

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ І ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ І АВТОМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
“ ” _____ 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Система контролю процесів ферментації при виробництві антибіотиків "

Керівник проекту _____ А.Г. Серяков

Дипломник:

студент групи СУЗ-51Ш _____ М.О. Шут

Номер залікової книжки: 17180052

Шостка - 2020 рік

Ном. поз.	Формат.	Позначення			Найменування	Підрахунок <small>контрактів</small>	Граф інд.	Примітка
					Загальна документація			
					Застосовувана			
1	A4				Завдання кафедри	1	1	
					Новорозроблена			
2	A4				Технічне завдання	3	1	
3	A4				Реферат	1	1	
4	A4	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ			Пояснювальна записка	60	1	
					Проектна документація			
5	A1	СУЗ-51Ш.6.05020101.11.A1			Схема функціональна	1	1	
6	A1	СУз-51Ш.6.05020101.11.E3			Схема електрична принципова	1	1	
					<u>Плакатна документація</u>			
8	A1	СУз-51Ш.6.05020101.11.П1			Розрахункова частина	1	1	
9	A1	СУз-51Ш.6.05020101.11.П2			Алгоритм роботи системи	1	1	
10	A1	СУз-51Ш.6.05020101.11.П3			Мнемосхема процесу ферментації	1	1	
					СУз-51Ш.6.05020101.11.ВД			
Існ	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Система контролю процесів ферментації при виробництві антибіотиків Відомість проекту	Освітле	Лист	Листи
Розробник.	Шут М.О						3	70
Перевірити	Серяков А.Г.							
Огляд						ШІ СумДУ		
Н. Контр.								

РЕФЕРАТ

Шут Микола Олександрович. Дипломний проект на тему «Система контролю процесів ферментації при виробництві антибіотиків». Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 71 аркуш пояснювальної записки з урахуванням 28 рисунків, 9 таблиць; проектної документації, яка містить 2 креслення; 3 демонстраційні плакати.

Технічне завдання розроблене. Розроблена система управління технологічним процесом стерилізації біохімічного реактора на основі програмованого логічного контролера ICP DAS I-8837. Розроблений алгоритм управління. Використання сучасних методів управління технологічними процесами, а також новітніх технічних засобів автоматизації дозволило впровадити якісно нову технологію управління та підвищити ефективність виробництва.

Ключові слова: технологічний процес, система управління, регулюючий мікропроцесорний контролер, алгоритм управління, регульований параметр.

SUMMARY

M.O. Shut. Process control system of fermentation biochemical reactor. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 71 leaves of explaining message, taking into account 28 pictures, 9 tables; designer document which contains 2 drafts; 3 demonstration poster.

The specification is developed. The process control system system sterilization biochemical reactor on the basis of the programmable logical controler ICP DAS I-8837 is developed. The algorithm of management is developed. The use of modern methods of process control, as well as the latest technical means of automation has made it possible to implement a new quality management technology, and increased production efficiency.

Keywords: technological process, control system, the regulating microprocessor controler, the control algorithm, the adjustable parameter.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
Худолей Г.М.
___ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

розробити систему контролю технологічного процесу ферментації при
виробництві антибіотиків

Спроектував:

Студент група СУз-51Ш

М.О. Шут

Погоджено:

Керівник проекту

А.Г. Серяков

Шостка - 2020 рік

Система контролю процесів ферментації при виробництві антибіотиків.

Підстави для розвитку.

Завдання кафедри дипломного проекту.

Мета та мета розвитку

Метою цієї розробки є створення системи управління технологічним процесом ферментації при виробництві антибіотиків.

Очікувані цілі цього проекту:

- підвищення ефективності технологічного процесу;
- підвищення рівня безпеки технологічного процесу, зменшення аварій;
- поліпшення умов праці персоналу;
- скорочення часу пошуку та усунення несправностей;
- збільшення техніко-економічних показників за рахунок застосування сучасних методів контролю технологічного процесу, а також використання новітніх засобів автоматизації;
- зниження енергетичного навантаження.

Ці результати розробки та проектування можуть бути використані для створення системи управління технологічним процесом ферментації при виробництві антибіотиків а на промислових підприємствах та виробництві.

Джерела розвитку

Звіт про бакалаврську практику. Положення. Інструкція з експлуатації.

Режими роботи об'єкта

Процес ферментації при виробництві антибіотиків - це безперервне виробництво відповідно до діючих норм виробництва 24 години на добу, 7 днів на тиждень, цілодобова робота.

Умови роботи

Електроживлення технологічних установок здійснюється від магазинної мережі змінного струму напругою 380 В.

Система контролю технологічного процесу стерилізації біохімічного реактора - це безперервне виробництво відповідно до діючих виробничих норм 24 години на добу, 7 днів на тиждень. Навколишнє середовище повинно бути вибухонебезпечним, без пилу в концентраціях, що порушують роботу електрообладнання, і не має агресивних парів та газів, що руйнують метал та ізоляцію. Умови експлуатації системи управління технологічним процесом стерилізації біохімічного реактора представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Умови експлуатації системи управління технологічним процесом ферментації при виробництві антибіотиків

Найменування та характеристики приміщення	Кліматичні умови			механічні умови	
	Температура, 0С	Вологість,%	запорошеність, г / м3	Амплітуда і частота вібрації, Гц	наявність коливань
Виробниче приміщення	22 ... 250С	60 ... 85%	-	-	-
щит	22 ... 250С	60 ... 85%	-	-	-
кімната оператора	22 ... 250С	40 ... 60%	-	-	-

Система управління повинна бути розроблена для безперервної цілодобової роботи.

Типи, частота та правила технічного обслуговування повинні бути зазначені у відповідних інструкціях з експлуатації.

Розташування технічних засобів системи управління повинно бути раціональним як з точки зору відпустки між ними, так і зручності та безпеки їх експлуатації та обслуговування.

Технічні вимоги

Система контролю технологічного процесу ферментації при виробництві антибіотиків повинна забезпечувати:

- ведення технологічного процесу на основі автоматичного контролю технологічних параметрів;
- зниження трудомісткості вимірювання та управління технологічними параметрами;
- візуалізація параметрів технологічного процесу та надзвичайних ситуацій;
- автоматичне управління приводами;
- безаварійний пуск / зупинка та перемикання технологічного обладнання;
- запобігання розвитку надзвичайних ситуацій та забезпечення безпечного завершення процесу за заданим алгоритмом;
- отримання інформації від верхнього рівня системи управління та формування ефектів контролю на виконавчі механізми.

Система управління повинна включати:

- блок управління на базі програмованого контролера;

- Робоча станція на базі персонального комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням.

Показники надійності системи повинні відповідати вимогам ДСТУ 2863-94 "Надійність обладнання. Програма надійності. Загальні вимоги".

Програмне забезпечення повинно запобігати збоєм у виконанні функцій системи управління у разі відмов технічних засобів та помилок персоналу, залученого до виконання цієї функції, або забезпечує переклад відмов, що призводять до великих втрат, у відмови, пов'язані з меншими втратами.

Система повинна бути багатофункціональною, поновлюваною і повинна відповідати таким вимогам надійності:

- коефіцієнт готовності, повинен бути не менше 0,95;

- середній час роботи для відмови набору комп'ютерних систем повинен становити не менше 1000 годин.

Крім апаратного резерву, система повинна мати тимчасову та функціональну надмірність (ступінь навантаження на контролери, запас пам'яті пам'яті та вільні функціональні блоки тощо).

Система повинна відповідати вимогам відкритості (тобто повинна використовувати стандартні міжнародні вхідні та вихідні сигнали, інтерфейси), що дозволить при необхідності підключати нові модулі та блоки без шкоди загальній конфігурації системи та значних витрат.

При розробці системи управління необхідно забезпечити максимальну уніфікацію застосовуваних компонентів та деталей; використання стандартних кріплень.

Засоби автоматизації, що використовуються в цій установці, повинні бути сучасними та доступними на ринку. Необхідно також враховувати наявність вибухонебезпечних та агресивних середовищ.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ЦЕНТР ЗАОО ТА ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ І АВТОМАТИКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:
"Система контролю процесів ферментації при виробництві антибіотиків "

Керівник проекту

А.Г. Серяков

Проектант:

студент групи СУЗ-51Ш

М.О. Шут

Номер залікової книжки: 17180052

Шостка - 2020 рік

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	4
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ	6
2 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ.....	11
3 ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ ТА АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ	14
4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	29
5 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	39
6 ВИБІР ЗАСОБІВ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ	43
7 ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА	48
8 ВИБІР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕРХНЬОГО РІВНЯ. SCADA СИСТЕМИ.....	50
9 АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ ОПЕРАТОРА. ІНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА, ФУНКЦІЇ, КОНФІГУРАЦІЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	56
10. ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	70

					СУЗ-51Ш.05020101.11.ПЗ			
<i>Змін</i>	<i>аркуш</i>	<i>№ док.</i>	<i>підпис</i>	<i>Дата</i>	Система управління технологічним процесом ферментації при виробництві антибіотиків Пояснювальна записка	<i>Освітле</i>	<i>аркуш</i>	<i>листів</i>
<i>Розробник.</i>	Шут М.О						2	71
<i>Перевірка.</i>	Серяков А.Г.							
<i>Відеуки.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
						ІІІ СумДУ		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

Робоча станція - автоматизоване робоче місце.

ACS TP - автоматизована система управління процесами.

ВО - орган виконавчої влади.

НУ - об'єкт управління.

PR - об'єкт регулювання.

Програмне забезпечення - програмне забезпечення.

PLC - програмований логічний контролер.

PTC - це програмно-апаратний комплекс.

САПР - система автоматизованого проектування.

SAR - автоматична система управління.

ТП - технологічний процес.

ТЕП - технічні та економічні показники.

PZO - пристрої зв'язку з об'єктом.

ПУ - пристрій управління.

MU - мета управління.

ШІМ - модуляція по ширині імпульсів.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		3

ВСТУП

Антибіотики - спеціальні продукти життєдіяльності організмів та їх модифікацій, які мають високу фізіологічну активність щодо певних груп організмів (вірусів, бактерій, грибів, водоростей) або злоякісних пухлин. Застосовується в медицині, ветеринарії, сільському господарстві, харчовій промисловості в якості консервантів.

Отримуйте антибіотики шляхом хімічної або біохімічної трансформації.

Процеси біосинтезу (бродиння) позикивідіграють важливу роль у медичній, харчовій, мікробіологічній та інших галузях.

Незважаючи на велику різноманітність, процеси періодичного бродиння відіграють провідну роль як найбільш вивчені та гнучкі в плані отримання проміжних та кінцевих продуктів необхідної якості. Значні капітальні та експлуатаційні інвестиції, які характеризують системи бродиння, пов'язані з використанням дорогого обладнання та значними витратами на енергоносії.

Основне обладнання: біореактори (ферментатори), ємнісні пристрої, трубопроводи, запірні та регулюючі клапани - повинні бути виготовлені з високоякісної нержавіючої сталі. Постійне постачання культури у ферментері стерильним повітрям, підтримання стабільного теплового режиму, велике споживання пари під час стерилізації тощо вимагають високого ступеня надійності обладнання, компонентів та механізмів,

Конкретна сфера застосування диктує суворі вимоги до чистоти виробу, відповідно до суворого контролю за умовами технологічного процесу. Реалізувати необхідний рівень контролю над технологічним процесом у наш час можливо із застосуванням автоматизованих схем управління та мікропроцесорної технології.

Сукупність основних завдань, що вирішуються в хіміко-технологічних виробництвах для забезпечення їх ефективної та безперебійної роботи, визначає особливе місце для завдань з автоматизації. Ефективне вирішення цих проблем є одним з найважливіших факторів, що визначають загальну ефективність управління хімічними підприємствами.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						4
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

Проблема ефективної роботи системи управління завжди була актуальною проблемою. Не всі компоненти ефективності відіграють однакову роль для отримання прибутку в реальних умовах експлуатації. Глобальна мета управління процесами - це реалізація виробничої програми з найкращим в економічному та екологічному сенсі технологічним режимом, одержання максимального прибутку.

Автоматизація технологічний процес стерилізації біохімічного реактора з використанням сучасної мікропроцесорної технології дозволить:

- впровадити якісно нову технологію виробництва біохімічної продукції;
- збільшити обсяг випуску;
- зменшити витрати на сировину та енергетичні ресурси;
- поліпшити якість продукції (включаючи якість стерилізації);
- зменшити час простою через проблеми;
- збільшити термін служби обладнання.

- використовувати мінімальну кількість працівників, необхідну для підтримання ТП у робочому стані та усунення надзвичайних ситуацій.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						5
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ УПРАВЛІННЯ

1.1 Етапи технологічного процесу стерилізації біохімічного реактора

Можна вибрати наступні етапи процесу стерилізації біохімічного реактора:

- 1) підготовка обладнання (стерилізація) та живильного середовища для процесу біосинтезу;
- 2) підготовка посівного матеріалу;
- 3) завантаження живильного середовища у ферментер;
- 4) спільна стерилізація живильного середовища та обладнання;
- 5) завантаження посівного матеріалу;
- 6) процес стерилізації біохімічного реактора;
- 7) вивантаження та очищення виробу;
- 8) зберігання продукту.

Ферментація еритроміцину (бактеріостатичного антибіотика), що проводиться при інтенсивній аерації та перемішуванні середовища, проводиться в спеціальному апараті - ферментері, що являє собою закриту циліндричну посудину зі сферичним дном і кришкою, обладнану мішалкою, бульбашкою для повітря живлення, бампера, обігрівачі, спільне та охолодження навколишнього середовища, а також запірні клапани та контрольно-вимірювальні прилади. Ферментатор повинен бути міцним, стійким до корозії, повітронепроникним, надійним у роботі.

Прилад F1 (ферментер) оснащений сорочкою (витрата пари, холодоагент), бульбашкою (витрата повітря), мішалкою (споживання електроенергії) та набором контрольно-вимірювальної апаратури.

Технологічна схема процесу бродіння еритроміцину включає:

- 1) ємність стерильних кормів E1;
- 2) збір стерильного піногасника E2;
- 3) збір кислоти E3;
- 4) збір лугу E4;
- 5) Повітряний фільтр PV;
- 6) теплообмінник T1;

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						6
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

7) перистальтичні насоси NP1-4;

8) трубопроводи;

9) запірні та регулюючі клапани.

Ферментатор нагрівається до 90 оС гарячою парою, що подається трубопроводами через теплові клапани, глуху арматуру та бульбашку. При нагріванні ферментатора до 90 ° С повітряний фільтр стерилізують раз на 3 тижні. Фільтр нагрівають гарячою парою до 130 оС і витримують 30 хвилин при цій температурі.

Після нагрівання (визначеного шляхом досягнення температури конденсату 90 оС на виході з ферментатора) припиняється подача гарячої пари до апарату через терморегулятори та глуху арматуру. Потім починається завантаження живильного середовища з живильного бака з насосом.

При цьому триває подача пари через бульбашку з невеликими витратами, для запобігання засмічення отворів бульбашки частинками поживних речовин. Питну воду заливають у ферментатор для доведення живильного середовища до необхідного об'єму. Після завантаження живильного середовища та допоміжних операцій живильне середовище у ферментері нагрівають до температури стерилізації 121 о С таким чином:

1) різка пара подається через термоклапани, глуху арматуру і бульбашку (з великим споживанням пари через бульбашку);

2) пара подається в куртку пристрою.

Механічне ущільнення ферментатора стерилізується одночасно з живильним середовищем.

Після досягнення в ферментері температури 121 оС подача гарячої пари через теплові клапани на трубопроводи та глуху арматуру припиняється. Пряна пара продовжує подаватися через міхур з низькою витратою.

Потім ферментатор витримують 30 хв при $t = 121$ оС, $P = 0,2$ МПа.

Температуру стерилізації підтримують за допомогою контрольованого потоку пари через кожух ферментатора.

Після закінчення інтервалу утримування подача пари в кожух і подача гарячої пари через бульбашку припиняються. Подача охолоджуючої води через

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						7
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

кожух ферментатора для зниження температури у ферментері від 121 оС до 28 оС разом з цим для компенсації тиску через бульбашку подається стерильним стисненим повітрям.

Після охолодження ферментатором відбувається внесення насінневої культури через люк для насіння.

Після посіву насінневої культури в апарат встановлюють оптимальні параметри для бродіння. Під час процесу відбувається безперервна подача стерильного повітря через повітряний фільтр PV, рН стабілізація подачі кислотних розчинів з резервуару E3 або лугу від E4, рівень піни регулюється подачею піногасника з E1, при необхідності подачі з резервуар E1, температура вирощування підтримується водопостачанням. , тиск всередині ферментатора підтримується регулюванням потоку відпрацьованих газів [3, 4].

Тривалість біосинтезу еритроміцину при щепленні з колби становить ~ 240 годин. Після закінчення цього періоду готову культуральну рідину вивантажують та передають на фільтрацію.

1.2 Перелік параметрів сигналізації, управління та управління

На етапі стерилізації основна функція управління полягає у забезпеченні заданої послідовності операцій, тобто функція програмного забезпечення та логічного управління. Це реалізується перемиканням у певній послідовності запірно-регулюючих клапанів, встановлених на трубопроводах технологічної об'язки біореактора після досягнення технологічними параметрами (ТП) умов перемикання або в кінці тимчасових інтервалів опори ТП. Таким чином, стадія стерилізації АСУ діє за циклограмою перемикання елементів керування (клапанами, насосами тощо), розробленою з урахуванням технології виробництва.

Під час циклу біореактора необхідно перемикати десятки одиниць запірної арматури, а при помилковій зміні порядку перемикання порушується стерильність, що призводить до зниження виходу цільового продукту. При ручному керуванні помилками в порядку комутації - одна з причин втрати продукту. Крім того, ручне перемикання клапанів пов'язане з високими витратами праці та часу, тобто із збільшенням тривалості допоміжних операцій та зниженням продуктивності реактора. Тому автоматизація програмного

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						8
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

забезпечення та логічного контролю є важливим резервом підвищення ефективності виробництва еритроміцину.

Інформація про стан технологічних параметрів процесу виймається з датчиків, розташованих всередині ферментатора, і входять до запірно-регулюючих клапанів.

Тепер ми виберемо з усіх технологічних параметрів, які розглядаються при біосинтезі антибіотика, лише тих, які мають значення для стадії стерилізації.

Промисловий ферментер - це пристрій періодичної дії. Час одного циклу бродіння становить 240 годин.

Через велику теплоємність цей об'єкт має значну інерційність та чисте відставання.

Основними технологічними параметрами процесу біосинтезу є:

1) температура під час допоміжних операцій (стерилізація тощо) та під час бродіння;

2) тиск під час стерилізації та під час бродіння; рівні піни та рідин у ферментері;

3) рівень рН середовища бродіння;

4) вміст різних речовин у відпрацьованих газах;

5) споживання стерильного повітря, пари, луку, кислоти, піногасника, добрив, холодної води.

З них важливі для стадії стерилізації технологічні параметри:

1) температура зв'язуючих елементів у ферментері та на виході з ферменту;

2) тиск всередині ферментатора;

Відповідно до поточного в Процесі теплопередачі ферментера між технологічними параметрами існують у такій залежності:

1) нагрівання гарячою парою призводить до підвищення температури на відповідних об'язних елементах на виході з ферментатора;

2) охолодження ферментера холодною водою призводить до зниження температури і тиску всередині пристрою (охолодження відбувається після закінчення етапу стерилізації, для підтримки стерильних умов необхідна герметичність пристрою)

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						9
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

На основі цього можна визначити вхідні параметри, важливі для процесу стерилізації:

- 1) потік повітря F_B ;
- 2) витрата пари f_p ;
- 3) Температура пари T_P ;
- 4) температура охолоджуючої води $T_{охл}$;
- 5) витрата охолоджуючої води $G_{ОВ}$.

вихідні параметри:

- 1) температура середовища в ТФ ферментері;
- 2) температура елементів трубопроводу (фітинга) на виході з ферментатора ТС;
- 3) тиск всередині ферментатора P .

