

Міністерство освіти та науки України
Сумський державний університет
Кафедра комп'ютерних наук

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Система управління операцією регенерації відпрацьованого спирту"

Керівник проекту

Г.М. Худолей

Дипломник:

студент групи СУ-61Ш-7

Н.А. Нікітін

Номер залікової книжки: 17080035

Шостка – 2020

РЕФЕРАТ

Нікітін Нікіта Андрійович. Система управління операцією регенерації відпрацьованого спирту. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 79 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 34 рисунків, 4 таблиць; 2 креслення; 4 демонстраційних плаката.

Проект присвячений розробці системи управління процесом регенерації спирту. Впровадження автоматизації дозволило зменшити кількість втручань людини в технологічний процес, зробити його більш адаптивним до збурюючих дій, які можуть виникнути в процесі роботи обладнання. До того ж розробка системи управління вищк згаданого технологічного процесу забезпечує управління великими потужними агрегатами, в якому зусилля людини зводяться до налаштування та налагодження автоматичних пристроїв управління і регулювання.

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

SUMMARY

N.A. Nikitin. Process control system operation of spent alcohol regeneration. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 67 leaves of explaining message, taking into account 35 pictures, 19 tables; designer document which contains 2 drafts; 4 demonstration poster.

The project is dedicated to the development of an alcohol management process management system. The introduction of automation has allowed to reduce the number of human interventions in the technological process, to make it more adaptable to disturbing actions that may occur during the operation of the equipment. In addition, the development of the control system above mentioned technological process provides control of large powerful units, in which human effort is reduced to the setting and adjustment of automatic control and regulation devices.

Keywords: process control system that regulates the microprocessor controller, the control algorithm, the adjustable parameter.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи управління технологічним процесом регенерації
відпрацьованого спирту

Розробник:
студент гр. СУ-61Ш-7

Нікітін Н.А.

Погоджено:
керівник проекту, к.т.н.

Г.М. Худолей

Система управління технологічним процесом регенерації відпрацьованого спирту.

Підстави для розробки.

Завдання кафедри на дипломний проект.

Мета і призначення розробки

Метою даної розробки є створення системи управління технологічним процесом регенерації відпрацьованого спирту.

Очікувані мети реалізації даного проекту:

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

Дана розробка і результати проектування можуть бути використані при створенні системи управління технологічним процесом регенерації відпрацьованого спирту на промислових підприємствах і виробництва.

Джерела для розробки

Звіт з переддипломної практики. Регламент. Інструкція з експлуатації.

Режими роботи об'єкта процесу регенерації відпрацьованого спирту є безперервним виробництвом згідно чинного регламенту виробництва 24 години на добу, 7 днів на тиждень, цілодобовий режим роботи.

Умови експлуатації

Живлення технологічних установок здійснюється від цехової мережі змінного струму з напругою 380 В.

Система управління технологічним процесом регенерації та концентрації кислоти є безперервним виробництвом згідно чинного регламенту виробництва 24 години за добу, 7 днів на тиждень. Навколишнє середовище має бути не вибухонебезпечною, не містити пилу в концентраціях, що порушує роботу електрообладнання, а також не містити агресивних парів і газів, що руйнують метал і ізоляцію. Умови експлуатації системи управління технологічним процесом регенерації та концентрації кислоти представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Умови експлуатації системи управління технологічним процесом регенерації та концентрації кислоти

| Найменування і характеристика приміщення | Кліматичні умови | | | механічні умови | |
|--|------------------|-------------|---------------------|----------------------------------|--------------------|
| | Температура, 0С | Вологість,% | запиленість, г / м3 | Амплітуда і частота вібрації, Гц | наявність коливань |
| Виробниче приміщення | 22 ... 250С | 60 ... 85% | - | - | - |
| щитова | 22 ... 250С | 60 ... 85% | - | - | - |
| операторська кімната | 22 ... 250С | 40 ... 60% | - | - | - |

АСУТП повинна бути розрахована на безперервний цілодобовий режим роботи.

Види, періодичність і регламент обслуговування технічних засобів повинні бути вказані у відповідних інструкціях по експлуатації.

Розташування технічних засобів АСУТП повинно бути раціональним як з точки зору монтажних зв'язків між ними, так і зручності і безпеки їх експлуатації та обслуговування.

Технічні вимоги

Система управління технологічним процесом регенерації відпрацьованого спирту повинна забезпечувати:

- ведення технологічного процесу на основі автоматичного контролю технологічних параметрів;
- зниження трудомісткості при вимірюванні і управлінні технологічними параметрами;
- візуалізацію параметрів технологічного процесу і аварійних ситуацій;
- автоматичне керування виконавчими механізмами;
- безаварійний пуск / зупинка і перемикання технологічного обладнання;
- запобігання розвитку аварійних ситуацій і забезпечення безпечного завершення процесу за заданим алгоритмом;
- прийом інформації з верхнього рівня системи управління та формування керуючих впливів на виконавчі механізми.

