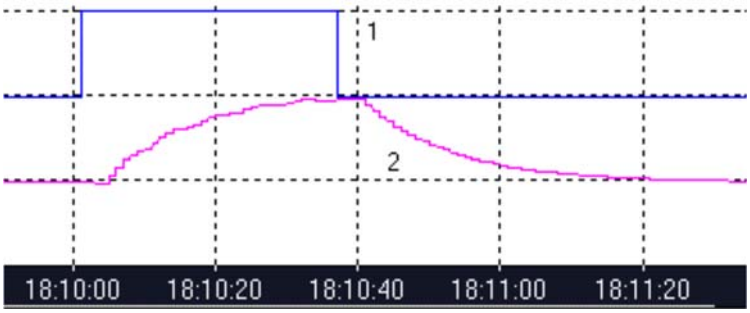
Хтось припускає собою комбінацію апериодического (Інерціальна) ланки 1-ий режиму також ланки запізнювання, в такому випадку є здавальна роль блоку має тип:

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

де k і T - відповідно коефіцієнт посилення і постійна часу інерційного ланки першого порядку.

Крім цього, в вихідний сигнал блоку можливо покласти перешкода у варіанті несподіваною елементом, синусоїдального сигналу або несподіваних кидків. Адже тут можливо встановити несподіване сумнів динамічних даних предмета.

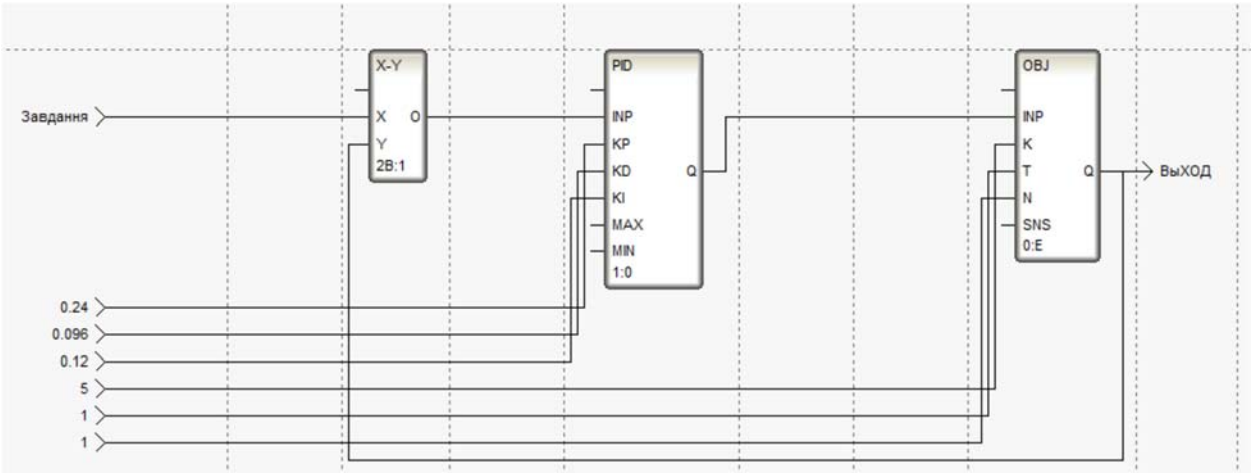
Яскравим прикладом є малюнок 6.3 показаний відгук блоку (крива 2) на прямокутний імпульс (крива 1).



Малюнок 6.3- Робота модуля OBJ

Вхідним згідно стосункам до імітованого предмета вважається доступ Мета. Входи K, T також N застосовуються з метою завдання відповідно до цього коефіцієнта збільшення, стабільної періоду також періоду запізнювання. Минулі 2 параметра заносяться у тактах перерахунку, найбільше значимість періоду запізнювання – 4

Блок для імітації роботи топки наведено на рисунку 6.4.