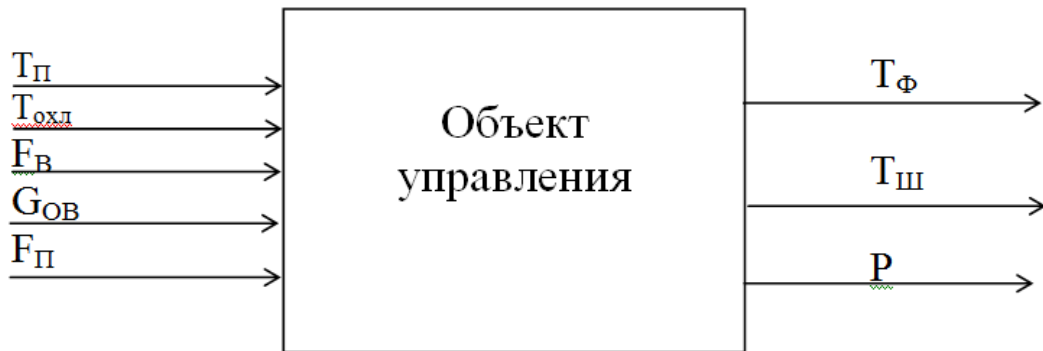


Рисунок 1 - Ферментер як об'єкт автоматизованого управління

Відповідно до функціональної схеми стерилізації біореактора та умов технологічного процесу складемо схему руху матеріальних потоків [3].



Малюнок 2 - Схема матеріальних потоків

На основі схеми руху матеріальних потоків визначаємо параметри сигналізації, управління та управління. І підсумуйте їх у таблиці:

Таблиця 1 - Перелік параметрів сигналізації, управління та управління

Параметр	Суть технологічного процесу	Процес контролю	Діапазон вимірюваної величини
температура	ферментер	Сигналізація, контроль, управління	0-150 ° С
температура	на фурнітуру	Сигналізація, контроль, управління	0-150 ° С
тиск	ферментер	Сигналізація, контроль, управління	0-0,5 МПа
рівень рідини	ферментер	Сигналізація, контроль, управління	0-1 м

2 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ, СІНАЛІЗУВАННЯ ТА БЛОКУВАННЯ

2.1 Управління, сигналізація та блокування каналів

2.1.1 Температура в ферментері

Необхідно підтримувати температуру в межах 90-121 ° С, що сприяє утворенню великих, добре осаджених частинок. Для цього в ферментер встановлюється датчик температури, а на трубопроводі подачі пари встановлюється регулювальний клапан, необхідний для підтримки температури.

2.1.2 Температура на соплі для ферментатора

Необхідно підтримувати температуру в межах 115-121 ° С, що забезпечує нормальне завершення процесу біосинтезу та отримання культуральної рідини з необхідними характеристиками. Для цього на арматурі встановлюється датчик температури, а на трубопроводі подачі пари встановлюється регулювальний клапан, необхідний для підтримки температури.

2.1.3 Рівень рідини у ферментері

Максимальний рівень рідини в колонці - 1000 мм, а рівень, необхідний для нормальної течії процесу, - 620 мм. Щоб уникнути переливу рідини та підтримання необхідного рівня у ферментаторі встановлюється датчик рівня та встановлюється регулювальний клапан на трубопроводі подачі рідини з напорного резервуара.

2.1.4 Тиск у ферментері

Необхідно підтримувати тиск у межах 0,19-0,21 МПа, що сприяє нормальному перебігу технологічного процесу. Так само перевищення цих меж тиску може призвести до надзвичайної ситуації, уникнути якої у ферментатора є підсилювальний клапан.

2.2 Локальні схеми управління для вибраних параметрів

2.2.1 Місцевий контур регулювання температури у ферментері

Контур використовується для підтримки температури в діапазоні 90-121 ° С, для цього в ферментері встановлюється датчик температури, а на трубопроводі подачі пари встановлюється регулювальний клапан, необхідний для підтримки температури.

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

арку

12

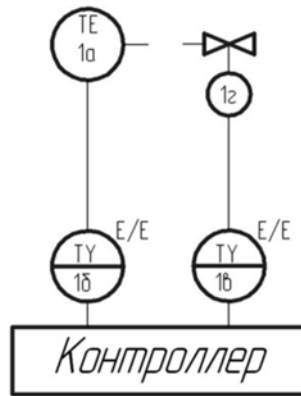


Рисунок 3 - Локальний цикл управління

2.2.2 Місцевий контур регулювання температури на арматурі у ферментері

Схема дозволяє підтримувати температуру в діапазоні 115-121 ° С, що забезпечує нормальне завершення процесу біосинтезу та отримання культуральної рідини з необхідними характеристиками

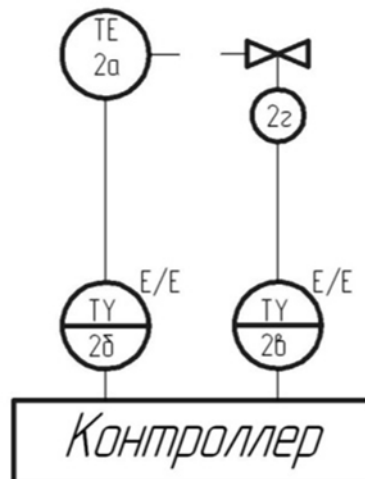


Рисунок 4 - Локальний цикл управління

2.2.3 Місцевий контур регулювання тиску у ферментері

Схема дозволяє підтримувати тиск у межах 0,19-0,21 МПа, що сприяє нормальному протіканню процесу. Так само перевищення цих меж тиску може призвести до надзвичайної ситуації, уникнути якої у ферментатора є підсилювальний клапан.

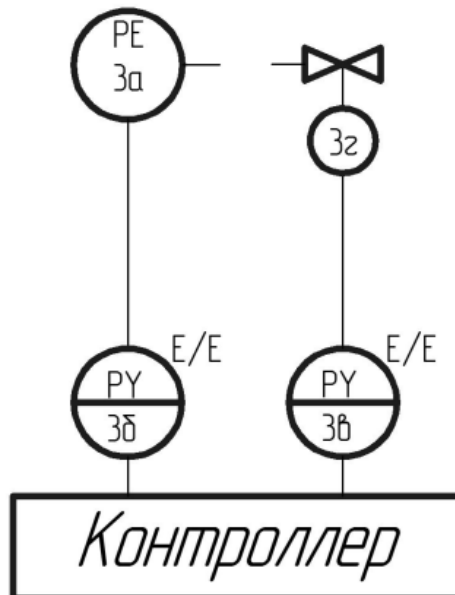


Рисунок 5 - Локальний цикл управління

2.2.4 Місцевий контур для контролю рівня рідини у ферментері

Схема дозволяє фіксувати граничний рівень рідини в колоні, який становить 1000 мм, а також підтримувати рівень, необхідний для нормального протікання процесу, який, у свою чергу, становить 620 мм. Щоб уникнути переливу рідини та підтримання необхідного рівня у ферментері встановлюється датчик рівня та встановлюється регулювальний клапан на трубопроводі подачі рідини з напорного резервуара.

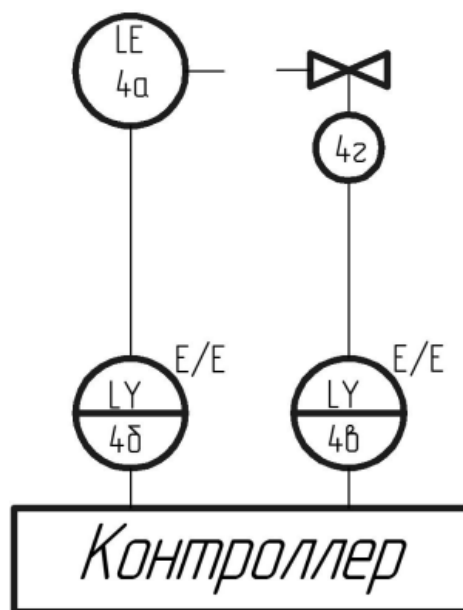
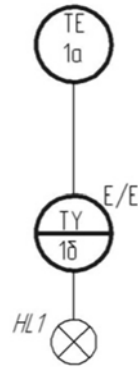


Рисунок 6 - Локальний цикл управління

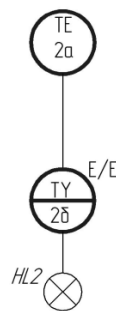
Для візуального відображення критичного стану ми вводимо схему сигналізації відповідних параметрів:

Тривога над перевищенням допустимої температури у ферментері.



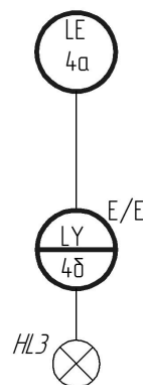
Малюнок 7 - Структурна схема сигналізації

Сигналізація про перевищення допустимої температури на ферментерному союзі.



Малюнок 8 - Структурна схема сигналізації

Тривога над перевищенням допустимого тиску у ферментері.



Малюнок 9 - Структурна схема сигналізації

На основі локальних схем та сигнальних схем побудована функціональна схема автоматизації процесу стерилізації біохімічного реактора.

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		15

3 ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ ТА АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ

3.1 Вибір датчиків

Рівень датчиків і пускачів включає датчики (термометри опору, манометри, рН-метри, ємнісні вимірювачі рівня тощо) та пускачі (ІМ) з дистанційним керуванням (приводи насосів, запірні та регулюючі клапани тощо), необхідні для отримання інформації про хід управління процесом. Вимоги до цього рівня - надійність в експлуатації, точність вимірювань та контролю. Для спрощення підключення до модулів вводу / виводу контролерів та УЗО рекомендується використовувати датчики та ІМ з уніфікованими аналоговими та дискретними сигналами (сигнал струму 4-20 мА, напруга 3,5 В ~ 30 В).

3.1.1 Вибір датчика температури

Необхідно вимірювати температуру середовища в ферментері та на ферментерному фітингу. Діапазони вимірюваних температур однотипні і дозволяють використовувати аналогічні датчики з діапазоном вимірювань 0-150 оС.

Існує кілька способів вимірювання температури. Температуру можна виміряти за допомогою наступних інструментів:

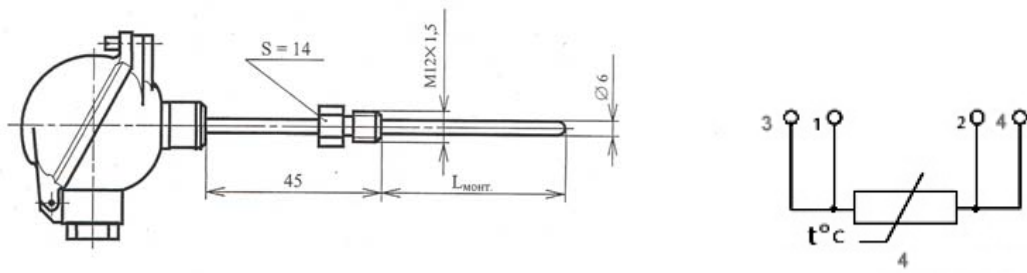
- термометри розширення;
- манометричні термометри;
- пірометри;
- термометри опору;
- термоелектричні термометри.

Перші два способи не підходять через малі межі вимірювання, складність віддаленої передачі сигналу від місця вибірки, що ведеться до щита оператора. Пірометри не підходять, оскільки ви можете керувати лише параметром, але немає можливості регулювання, а пірометри використовуються для вимірювання високих температур. Підходять четвертий і п'ятий методи вимірювання. Розгляньте два датчики температури та виберіть найбільш підходящий для цього завдання.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		16

Перша версія датчика:

Термометр опору платиновий TSP 001. ДЖ 2.821.000



Малюнок 10 - Основні розміри термопары TSP 001 та схема з'єднання чутливого елемента

Таблиця 2 - Основні технічні характеристики TSP 001

Критичний параметр	значення
Діапазон вимірюваної температури, ° C	0 ... +200
Номинальна статична характеристика перетворення	100П; Pt100; Pt500
Відношення опору при 100 ° C до опору при 0 ° C (W100)	1,391; 1385
Межа основної абсолютної похибки, ° C для класу А: для класу В:	± [0,15 + 0,002 (τ)] ± [0,30 + 0,005 (τ)]
Група вібростійкості за ГОСТ 12997	N2
Робочий тиск вимірюваного середовища, МПа модель 1, 2 модель 3 з рукавом	6.3 2.0
Вимірювальний струм не більше, мА для 100P, Pt100 Pt500	3.0 1,0
Тип кліматичних показників згідно з ГОСТ 15150	У3
Ступінь захисту від зовнішніх впливів	IP54
Інтервал калібрування, роки	2
Захисний матеріал рукава	12X18H10T

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

арку

17

Для порівняння розглянемо другий тип датчика:

Термоперетворювач ТСМУ-205.

TSMU-205 Ex / 100M / 8/0 ... 1500C / 160 / Ø6 / 0,5 / ДП ТУ 4227-003-13282997- з уніфікованим вихідним сигналом 4-20 мА, шкала 0-1500С, теплова інерція не більше 20 с.

Тип виконання: загальнопромислові: ЦМУ-205-Н, ЦПУ-205-Н, -205Ex-Н,

Особливості: вимірювальний перетворювач вбудований в кінцеву головку первинного перетворювача;

Таблиця 3 - Основні технічні характеристики ТСМУ-205

Параметри	Значення
Напруга живлення постійного струму.	12 ... 36 V
Споживання енергії.	0,8 ВА
Кліматичні показники.	С3, D3, Т3.
Ступінь захисту: вилка PLT-164-R; ущільнювач масла M20x1.5; кабельний вхід VG9-MS68.	IP54; IP65; IP68.
Інтервал калібрування.	4 роки
Гарантійний термін експлуатації.	4 роки

Другий тип датчика більше підходить для вимірювання на цій ділянці.

Переваги: TSMU-205 має уніфікований вихідний сигнал 4-20mA, діапазон температур ближче до вимірюваної температури, дешевший і має більш тривалий міжтестовий інтервал.

3.1.2 Вибір датчика тиску

Потрібно виміряти тиск всередині ферментатора, верхня межа вимірювання - 0,5 МПа

Виміряти тиск можна наступними засобами:

- деформаційні манометри;

- тестери дедвейту;
- електричні манометри.

Перший і другий способи не підходять через неможливість віддаленої передачі сигналу. Електричні манометри підходять для цього завдання, оскільки вихід цього типу манометрів є електричним сигналом, який може передаватися на відстань.

Перша версія датчика

Датчик тиску EJX430A - призначений для вимірювання надлишкового тиску різних середовищ: рідини, газу та пари.



Рисунок 11 - Датчик тиску EJX430A

Основні характеристики: похибка вимірювання $\pm 0,04\%$ шкали. Стабільність вимірювання $\pm 0,1\%$ ІПП (верхня межа вимірювання) протягом 10 років.

Повний нульовий зміщення (нульове придушення) або вгору (підняття нуля) допускається в межах вимірювальної шкали капсули.

Максимальна робоча тиск капсула А: 3,5 МПа капсула В: 16 МПа

Вихідний сигнал 4 ... 20 мА з функцією цифрового зв'язку з протоколом BRAIN або HART, Foundation Fieldbus.

Вихідний сигнал може бути запрограмований лінійно або довільно сегментований.

Час відгуку 95 мсек.

Температура процесу -40 ... 120 °С

Температура навколишнього середовища
-40 ... 85 °С (без індикатора)

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						19
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

-30 ... 80 °C (з індикатором)

Блок живлення 10,5 ... 42 В постійного струму

Матеріал, що контактує з навколишнім середовищем, як стандарт: мембрана
- Hastelloy C-276

інше - нержавіюча сталь 316L SST

Стандарт дизайну: IP67

внутрішньо безпечний: (EExiaIICT5)

вибухобезпечний: (EExdIIST4, T5, T6)

Інтервал огляду - 3 роки.

Другий варіант датчика

Перетворювач надлишкового тиску Metran 43-Ex-DI, з мембранним сепаратором.

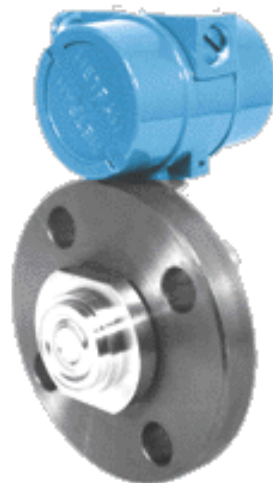


Рисунок 12 -Перетворювач надлишкового тиску Metran 43-Ex-DI

Основні характеристики:

межі вимірювання: 0-0,40 МПа, IP65;

вихідний сигнал 4-20mA;

24В постійного струму.

Датчик призначений для роботи в системах автоматичного управління, регулювання та управління технологічними процесами в різних галузях промисловості, міського господарства і забезпечує безперервне перетворення вимірюваного параметра - вакуум, надлишковий тиск, тиск-вакуум, різниця тиску

									арку
									20
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

нейтральний і агресивний, газоподібний і рідкі носії в вихідний сигнал електричного струму віддаленої передачі.

Межі вимірювання: тиск-вакуум від (-5: 0: 5) до (-100: 0: 530) кПа; гідростатичний тиск від (0: 1,6 до (0: 250) кПа, перепади тиску від (0: 0,16) до (0: 630) кПа

Датчик тиску Metran 43-Ex-DI-3153-01 більше підходить для вимірювання тиску в цьому процесі, оскільки він має більш близький діапазон вимірювання і тому вимірювання буде більш точним, має меншу вартість, конструкція зручніша для монтажу на ферментер.

3.1.3 Вибір датчика рівня

Для контролю рівня у ферментері враховуйте наступні датчики:

Сигналізатор рівня, ємнісний ROS101.



Рисунок 13 -Сигналізатор рівня, ємнісний ROS101

Основні технічні характеристики: елемент, чутливий до стрижня, джерело живлення постійного струму, релейний вихідний сигнал.

Датчики-реле рівня ROS-101 призначені для управління одним рівнем (незалежні граничні рівні струмопровідних та непровідних рідин, твердих (грудоподібних) середовищ, зерна та продуктів, що розуміються на ньому, а також розділення середовища: вода - легкі нафтопродукти , скраплений нафтовий газ - вода та інші рідини з різко різними діелектричними константами.

У датчиках-реле за допомогою регулюючих елементів в передавальному перетворювачі передбачено встановлення рівня та диференціалу роботи в робочій зоні чутливого елемента за допомогою зміни положення перемички зміни

									арку
									21
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

сигнального «присутності» або Забезпечується "відсутність" контрольованого середовища. функціонування та індикація досягнення встановленого рівня.

Датчик-реле складається з первинного перетворювача (PP) з чутливим елементом і передавального перетворювача (PPR).

Таблиця 4 - Основні технічні характеристики датчика-реле рівня ROS-101

Условное обозначение датчика-реле	Конструктивное исполнение чувствительного элемента	Длина погружаемой части чувствительного элемента, L, м	Параметры контролируемой среды					
			Физическое состояние, электрические свойства	Температура, °С	Рабочее избыточное давление, Pраб, МПа, до	Относительная диэлектрическая проницаемость	Динамическая вязкость, Па·с, не более	Размеры гранулы (куска), мм, не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ROS-101-021 ROS-101-021И ROS-102-121 ROS-102-121И	Стержневой изолированный	0,1; 0,25; 0,6; 1,0; 1,6; 2,0	Жидкая, сыпучая, электропроводная	От -100 до +200	2,5	2,0÷4,0	1,5 (для жидких сред)	5

Другий варіант:

Буйовий регулятор рівня буя пневматичний ОКР 42 1422 8088 TU 4214-008-12176419-96

Буйовий регулятор рівня пневматичний URB-P, URB-PM призначений для роботи в системах автоматичного управління, управління та регулювання параметрів виробничих технологічних процесів з метою видачі інформації у вигляді стандартного пневматичного сигналу про рівень рідини (URB-P) або межі перерізу двох змішаних рідин (URB-PM) під вакуумом, атмосферним або надмірним тиском.

Умови експлуатації: датчик рівня експлуатується в умовах, встановлених для виконання UHL категорії 3.1 або HL категорії розміщення 2 згідно з ГОСТ 15150, але для роботи при температурі навколишнього середовища від мінус 50 до плюс 70 ° С для UHL та HL і від мінус 10 до плюс 45 ° С для виконання Т. Фільтр і стабілізатор тиску повітря повинні бути встановлені в лінії, що веде до рівня подається повітря.

Подаче повітря повинно бути підготовлене відповідно до класу 0 забруднення відповідно до ГОСТ 17433. У міру стійкості до механічних впливів вимірювачі рівня можуть витримувати вібрацію з частотою (10-55) Гц з амплітудою не більше 0,035 мм. .

Ступінь захисту манометрів від впливу пилу та води IP54 згідно з ГОСТ 14254.

Деталі, що контактують з контрольованим середовищем, залежно від його агресивності, виготовляються із сталі 20 або сталі 12X18H10T, що дозволяє забезпечити високу якість та надійність при тривалій експлуатації.

Вимоги безпеки відповідно до ГОСТ 12997.

Таблиця 5 - Основні технічні характеристики вимірювального рівня-регулятора URB-P

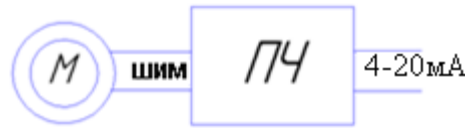
Символи та матеріали деталей		Граничні значення діапазону вимірювання	Параметри вимірювання рідини	
			Температурний діапазон, ° C	Максимально допустимий робочий надлишок, МПа
УРБ-П-1	Ст. 20 12X18H10T	0,25; 0,4; 0,6; 0,8;	-50 ... + 100	2,5; 4,0; 6,3; 10,0
УРБ-П-2			-200 ... - 50 + 100 ... + 400	
URB-PM1		0,6; 0,8; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0;	-50 ... + 100	2,5; 4,0
URB-PM2			-200 ... - 50 + 100 ... + 400	

Датчик рівня ROS-101 більше підходить для вимірювання рівня рідини в ферментері. Оскільки він має більш близький діапазон вимірювання і, отже, вимірювання буде більш точним, має уніфікований електричний вихідний сигнал і конструкція зручніша для установки на ферментері.

3.2 Обґрунтування та вибір регулюючих органів

Основні функції управління реалізуються на основі вибору необхідних технічних засобів.

Основним завданням вибору технічних засобів є перевірка зв'язку каналів управління контролера з приводами. На малюнку 14 показана схема управління двигуном за допомогою перетворювача частоти.



Малюнок 14 - Функціональна схема управління двигуном

Серед різних способів управління приводами на даний момент частота та ширина імпульсу (ШИМ). Великою перевагою ШИМ є його висока стабільність і простота організації на мікропроцесорному контролері.

Додатковою перевагою використання керування ШИМ є можливість типізації алгоритму управління за типом ШИМ.

У цьому випадку ШИМ використовується для управління перетворювачем частоти. Далі перетворювач під дією керуючих сигналів керує двигуном.

Порівняльний аналіз електроприводів:

а) Електричний багатооборотний привід РЕМ-В1.

Привід призначений для дистанційного та локального керування запірною арматурою трубопроводу, встановлюється безпосередньо на арматурі. Робоче положення приводу - будь-яке. Основні блоки приводу: електродвигун, ручний привід, блок кінцевих вимикачів ВКВ, двосторонній обмежувач крутного моменту. Блок кінцевих вимикачів ВКВ забезпечує сигналізацію та (або) блокування вихідного вала приводу в крайньому або проміжному положенні.

Призначення двосторонніх обмежувальних моментів: - автоматичне відключення приводу при досягненні запірним корпусом крайньої арматури (закритим, відкритим) та (або) будь-якими проміжними положеннями при досягненні заданого крутного моменту на вихідному валу; - забезпечення початку руху замикаючого корпусу з крайнього положення з максимальним крутним моментом завдяки наявності кулачків блокування (запобігає відключенню двигуна в межах регульованого значення вихідного вала).

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						24
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

Таблиця 6 - Основні технічні характеристики TEM-B1

Виконання приводу	Діапазон регулювання крутного моменту на вихідному валу, Нм	Кількість обертів вихідного вала.		Швидкість обертання вихідного вала, об / хв	Потужність електричного двигуна, не більше, Вт.	Тип і розмір вихідного вала, мм
		хв, про	макс, о			
РЕМ-В1	100-300	1	6	25	550	58

б) Електричний однооборотний привід РЕОZ-100-0,25-03К.

Привід призначений для управління клапанами, кульковими та запірними кранами, клапанами та іншими запірними клапанами, які потребують обертання робочого тіла під кутом від 0 до 225 °.

Привід встановлюється безпосередньо на арматурі трубопроводу і з'єднується з штоком регулюючого органу за допомогою втулки. Робоче положення приводу - будь-яке.

Основні приводні агрегати: електродвигун, планетарна передача, ручний привід, блок обмежувача ВКV, обмежувач граничного крутного моменту.

Обертання вихідного вала блокується за допомогою обмежувача обмеження крутного моменту або ВКV.

Блок кінцевих вимикачів ВКV забезпечує сигналізацію та (або) блокування вихідного вала приводу в крайньому або проміжному положенні.

Обмежувач граничного моменту забезпечує відключення приводу при досягненні запірним пристроєм арматури крайніх положень (<Відкритий ", " Закритий>) або при аварійному заклинюванні рухомих частин арматури.

						арку
						25
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

Таблиця 7 - Основні технічні характеристики ПЕОЗ-100-2,5-03К

Виконання приводу	Крутний момент на вихідному валу, Нм		Частота обертання вихідного вала, р / хв	Повний хід вихідного валу, об. (Вітай.)	Номінальний час обертання вихідного вала, з		Споживання енергії, не більше, Вт.	Тип і розмір вихідного валу, мм
	хв	макс			90 °	225 °		
ПЕОЗ-100-2.5-03К	60	140	0,6	0,25 (90о)	25	63	500	58

Кліматичні показники - U3.1 згідно з ГОСТ 15150.

Ступінь захисту - IP54 за ГОСТ 14254.

Блок живлення - однофазний, напруга 220 В або 24 В частотою 50 Гц.

Управління приводом - як безконтактним, за допомогою пускача безконтактного реверсивного PBR-2М, так і контактним - за допомогою пускача електромагнітного (наприклад, типу PML).

Відмінні особливості накопичувача:

Привід має блок сигналізації про критичні ситуації та обмежувальні повороти валу.

Обмежувач граничного моменту забезпечує можливість встановлення моменту вимикання в діапазоні від 63 до 100% максимального моменту. Відхилення моменту відключення не перевищує $\pm 10\%$ від заданого значення.

Ручний привід працює незалежно від стану електродвигуна (увімкненого).

Привід можна встановити на повний хід вихідного валу від 30о до 290о при збереженні швидкості вихідного валу.

Невеликі габарити і невелика вага.

Мікроперемикачі дозволяють перемикати постійний струм від 5 мА до 1А при напрузі до 48В, змінного струму від 20 мА до 500 мА при напрузі до 220В.

Обґрунтування вибору електроприводу.

Проаналізувавши характеристики приводів PEM-B1 і PEOZ-100-2,5-03К, можна зробити висновок, що слід вибрати привід PEOZ-100-2,5-03К. Оскільки її відмітною особливістю є наявність сигнальних блоків стану приводу, що забезпечує інтеграцію з системами SCSDA.

									арку
									26
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

Перетворювач EI-MINI - FP7



Рисунок 15 - Перетворювач EI-MINI в FP7

Зворотна функція.

2-провідне управління.

Цифровий вихід для діагностики приводу.

Постійний або змінний крутний момент, характерний для U / f .

Максимальна частота - 100 Гц.

Блок живлення +15 В для зовнішніх пристроїв.

Зовнішні входи для керування та скидання помилок.

Електронний захист від перевантаження двигуна.

Таблиця 8 - Основні технічні характеристики EI-MINI-FP7

Характеристика	Модель EI-MINI- FP7
Напруга живлення	220-240 V
Частота мережі, Гц	45-60 Гц
Вихідна потужність, кВт	0,75
Номінальний вихідний струм, А	4
Максимально допустимий струм, А (150% Іном за 60 с)	6
Частота невдач ШІМ, кГц	шістнадцять
режими управління	2 дроти
режими гальмування	Плавна зупинка, інерційна зупинка або постійне гальмування
навантаження	З постійним крутним моментом або з характеристикою вентилятора
Ступінь захисту	IP00
Робоча температура	Від 0 до + 50 ° С
Температура зберігання	Від - 40 до + 65 ° С
Відносна вологість	не більше 93%, без конденсату

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

арку

27

Обґрунтування вибору перетворювача.

До переваг цього перетворювача насамперед належать: низька вартість, простота в експлуатації, невеликий розмір.

Аналогічно, цей перетворювач забезпечує модуляцію ШІМ. Тому ми обираємо перетворювач EI-MINI-FP7.

Надалі, щоб знизити витрати на автоматизацію виробництва та рівномірність встановленого обладнання, ми будемо використовувати приводи серії PEOZ-100 та перетворювачі серії EI-MINI.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		28

4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Дослідження та налагодження контуру управління

Завдання досліджуваної системи управління - підтримувати постійний тиск у ферментері в межах 0,19-0,21 МПа, що сприяє нормальному перебігу технологічного процесу.

Регулювання тиску полягає в тому, що задане значення тиску обчислюється в кожному циклі програми управління. Оскільки фактичний керуючий ефект під час дослідження замінюється однокроковим сигналом, факт корекції не потрібен, і всі результати, отримані для прийнятої системи, будуть дійсними для оригіналу.

4.1.1 Функціональна схема схеми управління

Функціональна схема схеми управління представлена на рисунку 16.

Об'єкт управління - регулювальний клапан (Зд на функціональній схемі); його вихідний параметр - поперечний переріз клапана. Секція трубопроводу, що з'єднує клапан із датчиком тиску, передає середовище та його тиск, перетворюючи $S(t)$ в $P(t)$. $P(t)$ - вхідний сигнал для датчика тиску (Metran 43-Ex-DI-3153-01). Сигнал від датчика - $Y(t)$, надходить у акумулятор, де його порівнюють із обчисленою заданою дією $Y_{зад}(kT(t))$.

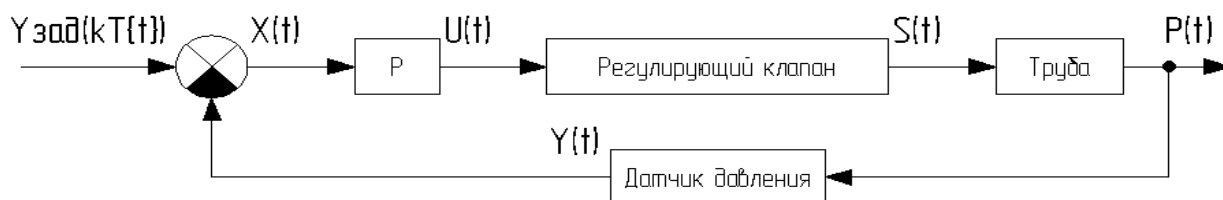


Рисунок 16 - Функціональна схема контуру управління

В результаті порівняння формується помилка $X(t)$, яка надходить у логічну частину PID-контролера. На виході регулятора формується керуючий сигнал $U(t)$, який визначає ступінь відкриття клапана.

Особливістю отриманої схеми є наявність негативних зворотних зв'язків виходу системи з її входом, що служить для вимірювання результату системи, а зворотний зв'язок не одиничний.

4.1.2 Опис елементів за допомогою функцій передачі

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		29

Опишемо кожен елемент функціональної діаграми функції передачі. Будемо вважати, що суматори, які використовуються у схемі, не впливають на систему управління, тобто мають єдині функції передачі.

– Датчик тиску.

Інтелектуальний датчик тиску Metran 43-Ex-DI-3153-01 встановлений на лінії подачі пари. У технічній документації на датчик зазначено, що датчик має властивості інерціальної ланки з часом відгуку модуля датчика $T_c = 0,043$ с. Крім того, датчик має час демпфування $T_d = 1$ с, необхідний для усунення ефекту пульсацій під час подачі пари. Час демпфування додається до часу відгуку датчика, тобто загального часу відгуку датчика:

$$T_{dd} = T_c + T_d = 0,043 + 1 = 1,043 \text{ с. (4.1)}$$

Вбудований обчислювальний блок датчика дозволяє виправити власну нелінійність та вплив зовнішніх впливових факторів.

Тобто датчик тиску може бути представлений типовою інерційною ланкою:

$$W_{dd}(p) = \frac{k_{dd}}{T_{dd} \cdot p + 1} \quad (4.2)$$

Коефіцієнт k_{dd} визначається виходячи з умов: мінімальний тиск пари $P_{min} = 0,55$ МПа ($0,55 \cdot 10^6$ Па) відповідає вихідному сигналу датчика $Y_{min} = 4$ мА ($0,004$ А), а максимальний - $P_{max} = 0,65$ МПа ($0,65 \cdot 10^6$ Па) відповідає вихідному сигналу датчика $Y_{max} = 20$ мА ($0,02$ А). тоді:

$$k_{dd} = \frac{Y_{max} - Y_{min}}{P_{max} - P_{min}} = \frac{0,020 - 0,004}{(0,65 - 0,45) \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^{-9} \quad (4.3)$$

Підставляючи (4.1) і (4.3) в (4.2), отримуємо функцію перенесення в числовій формі:

$$W_{dd}(p) = \frac{8 \cdot 10^{-9}}{1,043 \cdot p + 1}$$

– Труба.

Враховуючи невелику довжину труби між регулювальним клапаном і датчиком тиску, ми не враховуємо можливу затримку транспорту і падіння тиску в трубі. Виходячи з цього, ми розглянемо трубу як типову армуючу ланку з коефіцієнтом посилення, рівним одиниці:

									арку
									30
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата					

$$W_m(p) = 1.$$

– Контрольний клапан.

Привід PEOZ-100-2,5-03K використовується для регулювання тиску. Зверніть увагу, що всі кріплення встановлені та випробувані на заводі на параметри, зазначені в анкеті клапана, оскільки визначення властивостей клапана є складним завданням, яке вирішується для конкретної конфігурації клапана. Для обраного обладнання та параметрів процесу, відповідно до характеристик приводу, клапан можна розглядати як типовий коливальний зв'язок із постійними часом: $T_{1kl} = 0,28$ с; $T_{2kl} = 0,45$ с.

Тобто передавальна функція клапана:

$$W_{kl}(p) = \frac{k_{kl}}{T_{1kl}^2 p^2 + T_{2kl} \cdot p + 1}. \quad (4.4)$$

Коефіцієнт k_{kl} визначається виходячи з умов: мінімальний сигнал $U_{min} = 4$ мА ($0,004$ А) на вході позиціонера відповідає тиску середовища на виході з клапана $S_{min} = 0,45$ МПа ($0,45 \cdot 10^6$ Па), а максимальний - $U_{max} = 20$ мА ($0,02$ А), відповідає тиску $S_{max} = 0,65$ МПа ($0,65 \cdot 10^6$ Па). тоді:

$$k_{kl} = \frac{S_{max} - S_{min}}{U_{max} - U_{min}} = \frac{(0,65 - 0,45) \cdot 10^6}{(20 - 4) \cdot 10^{-3}} = 1,25 \cdot 10^8. \quad (4.5)$$

Підставлення (4,5) в (4.4) з урахуванням $T_{1kl} = 0,28$ с; $T_{2kl} = 0,45$ с, отримуємо передавальну функцію клапана в числовій формі:

$$W_{kl}(p) = \frac{1,25 \cdot 10^8}{0,0784 p^2 + 0,45 \cdot p + 1}.$$

– PID-регулятор.

Контролер функціонує як контролер. Ми розглянемо спрощений спосіб вирішити задачу регулювання методами лінійних систем, оскільки ЦП контролера має високу швидкість (виключаючи дискретність управління).

PID-контролер вимагає 3 параметрів при постановці завдання: посилення пропорційного каналу k_p , посилення інтегрованого каналу k_i і посилення диференціального каналу k_d . Оскільки регулятор включає прискорююче посилення другого порядку, ми пишемо:

					СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		31

$$W_P(p) = k_n + \frac{k_u}{p} + k_d \cdot p = k_u \frac{T_{1P}^2 \cdot p^2 + T_{2P} \cdot p + 1}{p}, \quad (4.6)$$

де: $T_{1P}^2 = \frac{k_d}{k_u}$, $T_{2P} = \frac{k_n}{k_u}$.

Записати вираз (4.6) у числовій формі поки що неможливо, оскільки T_{1P} і T_{2P} — невідомі параметри, які визначаються налаштуваннями контролера.

4.1.3 Структурна схема контуру управління

На основі функціональної схеми складемо структурну схему контуру регулювання тиску (рисунок 17).

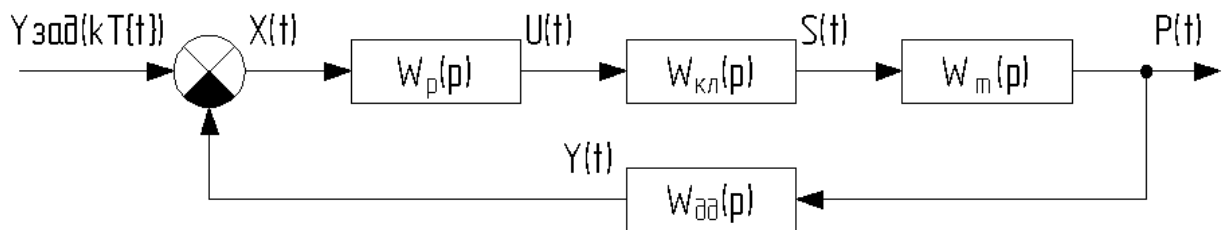
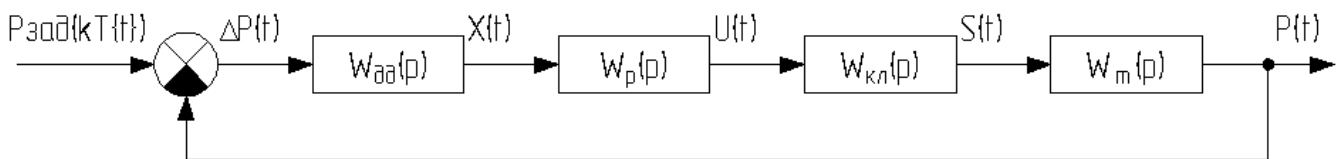


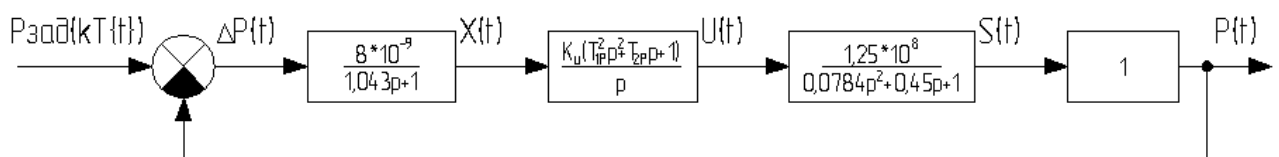
Рисунок 17 - Структурна схема контуру регулювання тиску

Для використання методів теорії автоматичного управління необхідна наявність закритої структури, тобто необхідно наблизити оригінальну блок-схему до структури з єдиним зворотним зв'язком. Перетворення здійснюється шляхом перенесення суматора, і вигадане посилення відкидається, оскільки в описі не має значення, як отримано $P(t)$. Структурна схема після перетворення показана на малюнку 18.



Малюнок 18 - Структурна схема після перетворення

Ми записуємо в символи посилень конкретні вирази їх функцій передачі в числовій формі (де це можливо). Кінцева блок-схема показана на малюнку 19.

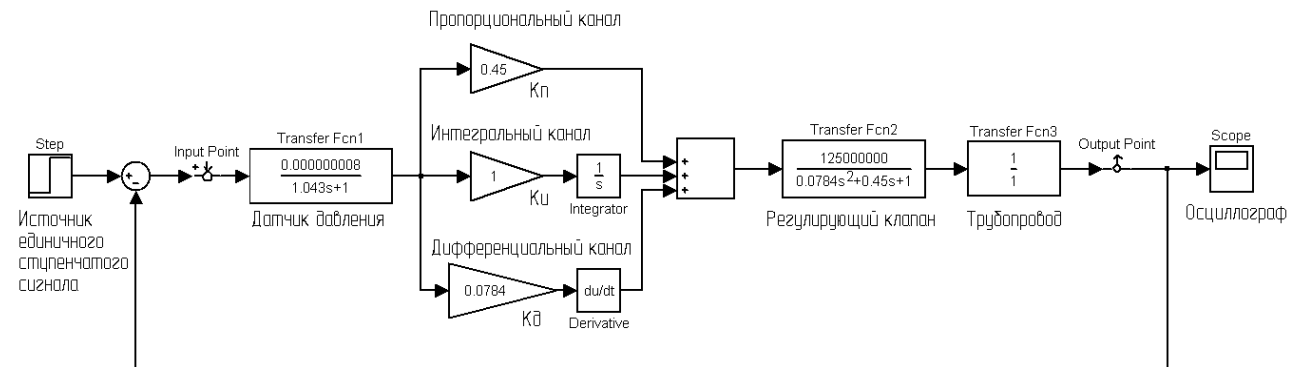


Малюнок 19 - Підсумкова блок-схема

4.1.4 Дослідження контуру управління

Дослідження системи буде проводитися в системі MATLAB, в пакеті моделювання динамічних систем Simulink, призначений для вирішення завдань аналізу та синтезу автоматичних систем управління. Сімюлінк має широкі можливості для впровадження методів теорії автоматичного управління при вивченні динаміки автоматичних систем. Досліджувана система задається у вигляді блок-схеми, яка набирається із типових посилок, наявних у бібліотеці Simulink. Використовуючи методи аналізу, Simulink обчислює функцію передачі, характеристики частоти та перехідний процес для даної структури і повертає результати обчислення у вигляді графіків.