Малюнок 6.4 - Блок для імітації роботи бака кристалізатора

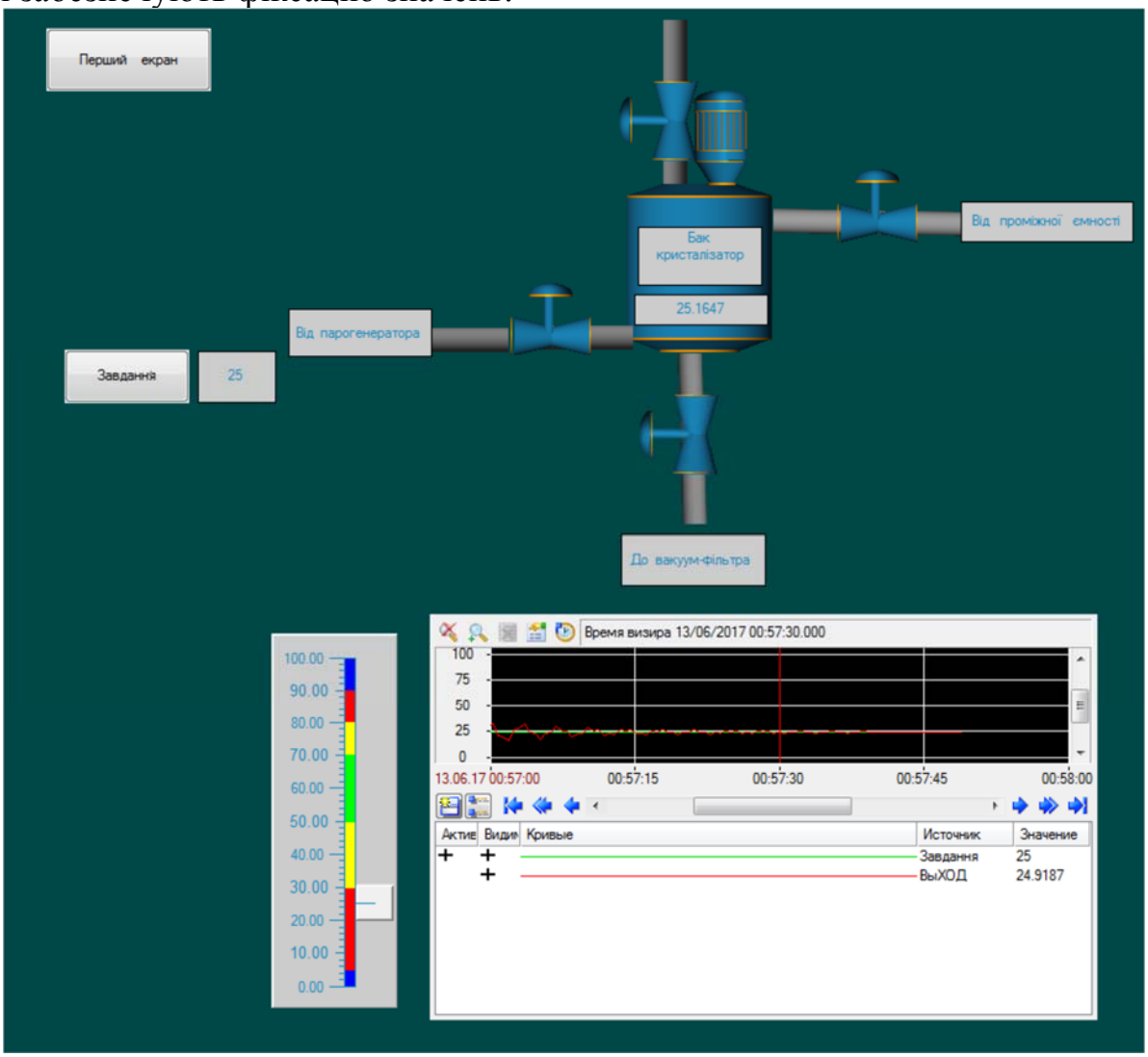
6.3 Перевірка роботи системи

Оглянута АСУТП грунтувалися в абсолютно певні апаратні ресурси (оплата введення / укладення, виконавчі органи, сигнали з датчиків). З метою контролю працездатності сформованого плану попрямуємо до імітування науково-технічного предмета.