Для вивчення системи вводимо отриману блок-схему (мал. 19) системи у вікно моделі, перетворюючи її відповідно до вимог програми (мал. 20).



Малюнок 20 - Структурна схема в MATLAB

Для усунення негативного впливу коливальних характеристик клапана на якість системи найраціональніше буде вибрати такі параметри регулятора, які будуть подібні до параметрів клапана, тобто:

$$T_{1P}^2 = \frac{k_o}{k_u} = T_{1кл}^2 = 0,0784; \quad (4.7)$$

$$T_{2P} = \frac{k_n}{k_u} = T_{2кл} = 0,45. \quad (4.8)$$

За допомогою таких налаштувань вираження (у дужках) чисельника передавальної функції регулятора та вираз у знаменнику функції передачі клапана зменшуються, що забезпечує компенсацію коливальних властивостей клапана.

На першому етапі дослідження ми з певністю беремо коефіцієнт підсилення інтегрованого каналу регулятора, рівного $K_i = 1$, потім з (4.7) і (4.8):

									арку
									33
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата					

$$Kn = 0,45;$$

$$Kd = 0,0784.$$

Графік перехідного процесу для вихідних налаштувань контролера PID представлений на малюнку 21:

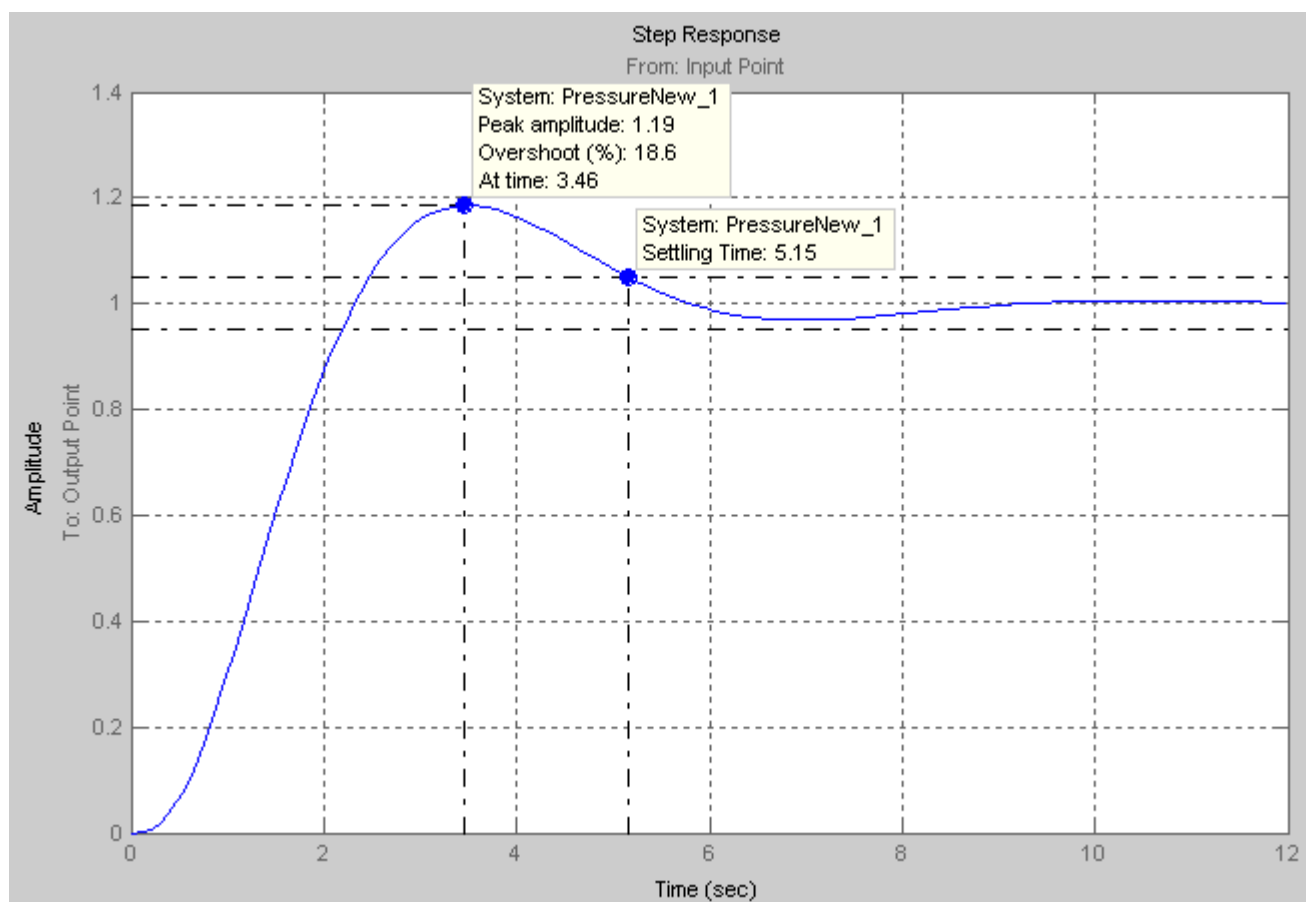


Рисунок 21 - Графік переходу для вихідних налаштувань контролера PID

Видно, що система виявилася стабільною при коливальному перехідному процесі. Тривалість перехідного процесу $t_{pr} = 5,15$ с (час регулювання t_{pr} визначається як час, що минув від початку перехідного процесу до моменту встановлення значення параметра на виході системи, яке відрізняється не більше ніж 5% від постійної величини). Перерегулювання становить 18,6%, статична похибка дорівнює нулю (є інтегральна складова).

Аналізуючи отримані результати, ми робимо висновок, що отримана система є стабільною, якість процесу незадовільною. Використовуючи PID-контролер, ви можете отримати найкращу якість (забезпечити аперіодичний перехідний період

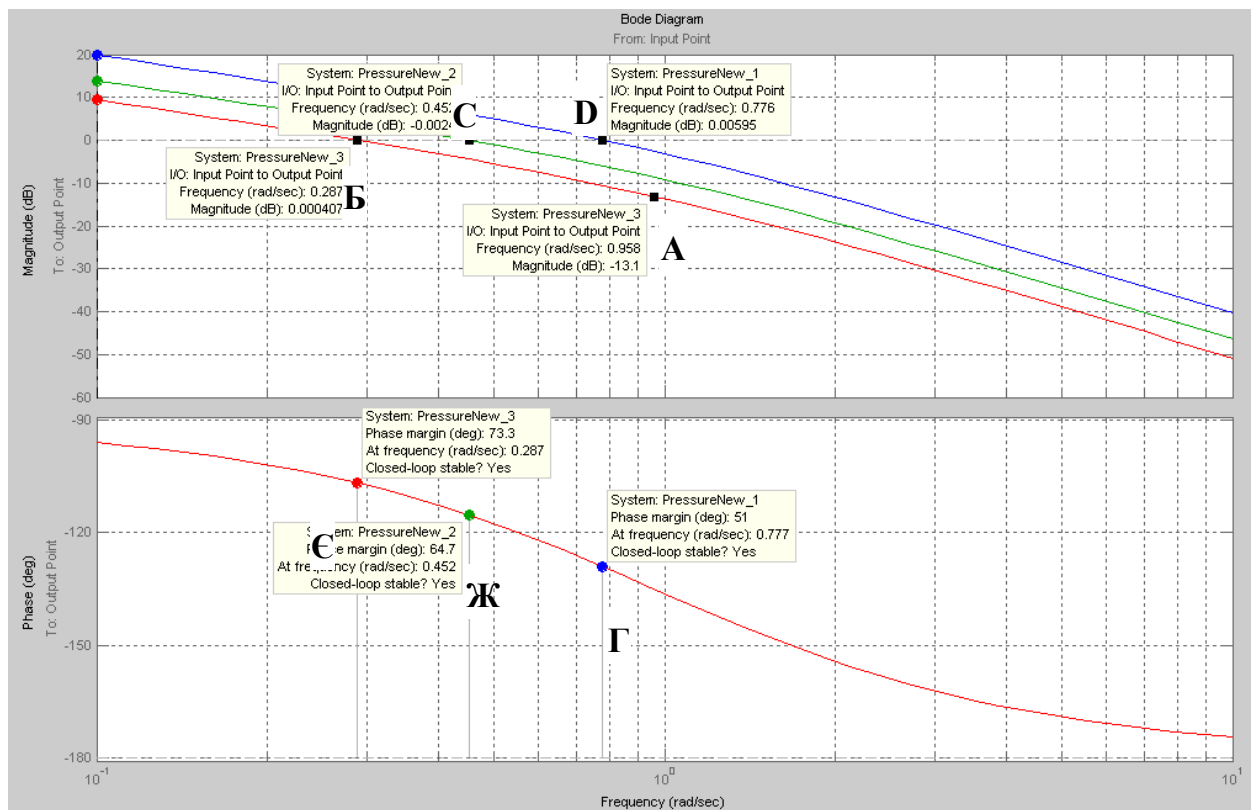
									арку
									34
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата					

або зменшити переоцінку до рекомендованих значень - $\sigma < 15\%$), вибравши відповідні налаштування контролера.

Ми будемо шукати оптимальні параметри регулятора, використовуючи логарифмічні характеристики частоти.

Для побудови системи LAN та LFH встановить точки входу / виходу в структуру моделі та розірвіть ланцюг зворотного зв'язку.

LCN досліджуваної моделі при початкових настройках регулятора показані на рисунку 22 - криві $L1(\omega)$ і $\varphi_1(\omega)$ (PressureNew_1 на діаграмах величин і фаз).



Малюнок 22 - LCN досліджуваної моделі на вихідних налаштуваннях контролера

Примітка:

т. I відповідає частоті пари $\omega_c = 1 / TDD = 0,958$;

так B, C, D - частоти обрізання при відповідних налаштуваннях контролера; тобто значення E, F, G - LFH при відповідних налаштуваннях регулятора.

На рисунку 22 видно, що загальний вигляд LAN при початкових налаштуваннях контролера - оптимальний, залишається вибрати коефіцієнт посилення системи, використовуючи правила:

по-перше, поблизу частоти обрізання протягом щонайменше 0,6 грудня в обох напрямках нахил ЛА повинен бути -20 дБ / де —у цьому випадку перехід буде аперіодичним;

по-друге, запас стійкості системи у фазі повинен бути в межах 20° до 50°, Або, в крайньому випадку, бути вище цих значень;

по-третє, запас стійкості системи за амплітудою повинен бути не менше -15 дБ.

Зауважимо, що коли K_i змінює криву $L_1(\omega)$ буде рухатися вгору або вниз паралельно собі, $\varphi_1(\omega)$ залишається незмінним. Різноманітні, ви можете з $L_1(\omega)$ отримати такий бал (ω) Який матиме найоптимальніший вигляд, тобто відповідати більш високій якості перехідного процесу.

Для вихідних налаштувань PID-регулятора LCH мають такі характеристики: $\omega_c < \omega_p$ - стабільна система; ω_c лежить на ділянці з нахилом -20 дБ / дек; запас стійкості системи у фазі $\varphi_3 = 51^\circ$; $L_3 \rightarrow -\infty$ дБ, тому що $\varphi_1(\omega)$ не перетинає пряму -180° . Видно, що єдина умова, яка не виконується - в районі частоти обрізання протягом щонайменше 0,6 грудня в обох напрямках нахил ЛАН повинен бути 20 дБ / дек. Щоб виконати цю вимогу, потрібно зменшити K_i .

Візьмемо $K_i = 0,5$, потім з (4.7) і (4.8):

$$K_p = 0,225;$$

$$K_d = 0,0392.$$

LCH при заданих параметрах регулятора показані на малюнку 22 - криві $L_2(\omega)$ і $\varphi_2(\omega)$ (PressureNew_2 на діаграмах величин і фаз). Видно, що для ω_c відстань 0,6 дек до точки перегину все ще не передбачена.

Візьміть $K_i = 0,3$, потім:

$$K_p = 0,135;$$

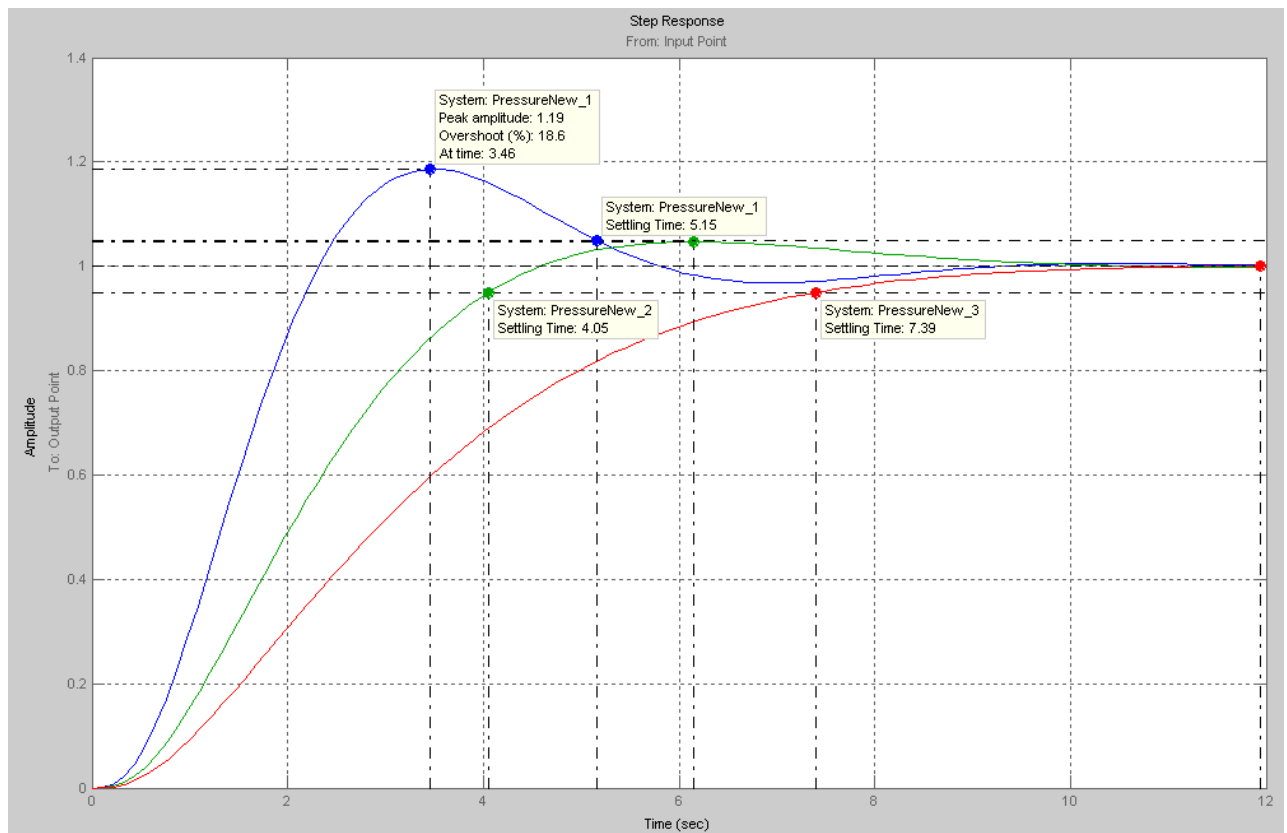
$$K_d = 0,02352.$$

LCH для цих параметрів представлені на малюнку 22 кривих $L_3(\omega)$ і $\varphi_3(\omega)$ (PressureNew_3 на діаграмах величин і фаз). У цьому випадку всі вимоги виконуються для отримання оптимального, з точки зору якості, перехідного процесу.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						36
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

Перехідні періоди для всіх прийнятих налаштувань контролера показані на малюнку 23.

Оцінюємо якість налагодженої системи за графіком перехідного процесу та логарифмічними характеристиками (криві $L_3(\omega)$ та $\varphi_3(\omega)$ на рисунку 22).



Малюнок 23 - Перехідні для всіх прийнятих налаштувань контролера

Час регуляції t_{pr} знаходимо за графіком перехідного процесу (рис. 23 кривої PressureNew_3): $t_{pr} = 7,39$ с.

Межа стійкості системи за фазою: $\varphi_3 = 64,7^\circ$.

Границя стабільності амплітуди: $L_3 \rightarrow -\infty$ дБ

4.1.5 Висновки за результатами дослідження

У встановленій системі перехідний процес є аперіодичним, з часом регулювання $t_{pr} = 7,39$ с.

Для цього процесу величина перевиконання дорівнює нулю. Система має надлишковий запас стійкості в амплітуді та фазі, оскільки для систем задовільної якості запас у фазі знаходиться в межах $(20 \dots 50)^\circ$, а запас амплітуди не повинен бути меншим 15 дБ (модуль).

Для отриманої системи у нас є перевищення заданих значень, що означає лише недостатнє використання властивостей системи.

Таким чином, ми вважаємо, що система відповідає всім вимогам щодо стабільності та швидкості.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		38

5 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи

Загалом система працює за алгоритмом, показаним на рисунках 24, 25.

Після включення живлення система перевіряє роботу всіх пристроїв, а потім, у разі відмови, система видасть повідомлення про помилку, після чого чекає подальших дій оператора.

Якщо тест пройшов успішно, система ініціалізує всі пристрої та чекає команди запуску. Після отримання команди start запускає програму запуску системи. Ця програма необхідна для того, щоб уникнути надзвичайних ситуацій під час пуску, а також уникнути викиду шкідливих парів в атмосферу в початковий момент експлуатації.

Коли програма запуску виконує повний запуск системи, система переходить на основну програму, яка продовжує працювати.

Програма тестування продуктивності

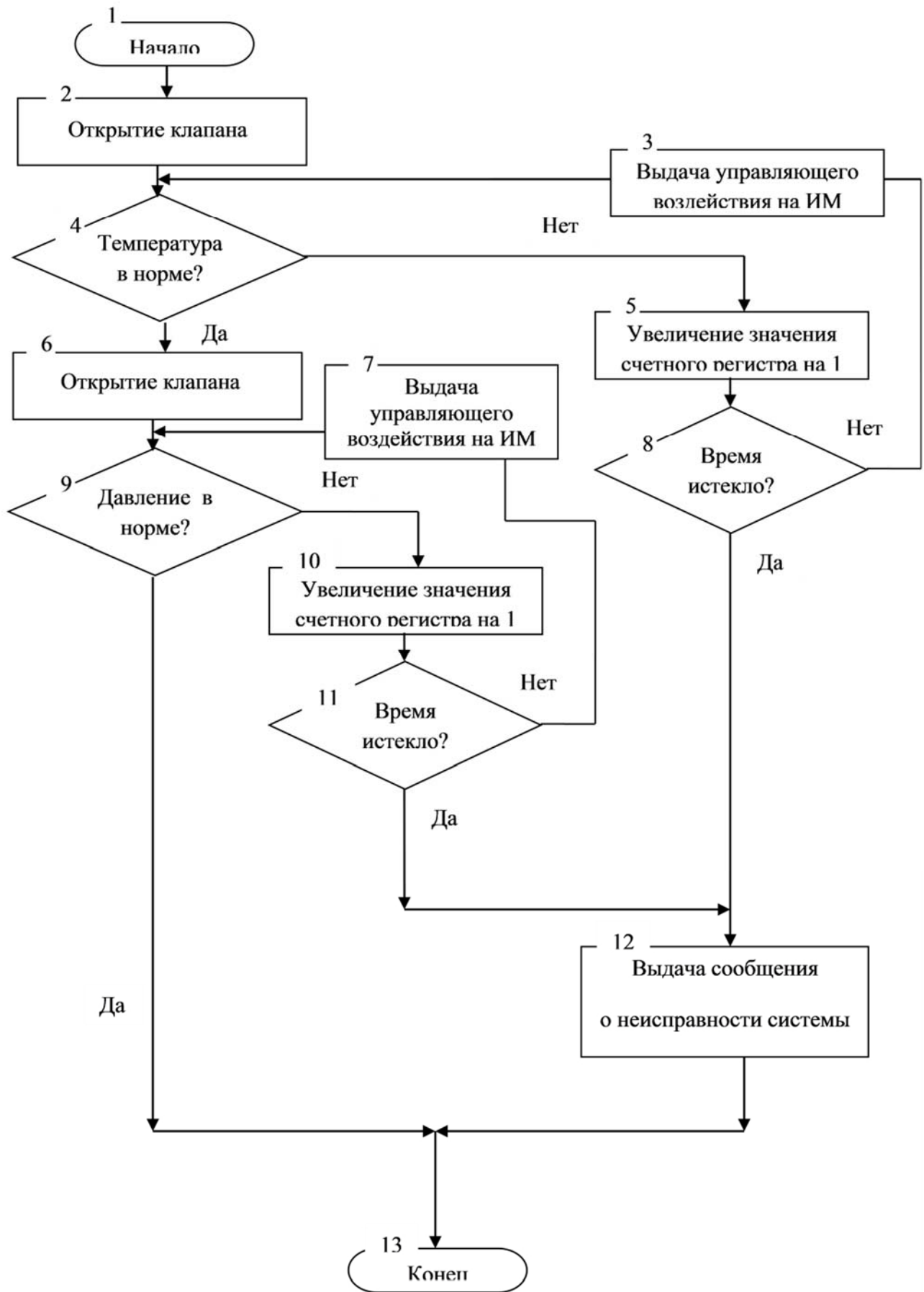
Алгоритм перевірки ефективності такий:

По-перше, система запитає готовність контролера і чекатиме відповіді деякий час, до появи таймера тривоги. Якщо контролер не відповідає протягом цього часу, робиться висновок, що система несправна, але якщо весь контролер відповідає на запит, система переходить до перевірки вихідних модулів, послідовно надсилаючи запити до кожного з них і чекаючи відповіді. Якщо хоча б один пристрій не реагує, система виявляє несправність. Якщо всі модулі вводу / виводу працюють, система переходить до перевірки датчиків, як і в попередньому випадку, надсилання запитів і очікування відповіді. Якщо всі пристрої та датчики працюють, система виходить з програми.

Програма запуску системи

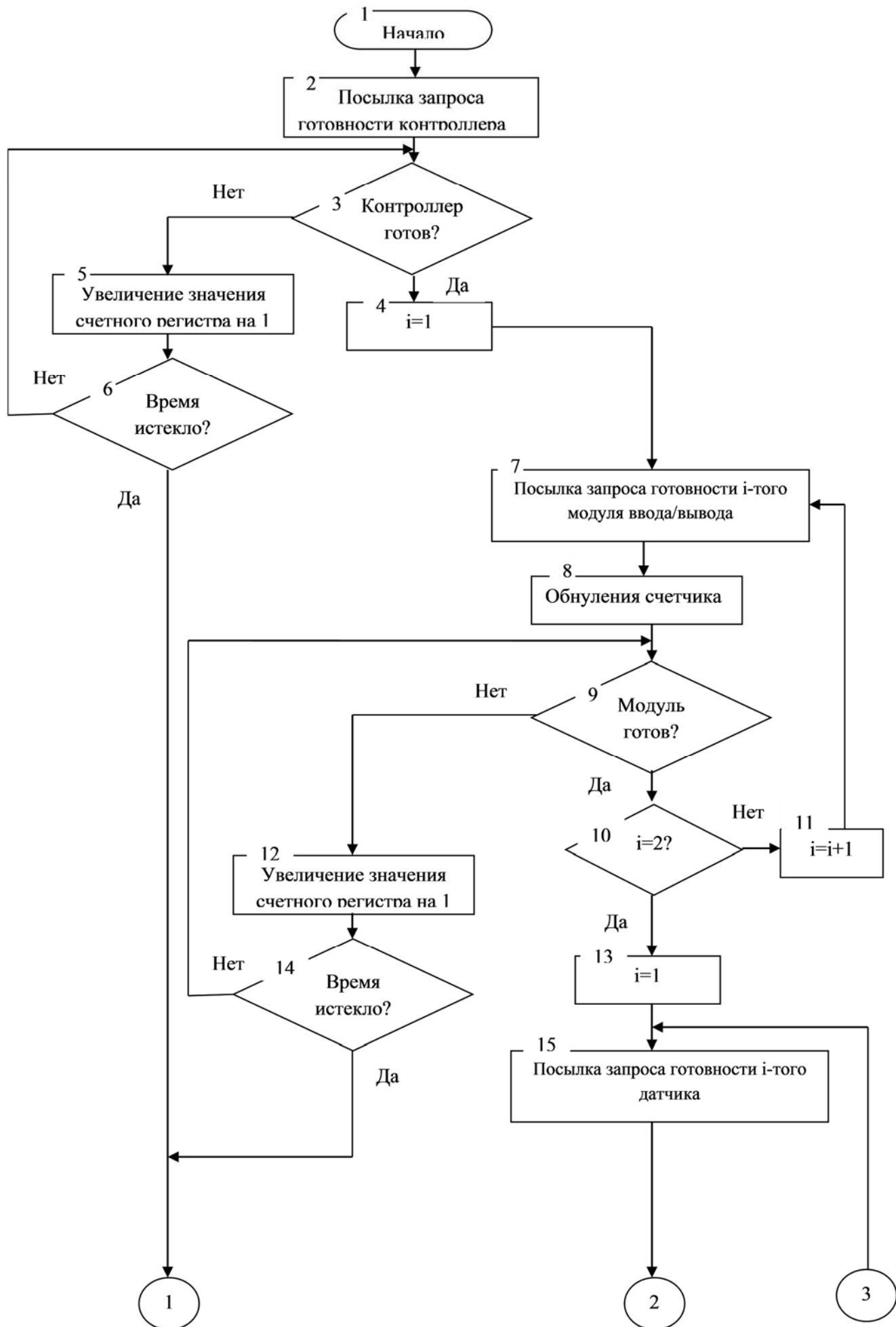
Алгоритм запуску системи необхідний для того, щоб уникнути надзвичайних ситуацій, нестачі продуктів, а також для економії енергії. Перш за все, система перевіряє стан ферментатора. Після підготовки пристроїв система готова до повного запуску і переходить в робочий режим.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		39

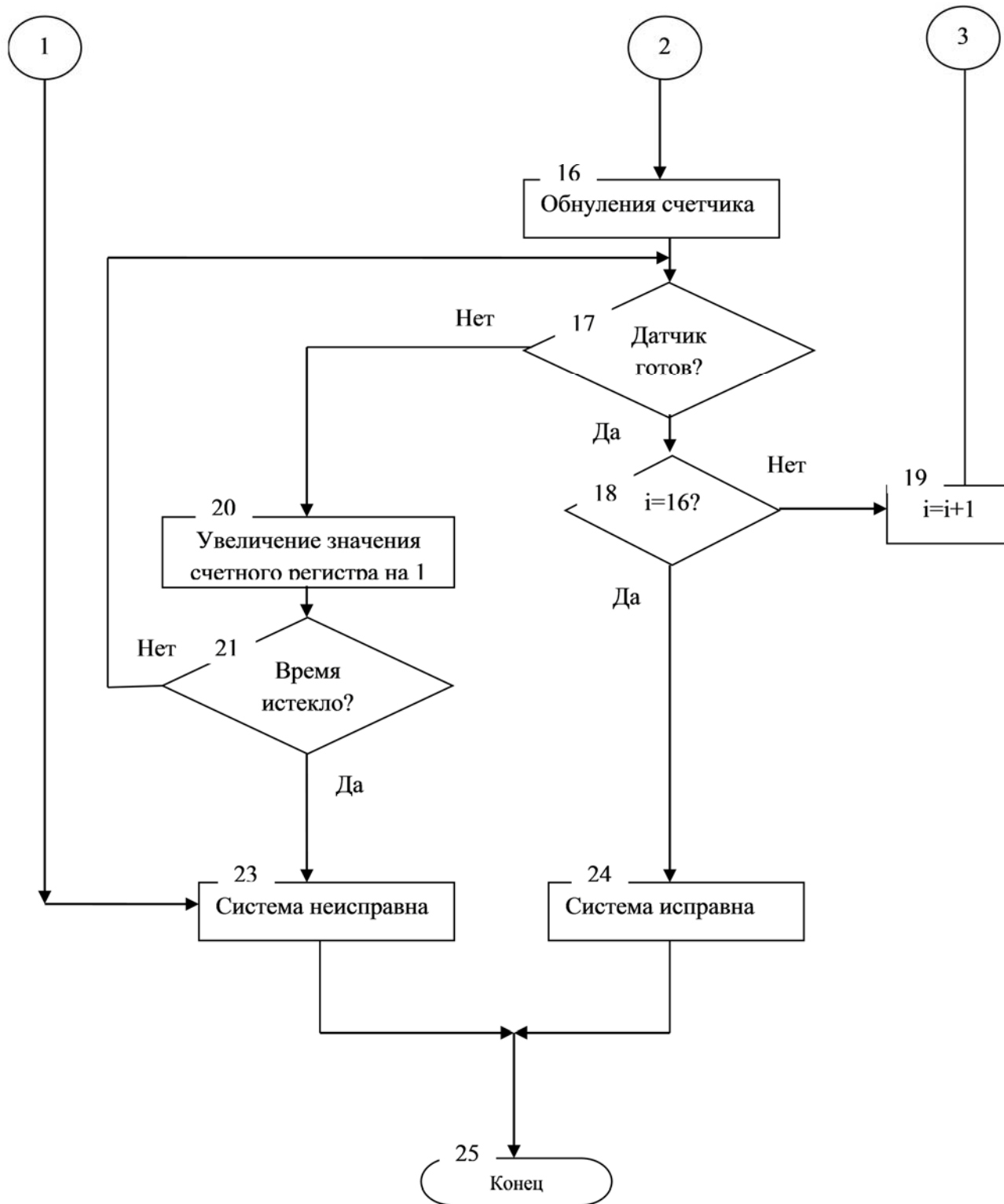


Малюнок 24 - Алгоритм перевірки працездатності системи

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата



Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата



Малюнок 25 - Алгоритм запуску системи

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

6 ВИБІР ЗАСОБІВ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Раніше мета, цілі та критерії створення АСУ на етапі стерилізації (як частина системи контролю біосинтезу еритроміцину) визначали структуру та функціонування ПТК цього ГКС, потім аналізували ферментер та стадію стерилізації з позиція автоматизації.

Наступним кроком у створенні автоматизованої системи управління є вибір програмного та апаратного забезпечення, що охоплює рівень управління, мережевий рівень та рівень контролерів та модулів вводу / виводу структурної схеми АСУ.

Як вже було сказано, при виборі засобів РТС необхідно прагнути знизити витрати на систему, введення в експлуатацію та експлуатацію, підвищити надійність, продуктивність, простоту експлуатації, сумісність та інші важливі характеристики системи.

Технічні засоби автоматизації (TSA) підбираються таким чином, що в рамках АСУ необхідно дотримуватися таких принципів Державної системи пристроїв (GSP), як:

- 1) агрегація;
- 2) уніфікація сигналів, інтерфейсів, несучих конструкцій, базових елементів, модулів і блоків;
- 3) мінімізація номенклатури;
- 4) виконання естетичних та ергономічних вимог з точки зору раціональності.

При виборі програмно-апаратних засобів автоматизації необхідно враховувати особливості завдання, вимоги характеру технологічного процесу щодо надійності, живучості, швидкості, інших технічних та експлуатаційних характеристик системи, а також споживчих властивостей системи.

Набір виконуваних функцій та відповідна кількість отриманої та оброблюваної інформації про об'єкт відповідає можливостям РТС, побудованому на основі локального програмованого логічного контролера (PLC) або мережі контролерів (PLC-мережа).

6.1 Вибір контролера (PLC)

Вибраний мікроконтролер повинен відповідати наступним вимогам:

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		43

підтримка необхідної кількості вхідних та вихідних сигналів (щонайменше 16/8 аналогових входів / виходів, 32/32 дискретних входів / виходів);

- 1) застосування як для безперервних виробництв, так і для періодичних;
- 2) високий рівень надійності, захищеність від шуму (вихід з ладу мікроконтролера може призвести до великих економічних втрат);
- 3) висока продуктивність, необхідна для контролю великої кількості технологічних параметрів;
- 4) використання стандартних протоколів та комунікаційних інтерфейсів для роботи з найвищим рівнем;
- 5) широкий спектр модулів розширення для підтримки всіх видів датчиків;
- 6) розроблена програмна підтримка;
- 7) широкий спектр умов праці;
- 8) оптимальна ціна.

З ПЛК, доступних сьогодні на ринку, контролер ICP DAS I-8837 має найкращі споживчі властивості.

Цей контролер сумісний з ПК, повністю відповідає сучасним тенденціям на ринку промислової автоматизації.

Конструктивно цей контролер серії i-8000 виконаний у вигляді окремого блоку з негорючих пластиків. Пристрій містить процесор, блок живлення, панель управління, порти зв'язку та опорну площину для установки модулів вводу / виводу.

Контролер можна легко встановити на DIN-рейці або на панелі. Це забезпечує відкритий та зручний доступ до панелі управління, слотів для встановлення або заміни модулів вводу / виводу та роз'ємів зв'язку.

I-8837 має процесор AMD-188 / 186-40 МГц, 512 КБ оперативної пам'яті з можливістю роботи на окремому акумуляторі, 512 КБ флеш-пам'яті, вбудований годинник у режимі реального часу та сторожовий таймер. Флеш-пам'ять можна збільшити до 32 Мб. Вбудований сторожовий таймер - це апаратно реалізована схема скидання, яка відстежує робочий стан контролера.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		44

У разі непередбаченого «зависання» контролера, сторожовий таймер автоматично його перезапустить. Високошвидкісна паралельна локальна шина використовується для зв'язку з модулями розширення.

Контролер також має вбудоване обладнання та програмне забезпечення для самодіагностики. ПЗУ має вбудовані модулі ядра та програмного забезпечення системи ISaGRAF (цільове завдання), під управлінням якої працює контролер. Більш детально про систему ISaGRAF буде описано в розділі "Інструменти програмування контролера".

Для зручності оперативного контролю за роботою I-8837 є вбудована панель управління. Він має 5-значний семисегментний індикатор, 3 світлодіоди та кнопки управління. Індикатор може відображати інформацію про стан I-8837 та стан аналогових входів-виходів (інформація про стан дискретних входів-виходів відображається на світлодіодах, розташованих на модулях розширення). Чотири кнопки оперативного управління «Вгору», «Вниз», «Режим», «Встановити» дозволяють користувачеві оперативно переглядати необхідні дані на дисплеї та контролювати стан роботи контролера.

Крім того, на панелі є індикатор живлення та кнопка «Скинути» для скидання контролера.

Контролер може жити постійною нестабілізованою напругою в діапазоні від 10 до 30 В. Блок живлення напругою 20 Вт має лінійну характеристику навантаження для всього робочого діапазону вихідної потужності та температур. Його з'єднувальні клеми відображаються на передній панелі контролера і захищені додатковою кришкою.

Контролер має три рівні гальванічної ізоляції. Перший рівень постійного струму 3000 В забезпечується електричними ланцюгами джерела живлення, другий, також 3000 В, - ізоляція в модулях вводу / виводу, третій, 2500 В, - схеми інтерфейсів зв'язку.

Контролер і модулі розширення можуть працювати в широкому діапазоні температур від мінус 25 до плюс 75 ° С.

Контролер може мати великий набір комунікаційних портів, які підтримують різні інтерфейси.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
						45
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		

Серійний порт COM1 підтримує стандартний інтерфейс RS-232. COM2 використовується для організації зв'язку на RS-485 на основі єдиної крученої пари.

Послідовний порт COM3 всіх контролерів використовується для завантаження програм із звичайного персонального комп'ютера або може використовуватися як порт загального призначення RS-232.

У контролері є вбудований порт Ethernet. Обмін з мережею Ethernet може здійснюватися зі швидкістю 10 Мб на крученій парі категорії 3 і вище. Контролер постачається з бібліотеками TPC / IP, веб-сервера та VxCOM. Перші дві бібліотеки дуже легко інтегрують контролери в існуючу мережу Інтернет / Інтранет та отримують доступ до даних через звичайний браузер IE або Netscape. Остання бібліотека призначена для реалізації функції Ethernet - маршрутизатора RS-232/485.

Контролер має 8 слотів розширення для установки модулів вводу / виводу та підвищення функціональності.

Додаткові модулі вводу / виводу, встановлені в спеціальних пристроях розширення, таких як кошики I-87k4 або I-87k8, можуть бути підключені через один з портів зв'язку. Вони мають 4 та 8 слотів для додаткових модулів відповідно. До 255 модулів розширення можна підключити до одного контролера. Будь-які модулі серії I-7000 також можуть бути підключені до контролерів через інтерфейс RS-485. Оскільки модулі розширення серії I-8000 підтримують командну систему, сумісну з командною системою серії I-7000, змішані системи на основі двох серій модулів дуже легко та зручно створити. Модулі серії I-8000, встановлені в блоках I-87k4 або I-87k8, можна підключити до послідовного порту промислового або персонального комп'ютера.

Модулі розширення серії I-8000 поділяються на два типи: паралельні та послідовні. Паралельні модулі - це високошвидкісні пристрої вводу / виводу, які можна встановити лише в контролери. Модулі послідовного типу мають менший обмінний курс і можуть встановлюватися як в слоти розширення контролерів, так і в слоти додаткових пристроїв, таких як I-87k4 або I-87k8. На контролер можуть

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		46

бути встановлені модулі в будь-якій комбінації: паралельно і послідовно. Всі модулі мають знімні клемні з'єднувачі з гвинтовою фіксацією зовнішніх проводів.

У комплекті з контролером та модулями серії i-8000 постачається документація та додаткове програмне забезпечення:

- посібник користувача;
- утиліта конфігурації програмного забезпечення;
- драйвери та бібліотеки для MS DOS;
- драйвери та бібліотеки для Windows 95/98 / NT;
- DDE-сервер;
- Бібліотека компонентів ActiveX;
- драйвери та бібліотеки для Linux;
- OPC-сервер;
- TPC / IP, бібліотеки Web-сервера та VxCOM;

Середовище розробки ISaGRAF - це окремий програмний продукт, який продається безкоштовно.

									арку
									47
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

7 ВИБІР ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА

Використання програмованого логічного контролера в автоматизованій системі управління паспортним процесом вимагає використання спеціального програмного забезпечення для програмування контролера.

Так, для ПК - ніСумісний вибір програмного забезпечення ПЛК, як правило, обмежений засобами розробки, що постачаються виробниками (наприклад, STEP7 від Siemens для програмування контролерів серії S7).

Ці програмні продукти, які підтримують лише певні типи ПЛК, включають як традиційні мови програмування тексту, так і спеціалізовану графіку і дозволяють вирішити практично будь-яку проблему автоматизації за допомогою PLC. З іншого боку, за відсутності альтернативних програм від сторонніх розробників, ці середовища розвитку часто мають дещо завищені ціни.

для ПКсумісних контролерів, існує більш широкий вибір засобів розробки, включаючи як майже вільні системи (Asm, Borland C, пристосовані для програмування систем управління тощо), так і спеціальні засоби розробки на основі стандарту IEC 61131 (IEC 61131) ISAGraf та ін.).

Зауважимо, що стандарт Міжнародної електротехнічної комісії IEC 61131 (IEC 61131) має реалізацію програмного забезпечення для контролерів обох типів.

У розділі підбору контролерів (ПЛК) був здійснений і обґрунтований вибір контролера ICP DAS I-8837.

Виникає питання щодо вибору засобів програмування серед різноманітності систем розробки, призначених для програмування PC-сумісних контролерів.