З метою імітування АСУТП застосовуємо процедуру симуляції .З метою пуску симуляції слід встановити роль в область «завдання» також засвідчити його, так само як тільки план набуває вправу, уявний контролер відпрацьовує указ регулювання також вводить концепцію у встановлений значимість, даний процедура показаний в малюнку 6.5

У лівому спідньому кутку екрану комплекс відбивається сітка температури у баку-кристаллизаторі. У ній очевидно так само як концепція відпрацьовує балансовий вплив.

В нижній правій частині дисплея відображено графіки заміни параметрів , котрі забезпечують фіксацію значень.



Малюнок 6.5 - Екран симуляції контуру управління температури в баку Кристалізаторі

ВИСНОВОК

В основі технологічного завдання існувала винайдена концепція автоматизації науково-технічного ходу перекристалізації провіанту, винайдені інформативне, промислове надання також метод діяльність концепції автоматизації .

Система складається з 2-х рівнів АСУ ТП. До її складу входять :

- вимірювачі, певні безпосередньо в науково-технічному оснащення ;
- органи, які виконують завдання отримані від контролера ;
- керуючий пристрій, що здійснює основну оброблення відомостей придбаних з вимірників, дає правлячий вплив з метою стабілізуючих організацій, також представляє сполучною ланкою кордон предметом управління АРМ;
- автоматизоване пролетарів роль (комплекс) під структура якого вступає база оператора Advantix X з конкретною операційною концепцією Windows 7, процесором Intel Core i7 також певним програмним ансамблем TRACE MODE 6.

Був розрахований обрис регулювання температури в баку-кристаллизаторе. Розрахувавши дані застосовували 2 способи: спосіб незатухаючих сумнівів (Циглера-Ніколса) також способом Солодовникова.

Підсумки згідно першого досліду не догодили обставинам, внаслідок того то що період регулювання перевищило в десяти хв. також дорівнює тридцять хвилин також переналагодження σ перевалило встановлене в 1% також дорівнює 21%. Спосіб Солодовникова - найбільш непростий у розрахунках, проте, внаслідок йому, все без винятку необхідні показники якості існували завойовані.

Застосування нинішніх способів управління науково-технічною дією, але крім того нових промислових засобів автоматизації дозволило здійснити високоякісно новітню ноу-хау управління, то що повалило до:

- підвищення якості видачі продукту;
- зниження простоїв з-за несправностей;
- підвищення міжремонтних термінів діяльність оснащення;
- застосовувати найменше число співробітників, необхідних з метою зміцнення ТП у трудовому перебування також ліквідації аварійних ситуацій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологічний регламент процесу перекристалізації продукту.

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. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. /
А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Клюев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.-
464 с.

4. Голубятников В.А., Шувалов В.В., Автоматизация производственных процессов в
химической промышленности.- СПб.: Химия, 1985. - 352 с.

5. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем
автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд–во Томского политехнического
университета, 2008. – 109 с.

6. 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.

7. Сольницев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления - М: Высш. шк., 1991. — 335 с.

8. 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.

9. 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.
10. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник – 2-ге вид, перероб. і доп. – К: Либідь, 2007. – 656 с.
11. Воронів А.А. і ін. Основи теорії автоматичного регулювання і керування. Навчальний посібник для вузів – М.: Высш. Школа, 1977. – 519 с.
12. Зайцев Г.Ф. Теория автоматического управления и регулирования. – 1975.
13. Худолей Г.М. Лекції з теорії автоматичного керування
14. https://ukrbukva.net
15. https://www.weintek.net
16. https://www.owen.ua
17. https://www.owen.ru
18. https://new.abb.com
19. http://www.advantix-pc.ru