Аналогічне запитання виникає при виборі програмного забезпечення для розробки систем управління на рівні управління, тому інформація з цього питання наведена в розділі: «Системи вищого рівня. Системи SCADA».

Відповідно до висновків, зроблених у цьому розділі, спосіб використання готових проблемних інструментів (COTS (Commercial Of The Shelf)) є найкращим.

Далі ми поговоримо про один з відомих інструментів розробки на основі стандарту IEC 61131 (IEC 61131) - ISaGRAF.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		48

7.1 ISaGRAF - інструменти програмування контролерів на основі стандарту IEC 61131 (IEC 61131)

Стандарт IEC 61131, як правило, присвячений програмованим логічним контролерам. Але найвідоміша і популярна третина цього стандарту, яка визначає мнемоніку мов програмування: "Програмовані контролери. Частина 3. Мови програмування".

Частина присвячена вирішенню задач контролерів програмування для систем і пристроїв з об'єктом на основі 4 мов:

- текст - IL (список інструкцій) та ST (структурований текст);
- графічна - FBD (блок-схема функцій) та LD (реле діаграма);
- елементи графічного подання SFS (послідовні функціональні діаграми).

Застосування стандарту дає можливість описати автоматизований процес та його окремі компоненти в найпростішій і зрозумілішій формі; всі мови стандарту мають спільний зовнішній інтерфейс; частини прикладної програми можуть бути розроблені будь-якою мовою та зібрані в єдину виконувану програму.

Стандарт дозволяє визначати характеристики різних програмованих контролерів, побудованих на основі стандартів, використовуючи універсальні терміни, полегшуючи таким чином завдання з програмування цих засобів контролера.

В тій чи іншій мірі цей стандарт реалізований у програмах всіх великих розробників інструментальних програмних систем для промислової автоматизації.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		49

систем управління, збору, обробки, передачі, зберігання та відображення інформації.

Дружність інтерфейсу людина-машина (HMI / MMI), що надається SCADA, - системи, повнота та чіткість інформації, представленої на екрані, наявність «важелів управління», простота використання підказок та системи допомоги тощо - підвищує ефективність взаємодії з системою та зводить нанівець її критичні помилки в русі.

Діапазон функціональності визначається роллю SCADA в системах управління і реалізується майже у всіх пакетах:

- автоматизована розробка, яка дозволяє створити систему автоматизації програмного забезпечення без реального програмування;
- програмне забезпечення різного обладнання та мережевих протоколів;
- збір первинної інформації від пристроїв нижчого рівня (сигнали, що визначають стан виробничого процесу в поточний час: температура, тиск, стан тощо з промислового обладнання: контролери, датчики тощо);
- обробка первинної інформації;
- графічне відображення зібраних даних на екрані автоматизованого робочого місця (АВП) у зручній для оператора формі (щодо мнемоніки, індикаторів, сигнальних елементів, у вигляді текстових повідомлень тощо);
- реєстрація сигналів тривоги (тривоги) та історичних даних (тенденцій) (автоматичний контроль стану параметрів процесу, генерація тривожних сигналів та видача повідомлень оператору у графічній та текстовій формі, якщо вони виходять за межі визначеного діапазону);
- зберігання інформації з можливістю її післяобробки (зазвичай реалізується через інтерфейси до найпопулярніших баз даних);
- контролювати дії оператора, реєструючи його в системі за допомогою імені користувача та пароля, і присвоюючи йому певні права доступу, що обмежують можливість оператора (за необхідності) керувати виробничим процесом;
- засоби виконання додатків.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		51

Окрім перелічених основних функцій систем SCADA, можуть бути певні особливості:

- розробка та впровадження (автоматичне або за командою оператора) алгоритмів управління виробничим процесом. Складність алгоритмів обмежена можливостями та надійністю системи SCADA;
- підтримка нових інформаційних технологій (WEB, GSM тощо);
- інтеграція з автоматизованими системами управління підприємством (ASUP).

Слід зазначити, що концепція SCADA, яка базується на автоматизованій розробці систем управління, може вирішити низку проблем, які давно вважаються нерозв'язними: скоротити час розробки проектів автоматизації та спрямувати фінансові витрати на їх розробку.

В даний час SCADA є основним і найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними динамічними системами (процесами).

Програмні продукти класу SCADA широко представлені на світовому ринку. Це кілька десятків систем SCADA, багато з яких знайшли своє застосування в Росії. Найпопулярніші з них перелічені нижче:

- InTouch (Wonderware) - США;
- Citect (CI Technology) - Австралія;
- FIX (Intellution) - США;
- Genesis (Iconics Co) - США;
- Factory Link (США Data Co) - США;
- RealFlex (BJ Software Systems) - США;
- Sitex (Jade Software) - Великобританія;
- TraceMode (AdAstrA) - Росія;
- Simplicity (GE Fanuc) - США;
- SARGON (NVT - Автоматизація) - Росія;
- LabVIEW DSC (National Instruments) - США.

									арку
									52
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

При такій різноманітності продукції SCADA на російському ринку закономірно виникає питання про вибір системи для найбільш ефективного рішення.

Багато промислових систем SCADA (наприклад, WinCC) освоїти надзвичайно важко (на думку експертів, опанувати їх самостійно майже неможливо, не відвідуючи дорогі (сотні євро за семінар) брендові курси) і досить дорого.

Серед перерахованих систем SCADA, ми хочемо виділити продукт компанії National Instruments LabView DSC (LabVIEW Datalogging & Supervisor Control). Цю систему набагато простіше вивчити та зрозумілішу в програмуванні.

8.1 LabVIEW DSC - система SCADA

National Instruments - один з провідних розробників систем контролю та вимірювання, який базується на концепції віртуальних вимірювальних приладів. Технологія віртуальних приладів базується на сучасній комп'ютерній технології в поєднанні з гнучким програмним забезпеченням та модульним високоефективним обладнанням для створення потужних комп'ютерних вимірювальних рішень.

Підхід віртуальних пристроїв дозволяє створювати потужні програми для підвищення продуктивності та ефективності на всіх етапах виробництва - від наукових досліджень до експериментальних розробок та реального виробництва [11,12].

Флагманським продуктом National Instruments є високоефективне програмне середовище LabVIEW, яке поєднує простий графічний підхід з гнучкістю потужної мови програмування. LabVIEW тісно інтегрується з вимірювальним обладнанням, що дозволяє швидко створювати ефективні рішення для збору та управління даними.

Використовуючи LabVIEW, замість написання тексту програми створюється графічна блок-схема віртуального пристрою. Саме інтуїтивно побудована блок-схема, зрозуміла кожному інженеру - визначає функціонування системи.

Дані можуть бути отримані з тисяч різних пристроїв, включаючи промислові контролери PLC, вбудовані плати для введення / виведення відеосигналу та управління приводом. Створена програма має можливість взаємодіяти з іншими

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		53

системами за допомогою комп'ютерних мереж, ActiveX, спільних бібліотек, мов зв'язку з базами даних SQL.

Отримавши вихідні дані, потужні математичні засоби LabVIEW дозволяють виявити потрібну інформацію, а потім опублікувати її в Інтернеті або в професійному звіті.

Найбільший інтерес для розробників промислових систем управління викликає Control Edition, що містить LabVIEW в режимі реального часу та LabVIEW DSC (модуль керування обробкою даних та нагляду), а також драйвери для контролерів ПЛК та інших пристроїв. Використовуючи LabVIEW спільно з цими модулями, ви можете створити потужні та ефективні системи для автоматизованого збору даних та управління виробництвом.

Модуль LabVIEW в режимі реального часу спільно з цільовою апаратною платформою серії RT дозволяє розробити широкий спектр спеціалізованих вбудованих систем у режимі реального часу та завантажити їх для виконання на незалежній цільовій платформі серії RT (наприклад, контролери серії FieldPoint) гарантовано важка продуктивність у режимі реального часу.

особливості:

- графічна розробка вбудованих систем "важкого" реального часу;
- завантажити код LabVIEW для виконання на цільовій платформі;
- швидкий розвиток та налагодження;
- тісна інтеграція з обладнанням серії RT для забезпечення високої продуктивності в режимі реального часу, надійної роботи на окремому процесорі, що працює на ОС RV;
- інтегровані бібліотеки вхідних / вихідних сигналів, управління приводами машинного зору, PID-контроль, нечітка логіка, послідовний інтерфейс та інтерфейси GRIB, підтримка мережі та аналіз точок.

Модуль контролю обміну даними і контролю за лабораторією LabVIEW, як впливає з назви, призначений для графічної розробки програм моніторингу та управління. По суті, цей модуль робить LabVIEW справжньою системою SCADA з повним набором програмних функцій цього класу. Поряд з функціями,

									арку
									54
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

необхідними для сучасних систем SCADA, LabVIEW DSC отримала потужну математичну підтримку LabVIEW та досвід тисяч своїх користувачів.

особливості:

- швидкий графічний розвиток програм моніторингу та управління з великою кількістю каналів;
- обробка сигналів тривоги та реєстрація подій;
- автоматична реєстрація даних;
- переглядати записи та дані в режимі реального часу;
- забезпечення обміну даними в мережі;
- мережевий доступ до віддалених баз даних для зберігання інформації;
- Підключення клієнта / сервера OPC;
- математична підтримка LabVIEW та модулів розширення.

Потужний математичний апарат разом із використанням сучасних технологій автоматизації, таких як OPC, дозволяє крім створення систем управління успішно моделювати на базі DSC LabVIEW безліч технологічних процесів, таких як стадія стерилізації ферментатора.

Це дозволяє створити ефективні алгоритми управління (а також вдосконалити математичні моделі процесів) без проведення дорогих експериментів з використанням технологічного обладнання.

Ці особливості вплинули на вибір на користь модуля обліку даних та контролю нагляду LabVIEW як системи SCADA для АСУ на стадії стерилізації біохімічного реактора.

									арку
									55
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

9 АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ ОПЕРАТОРА. ІНТЕРФЕЙС ОПЕРАТОРА, ФУНКЦІЇ, КОНФІГУРАЦІЯ, ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

У системі автоматизованого контролю стадії стерилізації верхній (диспетчерський) рівень структури АСУ представлений робочою станцією автоматизованого оператора (АВО), де працює SCADA система NI LabVIEW DSC і зберігається архів бази даних технологічних параметрів. зберігається [13].

Їх функції:

- 1) Забезпечення входу з паролями та обмеження доступу до ресурсів;
- 2) Відображення та архівування інформації про роботу системи стерилізації;
- 3) Взаємодія з підсистемою управління контролером;
- 4) Відображення діагностичної інформації про стан компонентів системи та ліній зв'язку;
- 5) Ведення протоколу порушень та технологічного журналу;
- 6) Ведення протоколу системи та дії оператора;
- 7) Можливість керувати оператором установки в «ручному» режимі;
- 8) Взаємодія з виробничою комп'ютерною мережею.

Автоматизована робоча станція - це робоча станція, сумісна з IBM PC, в офісній версії, розташована в нагрітому приміщенні з контрольованою температурою і вологістю.

Конфігурація цього комп'ютера відповідає функціональному призначенню робочої станції (збір та обробка технологічної інформації з нижчих рівнів автоматизації, візуалізація технологічного процесу). Основні особливості конфігурації:

- 1) якісні комплектуючі та надійна збірка;
- 2) великий об'єм оперативної пам'яті та енергонезалежної пам'яті, високопродуктивний процесор і система в цілому;
- 3) відеосистема, яка забезпечує високу якість зображення (великий монітор екрана та відеоадаптер із чітким кольоровим відтворенням та стабільною картиною);
- 4) ергономічні пристрої введення.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		56

Комп'ютер підключений через адаптер (RS-232/485) до виробничої мережі.

Автоматизована робоча станція оператора базується на операційній системі Microsoft Windows 7, яка забезпечує задовільну надійність та сумісність із програмним пакетом Microsoft Office.

Функції SCADA виконуються встановленою програмою NI LabVIEW DSC Run-Time, яка забезпечує програмну підтримку проектів, розроблених у середовищі інструментів NI LabVIEW DSC Standart.

Це програмне забезпечення дозволило за короткий час створити зручний інтерфейс, а також алгоритми управління та реєстрації подій.

Крім того, на цій робочій станції зберігається основний архів бази даних процесів Citadel.

Основний архів відповідає наступним вимогам і має такі характеристики:

- період зберігання даних не менше 30 днів;
- тривалість циклу опитування - 0,2 с .;
- тривалість циклу архівування 0,2 с .;
- місце зберігання жорсткого диска станції оператора;
- циклічна організація зберігання;

Основний архів призначений для роботи наступних підсистем:

- підсистема для відображення тенденцій відповідних груп параметрів;
- підсистема для реєстрації оперативної та звітної інформації (подій).

Система дозволяє архівувати дані та шляхи зв'язку про перебіг технологічного процесу, надає наступні групи функцій для створення архіву даних про значення заданих параметрів технологічного процесу;

- створення аварійного архіву даних про значення критичних параметрів технологічного процесу;

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		57

- прийом та зберігання даних у зазначених архівах із заданим часом циклів допиту та архівування;
- можливість вибору з архіву груп даних за певними параметрами (назва параметра) або за тимчасовим інтервалом;
- формування архівів обчислених даних за умовами (назви параметрів обчислення, формат зберігання, часовий інтервал, протягом якого цей параметр буде зберігатися та архівуватися, часи циклів опитування та архівування);
- створення архіву звітів про хід та порушення в процесі технологічного процесу;
- зберігання вибірки та відображення повідомлень за заданим критерієм;
- роздрукувати заданий зразок з архіву повідомлень на вимогу оператора.

Система також реалізує функції реєстрації повідомлень про хід технологічного процесу. Реєструються порушення та відхилення технологічних параметрів, бінарні події (наприклад, увімкнення / вимкнення або відкриття / закриття), дії оператора-технолога, надзвичайні ситуації.

Ці протоколи при необхідності можуть бути надруковані у формі, подібній до їх відображення на екрані монітора, і в цьому випадку є звітними документами і призначені для:

- аналіз функціонування технологічного об'єкта;
- управління в нормативних та надзвичайних ситуаціях;
- аналіз причин порушень та відхилень від регламенту;
- аналіз функціонування програмно-апаратного комплексу.

Розглянемо більш детально реалізацію рівня контролю автоматизації АСУ на етапі стерилізації в системах SCADA в DI DI LabVIEW.

9.1 Структура інтерфейсу оператора

Основою для побудови ієрархічної системи візуалізації (інтерфейс оператора) для системи управління є технологічна структура етапу стерилізації, що складається з ферментатора, запірних клапанів, трубопроводів.

Візуалізація інформації про функціонування виробництва на етапі стерилізації здійснюється за допомогою набору відеограм - вікон та панелей, що

									арку
									58
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата	СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ				

відображаються на екранах кольорових моніторів робочих станцій технологічних операторів.

Структура інтерфейсу оператора:

- Верхній рівень: оглядове меню з реалізацією функцій прямого виклику низькорівневих відеограм;
- нижній рівень: набір відповідних відеограм окремої технологічної нитки (стадія стерилізації).

Відеограми нижнього рівня включають:

- 1) Мнемонічне - технологічне вікно, що відображає роботу обладнання, вихід технологічних параметрів та сигналізацій (показання датчиків та стан виконавчих механізмів);
- 2) Віртуальна панель управління та управління стадією стерилізації - вікно, яке виконує функції керуючого інтерфейсу стадії стерилізації;
- 3) Вікно тенденцій етапів стерилізації - панель, яка відображає поточну технологічну інформацію у вигляді графіків та діаграм - тенденції;
- 4) Вікно події - призначене для реєстрації та перегляду поточних та історичних сигналів тривоги, аварій та інших подій;
- 5) Вікно історичних тенденцій - забезпечує перегляд графіків технологічного процесу.

Система візуалізації, побудована на основі описаної структури, буде надалі інтегрована в рівень управління системою управління процесом біосинтезу еритроміцину, як реалізація рівня контролю окремої галузі технологічного процесу.

9.2 Загальна характеристика інтерфейсу оператора

Всі панелі та вікна інтерфейсу оператора, що належать до однієї системи візуалізації, побудовані за принципом уніфікації властивостей (тип, колір, анімація) графічних елементів.

Панелі та вікна інтерфейсу оператора відображаються на чорному тлі екрана монітора робочої станції.

										арку
										59
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата						

СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

Колір фону панелей та вікон інтерфейсу оператора встановлюється одним кольором (сіро-синій), щоб вказати, що відеограми належать одній і тій же системі візуалізації.

статичні компоненти інтерфейс оператора, такий як зображення технологічного обладнання установки, відображаються в основному сірим кольором.

Текстові позначення (підписи) індикаторів, полів введення, пристроїв і матеріальних потоків, ідентифікаторів технологічних параметрів, фізичних розмірів технологічних параметрів позначаються чорним або синім кольором.

Проектування динамічних елементів введення та відображення значень (станів) технологічних параметрів за концепцією уніфікації використовуються наступні кольорові та анімаційні рішення:

- для буквено-цифрових показників параметрів процесу регуляторні значення технологічних параметрів (активні, робочі стани) відображаються зеленим або синім кольором на чорному або білому тлі;
- регуляторні значення (неактивні, вимкнені стани) відображаються сірим, сіро-зеленим, червоним (наприклад, закритий клапан);
- відхилені від норми значення технологічних параметрів у разі порушення меж L і H (тривога) відображаються жовтим кольором, у разі порушення меж LL і HH (блокування) відображаються яскраво-червоним кольором із використанням мерехтливої зміни кольору.

Дизайн елементів динамічного введення та відображення, які безпосередньо пов'язані з технологічними параметрами (кнопки, перемикачі, індикатори стану процесу), використовує такі кольорові та анімаційні рішення:

- синій, зелений кольори (різної яскравості) використовуються для позначення регуляторних значень (активні, робочі стани);
- сірий, червоний (завершення процесу) кольори використовуються для позначення регуляторних значень (неактивні, виключені стани);
- НЕ регуляторні значення позначаються жовтим, червоним кольором з додаванням ефектів анімації (мерехтіння).

									арку
									60
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата					

Більш детальний опис конструкції динамічних елементів інтерфейсу оператора наведено в наступних розділах.

Відеограми повинні відображати таку інформацію:

- для контрольованих технологічних параметрів відображається його числове значення та фізичний розмір. Коли значення параметра перевищує верхню або нижню межі Н і L (тривога) і чи НН і LL (блокування), якщо вони / вони встановлені, числове значення параметра, з моменту відхилення, значення відображається в миготливий режим і підсвічується жовтим кольором у разі порушення меж типу L та Н та яскраво-червоним у разі порушення меж типу LL та НН. Після того, як оператор-технолог відображення параметрів визнає подію, режим мерехтіння видаляється. Повернення відображення параметра до нормального кольору відбувається, коли значення параметра повертається до нормального значення. Звичайний колір за замовчуванням - синій (зелений);
- для регульованого технологічного параметра відображається назва параметра, його числове значення, фізичний розмір.

9.3 Огляд меню

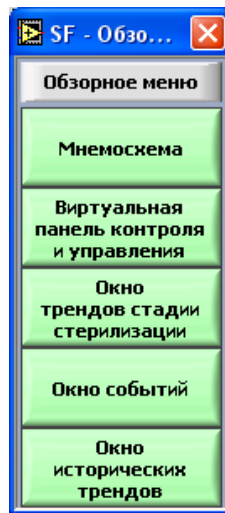
Меню огляду призначене для швидкого (натискання відповідної кнопки) виклику всіх типів відеограм, які відносяться до цієї технологічної лінії (стадія стерилізації).

Також можуть бути доступні кнопки для виклику панелей та вікон інтерфейсу оператора, а також супровідні мітки. Під час роботи меню огляду постійно знаходиться на передньому плані в правій частині екрана, що полегшує швидке переміщення по відеограм.

Коли ви вперше натиснете вибрану кнопку, відповідне вікно (панель) завантажується та запускається. Повторне натискання (при завантаженні панелі) призводить до того, що вікно вийде на перший план.

Зображення меню огляду подано на рис. 26.

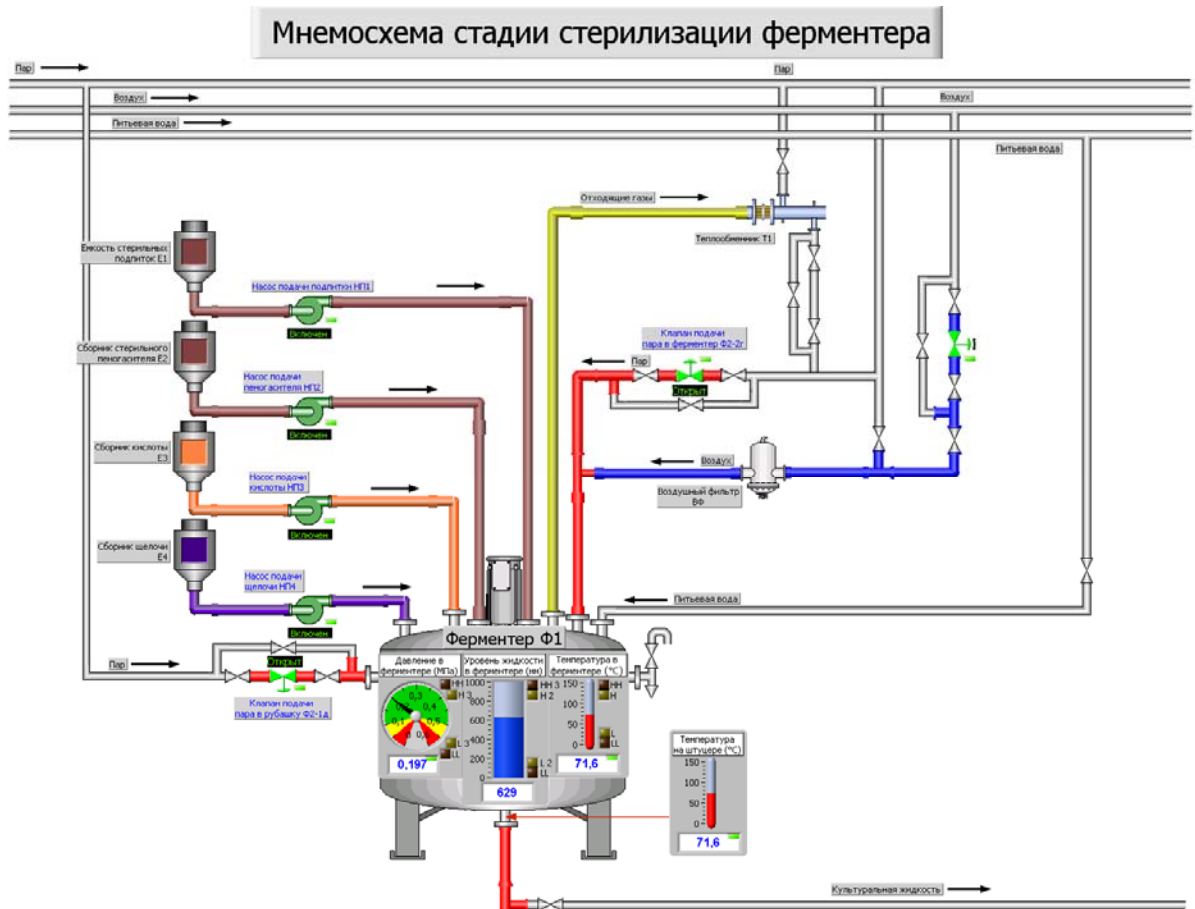
					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		61



Малюнок 26 - Огляд меню

9.4 Мнемонічна

Для візуалізації стану технологічного обладнання та відображення поточних значень контрольованих параметрів використовується мнемоніка, яка вказана на екрані монітора (рис. 27). Поряд із віртуальною панеллю управління мнемоніка призначена для використання операторами-технологами як основним засобом контролю та управління технологічним процесом.



Малюнок 27 - Мнемоніка стадії стерилізації біореактора.

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

Мнемонічна схема в режимі реального часу показує хід технологічного процесу, а використання тривимірних зображень мнемонічних елементів, максимально наближених до типу реальних конструкцій технологічного обладнання, полегшує роботу оператора і забезпечує хороший сприйняття фактичного стану обладнання дистанційного керування.

Мнемоніка стадії стерилізації АСУ повторює з деякими ознаками функціональну схему автоматизації, містить основне технологічне обладнання та напрямки руху матеріальних потоків, відображає принципову схему приладу з одночасною індикацією в цифровій формі:

- значення контрольованих і регульованих технологічних параметрів;
- значення сигналів, що характеризують фактичний стан двопозиційних, приводів (клапанів, насосів);
- стан (увімкнення / вимкнення) різного електричного обладнання;
- стан технологічного параметра щодо технологічних та надзвичайних нормативних значень;
- для запірною клапана виводиться текстове вказівку стану клапана на контрольному сигналі.

Найбільша увага мнемонічного приділяється запірним і керуючим клапанам, а також положенням, в яких встановлені датчики процесу.

Статичні елементи мнемоніка зображуються у вигляді тривимірних фігур світло-сірого кольору з текстовими заголовками із зазначенням назв та напрямків масових потоків (пара, стерильне повітря тощо).

Елементи, що беруть участь в автоматизації: трубопроводи, запірні клапани - виготовлені з динамічних об'єктів, властивості яких (видимість, колір, анімовані можливості) змінюються відповідно до операцій процесу.

З цієї мнемоніки здійснюється контроль за наступними параметрами технологічного процесу:

- температура середовища всередині ферментера;
- температура на виході з ферментатора;
- тиск всередині ферментатора;

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		63

- рівень середовища в ферментері.

Для цього при реєстрації мнемоніка є динамічні елементи показників фізичних параметрів процесу, пов'язаних з відповідними технологічними параметрами:

- середній показник температури всередині ферментатора;
- індикатор температури на вихідному патрубку ферментатора;
- стрілочний індикатор тиску всередині ферментатора;
- показник середнього рівня у ферментері.

Формат відображення інформації та конструкція індикаторів дещо подібний за зовнішнім виглядом до звичного типу пристроїв (манометр, термометр).

Іншими динамічними елементами мнемоніка є запірні та керуючі клапани та трубопроводи:

- відкриті клапани та працюючі насоси освітлюються зеленим кольором, закриті клапани, а непрацюючі насоси освітлюються червоним кольором;
- ("Промислові трубопроводи. Розпізнавані кольори, попереджувальні знаки та маркування" див. Табл. 9.1).

Таблиця 9 Кольори матеріальних та технічних потоків

Речовина	Кольорове маркування
вода	зелений
пара	червоний
повітря	синій
кислота	помаранчевий
луг	фіолетовий
вихлопні гази	жовтий
годування	коричневий

9.5 Віртуальна панель управління та управління

Віртуальна панель управління та управління поруч із вищевказаними мнемоніками є основним інструментом операторів, що мають постійний контроль та управління технологічним процесом.

Віртуальна панель управління та управління побудована з таких окремих програмних блоків:

- пристрій управління;
- блок показників;
- державний блок клапанів і насосів;

За допомогою блоку управління оператор починає етап стерилізація, контролює процес, може зупинити і відновити процес обраної операції. Для цього в цьому блоці є кнопки: «Пуск», «Зупинка», «Початок роботи», а також індикатор «Обробити».

За допомогою перемикача "Доступ до ручного керування" можна перемикати клапани та насоси в режим ручного управління (управління здійснюється кнопками блоку стану клапанів і насосів).

Крім того, блок управління містить індикатори тривоги та надзвичайних ситуацій:

- НН: верхня межа аварійної ситуації;
- Н: верхня технологічна межа;
- L: нижня технологічна межа;
- LL: нижня межа аварійної ситуації.

Також на блоці управління є цифровий індикатор індексу поточної операції та текстове поле, в якому відображається коментар до поточної операції.

Ще один блок - блок індикаторів. Формат відображення інформації на ній аналогічний формату відображення технологічних параметрів на мнемонічній стадії стерилізації. Наступні параметри керуються цим блоком:

- температура середовища всередині ферментера;
- температура на виході з ферментатора;
- тиск всередині ферментатора;
- рівень середовища в ферментері.

Для кожного параметра, крім відображення в цифровій та графічній формі його поточне значення, є показники стану пов'язаних характеристик. Наприклад,

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		65

вихідні значення параметра понад технологічні або аварійні межі: LL, L, H, HH показник робочого стану датчиків.

Наступний блок - блок стану клапанів і насосів.

Агрегат - це група індикаторів і засобів контролю стану запірних клапанів (кнопок).

В режимі автоматичної стерилізації кожен індикатор інформує про технологічний стан відповідного приводу.

У режимі ручної стерилізації регулюється стан окремих клапанів і насосів. Натисканням відповідної кнопки технологічний стан приводу змінюється, і індикатор показує фактичний стан цього клапана або насоса. У правому верхньому куті кожного показника технологічного стану запірної та керуючої арматури розміщені індикатори робочого стану відповідного елемента.

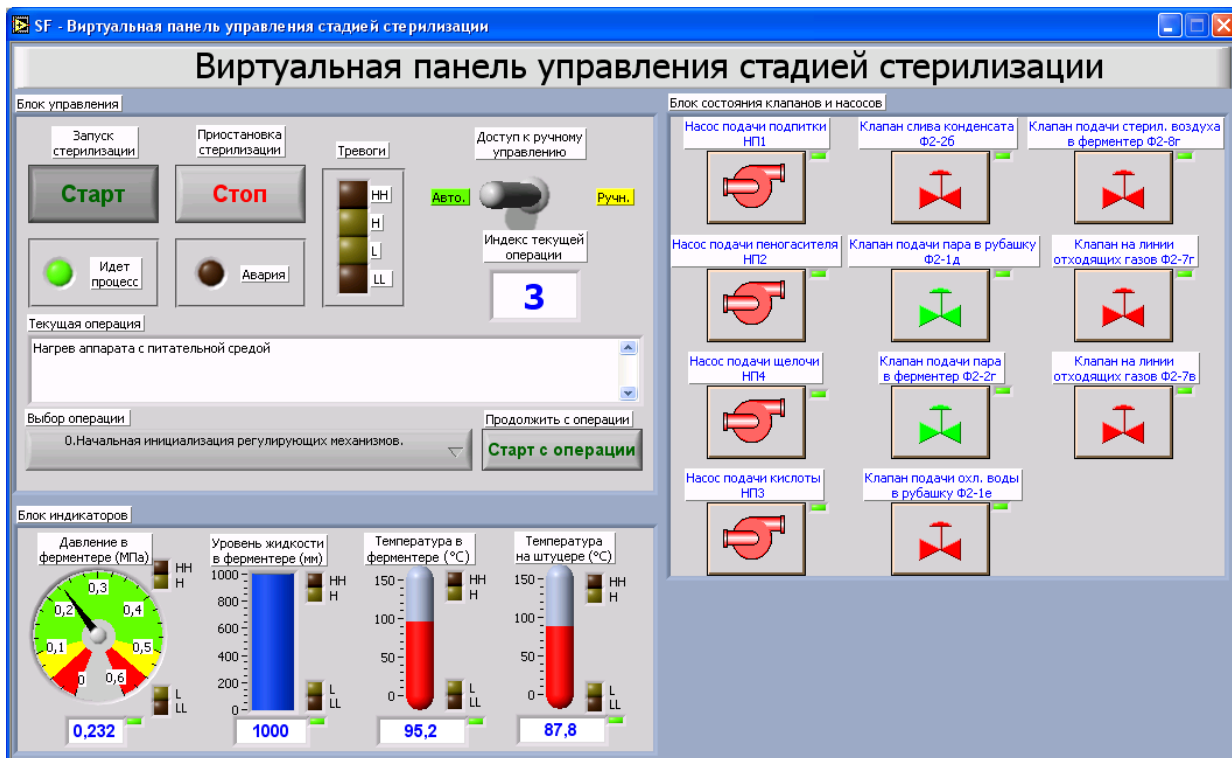
Віртуальна панель управління та управління забезпечує швидку підготовку оператора та простоту формування команд управління обладнанням у віддаленому режимі. Екран віртуальної панелі контролю та управління етапом стерилізації показаний на рис.

На панелі тенденцій етапу стерилізації в режимі реального часу є відображення значень технологічних параметрів. Широкі можливості LabVIEW дозволяють використовувати потужні засоби обробки та візуалізації, щоб надати оператору технологічну інформацію у вигляді графіків і діаграм (тенденцій).

Всі технологічні параметри, що відносяться до стадії стерилізації, поділяються на групи, що відображаються у відповідних тенденціях (графіки значень технологічних параметрів за певний проміжок часу). Ці групи поєднують подібні властивості технологічних параметрів (наприклад, всі дискретні сигнали).

Оператор має можливість зчитувати всі значення параметрів і визначати короткочасну тенденцію їх розвитку в поточний час.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		66



Малюнок 28 - Виртуальна панель управління

Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата

СУЗ-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

арку

67

10 ВИСНОВКИ

Проект присвячений розробці системи управління технологічним процесом стерилізації біохімічного реактора як складової системи управління процесом біосинтезу еритроміцину.

Під час розробки АСУ на стадії бродіння проводилися наступні стадії розвитку:

- визначаються вихідні дані;
- розроблений АСУ;
- здійснено реалізацію компонентів АСУ;
- випробувані окремі елементи АСУ

У рамках проектування, впровадження та тестування компонентів автоматизованої системи управління були отримані наступні результати:

- визначається структура та функціонування програмно-апаратного комплексу АСУ;
- аналіз стадії бродіння з позицій автоматизації технологічного виробництва;
- вибір компонентів РТС для реалізації АСУ, включаючи:
 - вибір програмованого логічного контролера та засобів програмування;
 - вибір конфігурації та програмного забезпечення автоматизованого робочого місця оператора;
- розроблені компоненти автоматизованої системи управління:
 - рівень управління АСУ, що включає інтерфейс оператора та програмне забезпечення алгоритмічної схеми комутації в процесі стерилізації біореактора;
 - комп'ютерна модель етапу ферментації біореактора з використанням технології OPC;
 - розробив спеціальну програму управління вимірювачем температури, що регулює "Dana-Term" ІТР 2529 в програмному середовищі LabVIEW DSC з функцією сервера OPC.

Впровадження розробленої автоматизованої системи управління дозволить:

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		68

- використання для управлінської інформації, яка значно перевищує знання окремого оператора;
- оперативно та точно змінювати програму управління відповідно до змін технології;
- підвищення продуктивності обладнання за рахунок виключення операцій керування вручну;
- здійснювати логіко-програмне управління процесами, які людина не може точно і вчасно контролювати через досить повільну реакцію на зміну ходу процесу;
- різко скоротити кількість аварій через помилки оперативного персоналу.

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		69

СПИСОК ЛІТЕРАТУР

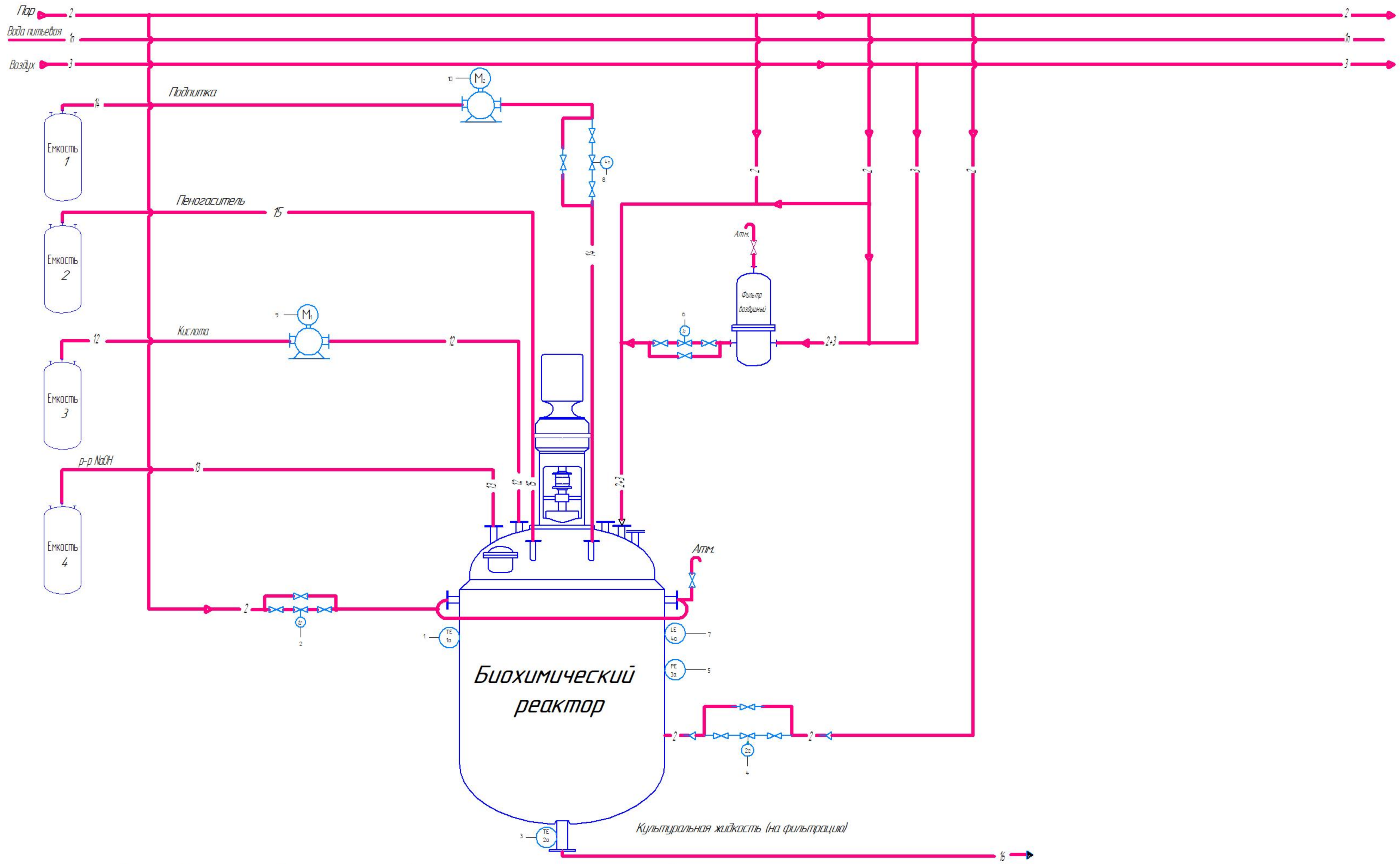
1. Автоматизація та управління в технічних системах. У 11 книгах. / Респ. ред. С. В. Ємельянов, В. С. Михайлевич.-Кн.1. Електричні елементи систем управління промисловими роботами / А, А. Краснопрошина та ін. - К .: Вища шк., 1990. - 479 с.
2. Методичні вказівки щодо оформлення курсових та дипломних проектів. Інструкційні матеріали. Для студентів спеціальності 7.091401 "Комп'ютеризовані системи управління та автоматика". - Суми .: Сумський державний університет, 1998. - 77 с.
3. Загальна хімічна технологія, І. П. Мухленова .: Вища школа., 1984. - 285 с.
4. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: справи сіл. / А.С. Ключев, Б. В. Глазов, А.Х. Дубровський, С. А. Ключев. -М .: Вища школа, 1990.- 464 с.
5. Типові положення щодо планування, обліку та калькулювання собівартості продукції. Затверджений Кабінетом Міністрів України 26 квітня 1996 р. № 473.
6. Веб-сайт Енергосіла:www.energosila.ru.
7. Фізика. У 5 книгах. Леденев О.Н .: Фізична та математична література., 2005. - 207 с.
8. Довідник з проектування електричного освітлення. С.А.Ключев - М .: Вища школа, 1982.– 239с.
9. Теорія лінійних систем автоматичного регулювання та управління. Попов О.П. Підручник. посібник для університетів. - 2-е видання, доопрацьоване. і доп. - М .: Наука., 1989. - 304 с.
10. Теорія автоматичного управління. Попович М.Г., Ковальчук О.Б. Підручник для вузів. - К .: Либідь, 1997. - 542 с.
- одинадцять. Стаття: "ОРС: Інтеграція інтелектуальних лічильників споживання енергії на основі пакета BridgeVIEW" В.Є. Здановський /І.В.Ц. Мосенерго /
12. LabVIEW для всіх / Джеффри Тревіс: Пер. від англ. Klushin NA - М .: DMK Press; ПриборКомплект, 2004. - 544 с. : Іл.

										арку
										70
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата						

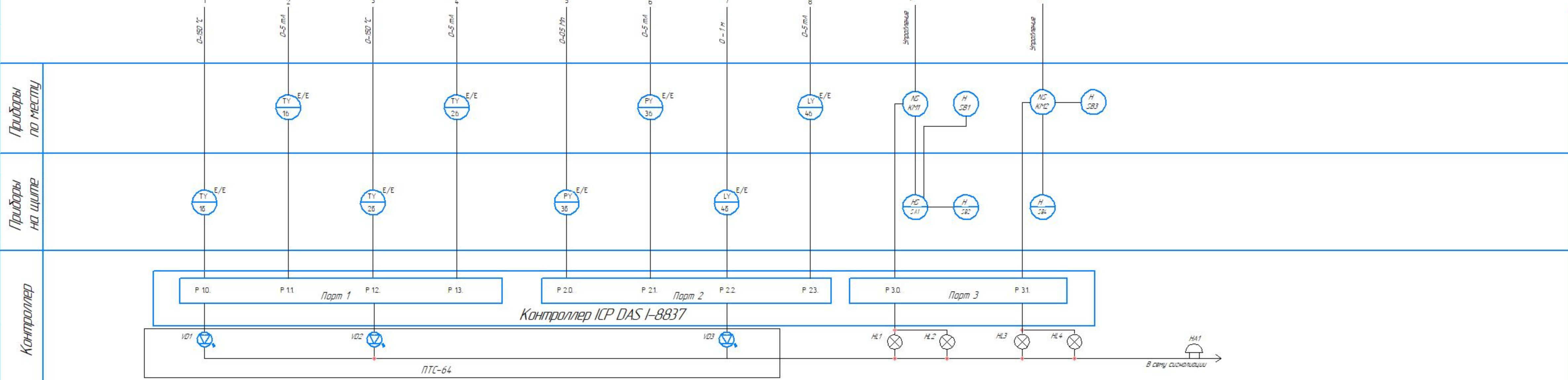
СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ

13. Березін Б.І., Березін С.Б. Початковий курс С і С ++. - М .: ДІАЛОГ-МІФИ, 1998. - 288 с
14. вогнестійкість та засоби їх гасіння: Випадки. ред .: у 2 кн. А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук та ін. - М .: Хімія, 1990
15. В. Маршалл. Основні небезпеки хімічного виробництва. М., Мир, 1989.
16. Правила будівництва електроустановок (ПУЕ-76) .: Атоміздат, 1980;
17. РУЕ. -Главгосенергонадзор М. 1998. Ступінь захисту, що забезпечується кришками (ІР-код), ГОСТ 14254-96

					СУз-51Ш.6.05020101.11.ПЗ	арку
Зміни	арку	№ док.	підпис	Дата		71



Лист 1 из 1
 Дата: 10.05.2020
 Проект: СЧЗ-51Ш.6.05020101.11А2
 Автор: [Blank]
 Проверено: [Blank]



Обозначение	Наименование
-1п-	Вода питьевая
-2-	Пар
-3-	Воздух
-12-	Кислота
-13-	р-р NaOH
-14-	Подпитка
-15-	Пеногаситель
-16-	Культуральная жидкость

СЧЗ-51Ш.6.05020101.11А2		
Изм. Лист	№ докум.	Подп. Дата
Разраб.	Шит М.О.	
Проб.	Серяков А.Г.	
Т.контр.		
И.контр.		
Утв.	Худяков Г.М.	

Система управления технологическим процессом ферментации при производстве антибиотиков		
Схема функциональная		
Лист	Листов	1
ШИСУМГУ		
Формат	A1	

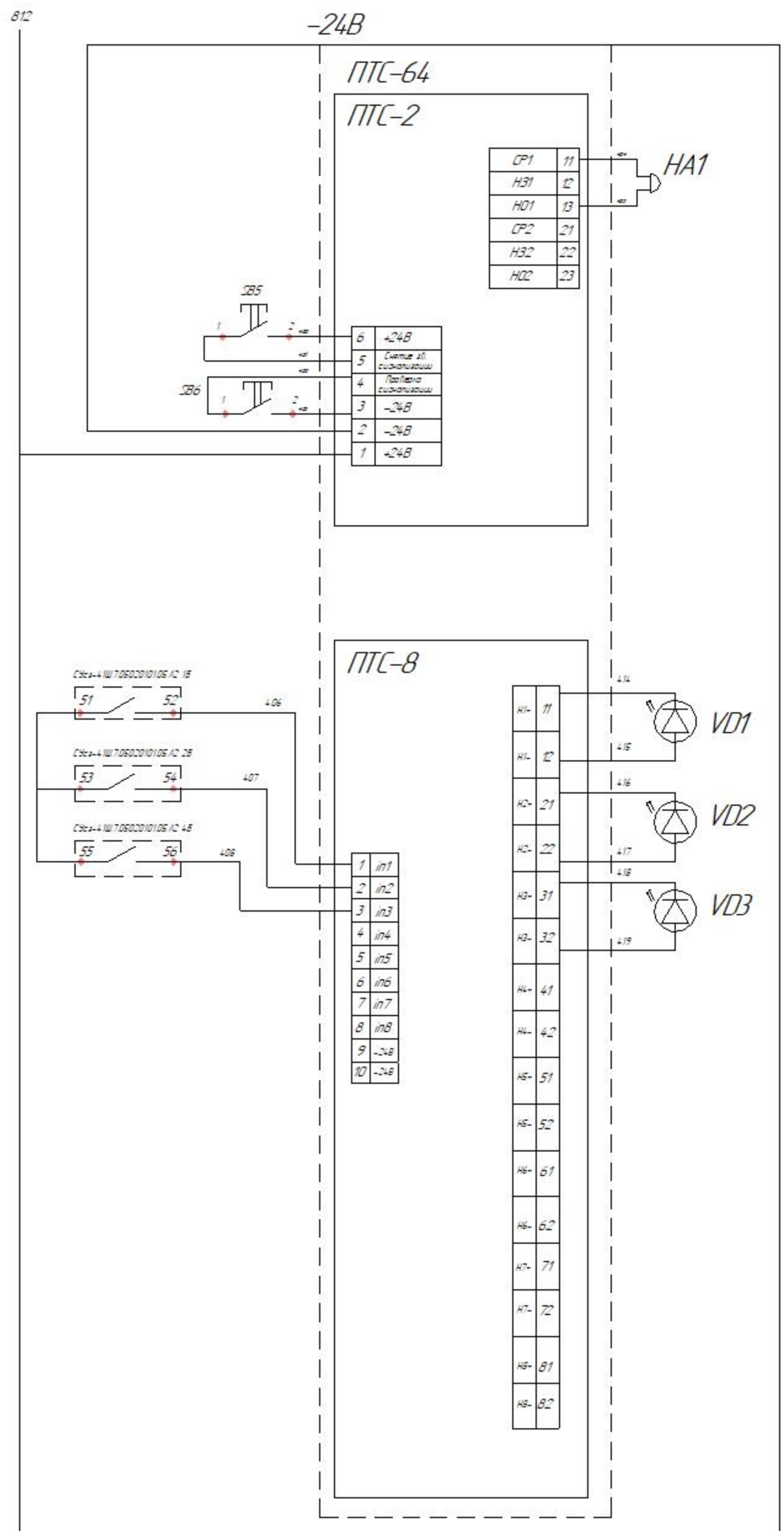
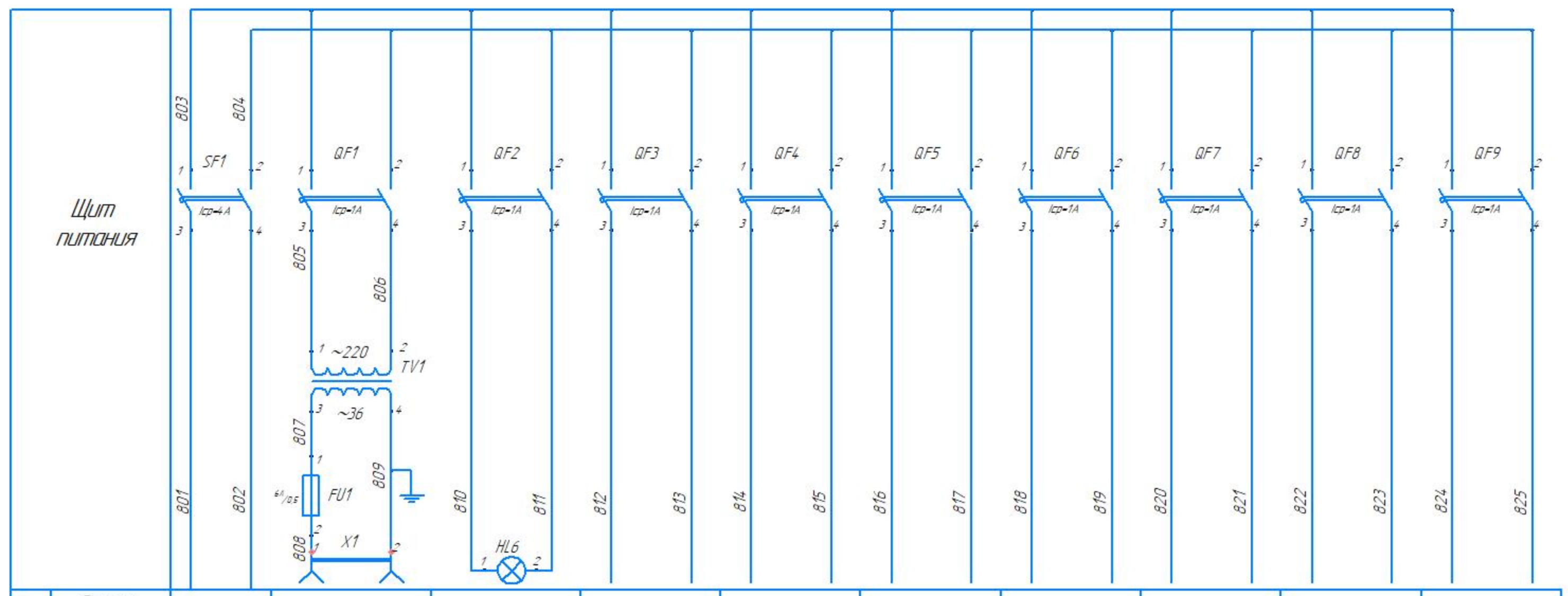
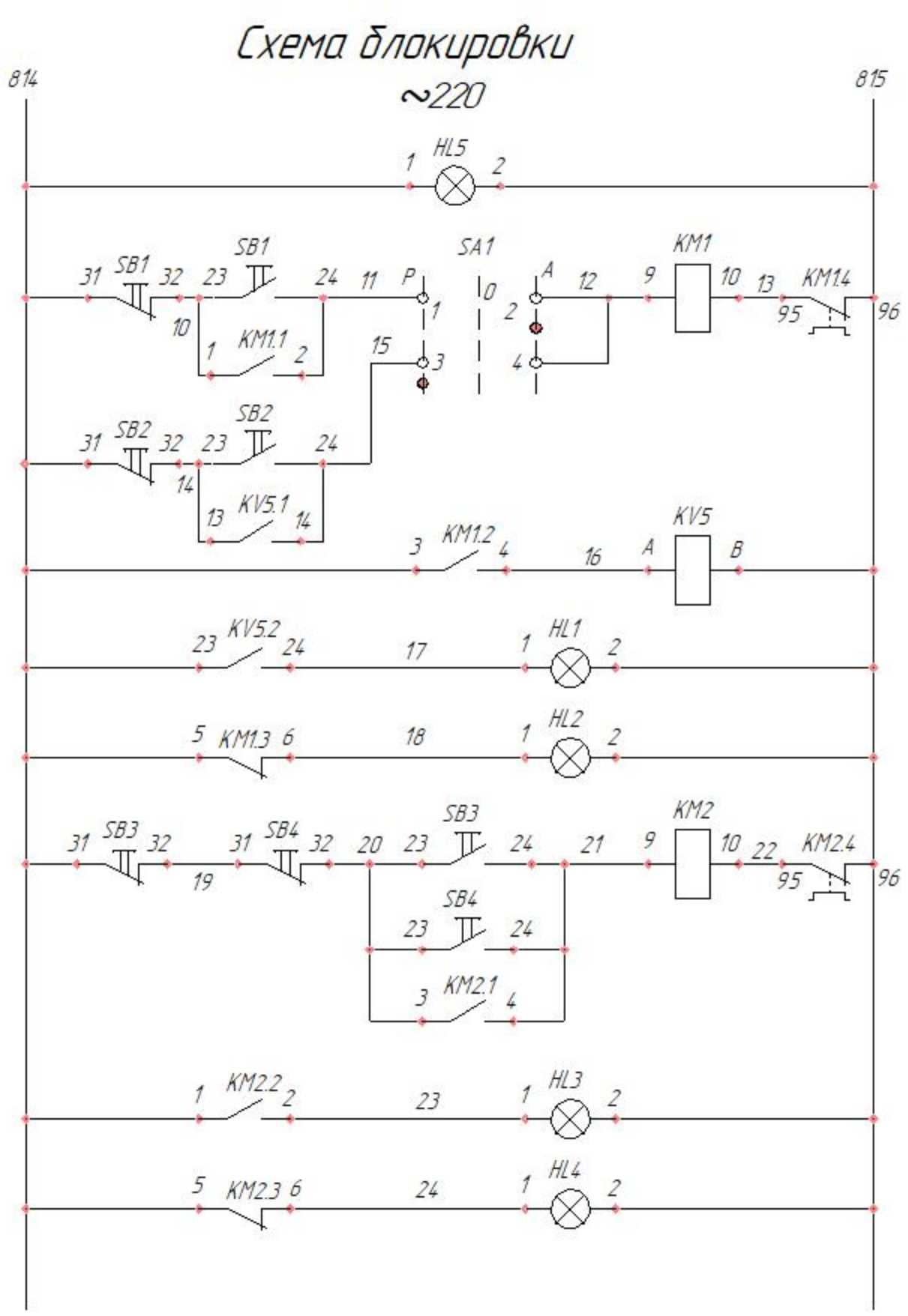
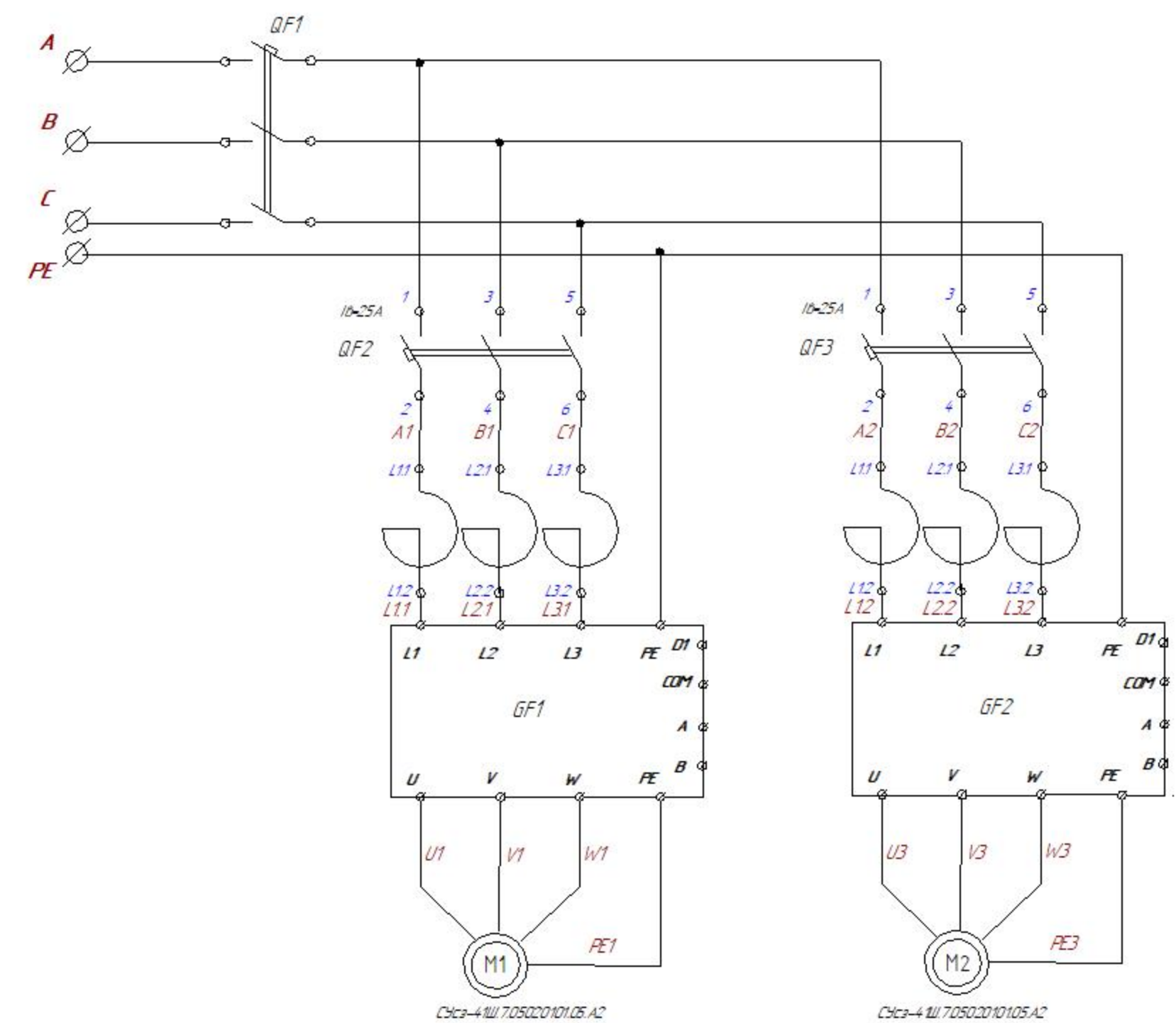


СХЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ

Звучковая сигнализация
Кнопка снятия обобщенной сигнализации
Опробование звуковой и световой сигнализации
Привышение допустимой температуры в биореакторе
Привышение допустимого давления в биореакторе
Привышение допустимого уровня жидкости в биореакторе



Характеристика электроустановки	Позиция	Ввод рабочий	Розетка штепсельная	Освещение	Схема сигнализации	Схема блокировки	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв
	Тип	Ввод	Розетка	Освещение	Схема сигнализации	Схема блокировки	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв	Резерв
	Напряжение, В	~220	~36	~220	~220	~220	~220	~220	~220	~220	~220
	Мощность, Вт	690	100	60	135	95	60	60	60	60	60
	Место установки	Щит №1									



Контроль наличия напряжения	Управление по месту	Циркуляционный насос		
			Управление со щита	
	Сигнализация "Включен"		Управление со щита	Центрабужный насос
	Сигнализация "Выключен"			
Сигнализация "Включен"	Сигнализация "Выключен"			
Сигнализация "Выключен"				

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
KM1, KM2	Пускатель магнитный типа ПМЕ-112 ГОСТ 3455-75	2	
KV1, KV5	Реле промежуточное РПУ 3-114 ТУ 16-523.07-75	2	
SA1	Универсальный переключатель УПС311-63	1	
HL1, HL6	Арматура сигнальная АС220В в комплекте с лампой Ц 220-10, U = 220В ТУ 535781-78	6	
VD1-VD3	Лампа сигнальная светодиодная цвет красный Rном=2,6Вт Uном=24В, степень защиты IP67, 8LM2TL224	3	
HA	Звонки сранкога бая МЗ-3, сила звука 103 дБ, U = 220В	1	
XS1	Штепсельная розетка РШ-К-2-СО-2-6/10/220 U=36В	1	
SB1, SB4	Пост управления кнопочный ПКЕ12-2 ГОСТ 34555-75	4	
SB5, SB6	Кнопка управления катушачная НА 3604.006СП U = 220В, ТУ 16.353783-73	2	
SF1	Автоматический выключатель ВА-2001, кол-во полюсов 2	1	
ПТС64	Прибор технической сигнализации. Дискретных входов 8 Uном=24В	1	
GF1, GF2, GF3	Частотный преобразователь ЕП-Р7012-551Н	3	

СУ-51Ш.6.05020101.01Е3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система управления технологическим процессом ферментации при выработке антибиотиков	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Щит М.О.					Лист	Листов	
Проб.	Сержав А.Г.							
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.	Худолей Г.М.							

Копировал: Франт А1

Лист № 1 из 1
Лист № 1 из 1
Лист № 1 из 1
Лист № 1 из 1
Лист № 1 из 1