До складу системи управління повинні входити:

- вузол управління на базі програмованого контролера;
- АРМ на базі ПК з відповідним програмним забезпеченням.

Показники надійності системи повинні відповідати вимогам ДСТУ 2863-94 «Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги».

Програмне забезпечення повинно запобігати виникненню відмов у виконанні функцій АСУТП при відмовах технічних засобів і при помилках персоналу, який бере участь у виконанні цієї функції, або має забезпечити переключення відмов, що ведуть до великих втрат, в відмови, пов'язані з

меншими втратами.

Система повинна бути багатофункціональною, відновлюваною та повинна відповідати наступним вимогам до надійності:

- коефіцієнт готовності, повинен бути не менше 0.95;

- середнє напрацювання на відмову комплексу засобів обчислювальної техніки системи повинна бути не менше 1000 годин.

Крім апаратного резерву, система повинна володіти тимчасовою і функціональною надмірністю (ступінь завантаженості контролерів, запас ємності пам'яті і вільних функціональних блоків і т.д.).

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

При розробці системи управління необхідно забезпечити максимальну уніфікацію застосовуваних вузлів і деталей; використання стандартних кріпильних виробів. Засоби автоматизації, які використовуються в даній установці, повинні бути сучасними і доступними на ринку. Також необхідно врахувати наявність вибухонебезпечних і агресивних середовищ.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

"Система управління операцією регенерації відпрацьованого спирту"

Керівник проекту

Г.М. Худoley

Проектант:

студент групи СУ-61Ш-7

Н.А. Нікітін

Номер залікової книжки: 17080035

Суми – 2020

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ..... | 3 |
| ВСТУП..... | 4 |
| 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ..... | 6 |
| 2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ..... | 16 |
| 3 ВИБІР СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ, РОЗРОБКА СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ, ЗАХИСТУ ТА АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ | 20 |
| 4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА..... | 34 |
| 5 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ | 45 |
| 6 ВИБІР ЗАСОБІВ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ..... | 49 |
| 7 ВИБІР ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА..... | 54 |
| 8 ВИБІР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕРХНЬОГО РІВНЯ. SCADA СИСТЕМИ..... | 56 |
| 9 ВИСНОВКИ..... | 77 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 78 |

| | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|---|-----------------|-------------|---------------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | | | |
| <i>Змін</i> | <i>лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розробник.</i> | | Нікітін Н.А. | | | Система управління операцією регенерації відпрацьованого спирту. Пояснювальна записка | <i>Лім.</i> | <i>лист</i> | <i>листів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | Худолей Г.М. | | | | 2 | 79 | |
| <i>Рецензії.</i> | | | | | | ШІ СумДУ | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | | | | | | | |
| <i>Затвердив.</i> | | | | | | | | |

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП - автоматизована система управління технологічним процесом.

ВО - виконавчий орган.

ОУ - об'єкт управління.

ОР - об'єкт регулювання.

ПЗ – програмне забезпечення.

ПЛК - програмований логічний контролер.

ПТК – програмно-технічний комплекс.

САПР - система автоматизованого проектування.

САР - система автоматичного регулювання.

ТЗА – технічні засоби автоматизації.

ТП - технологічний процес.

ТЕП - техніко-економічні показники.

УЗО - пристрої зв'язку з об'єктом.

УУ - пристрій управління.

МУ - мета управління.

ШІМ - широтно-імпульсна модуляція.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 3 |

ВСТУП

Питання автоматизованого керування процесами виробництва спирту активно опрацьовувалися як у нашій країні, так і за межами України. Проте і сьогодні в цій області існує багато актуальних задач, які потребують розв'язання. Повною мірою це стосується і процесу регенерації спирту в ректифікаційній колоні. Очевидною є необхідність розроблення ефективних і водночас достатньо простих систем керування, які б надійно працювали в реальних умовах сучасного спиртового виробництва [1].

Якщо виходити із традиційного підходу до розроблення АСУ ТП, то необхідною є побудова математичної моделі процесів тепло- і масообміну, котрі відбуваються в ректифікаційних колонах, із подальшим застосуванням складного і дорогого обладнання для контролю концентрації продуктів ректифікації.

Специфічна сфера застосування диктує жорсткі вимоги до чистоти продукту, що виробляється, відповідно до суворого контролю умов протікання технологічного процесу. Реалізувати необхідний рівень контролю за ходом технологічного процесу в наш час вдається з використанням схем автоматизованого контролю і мікропроцесорної техніки.

Комплекс основних завдань, що вирішуються на хіміко-технологічних виробництвах для забезпечення їх ефективної та безперебійної роботи, визначає особливе місце для завдань автоматизації. Ефективне вирішення цих завдань є одним з чинників, які визначають загальну ефективність управління хімічним підприємством.

Проблема ефективної експлуатації АСУТП завжди була актуальною темою. Не всі складові ефективності грають однакову роль в утворенні прибутку в реальних умовах експлуатації. Глобальна мета управління процесом - виконання виробничої програми при найкращому в економічному та екологічному сенсі технологічному режимі, отриманні максимального прибутку.

Автоматизація на базі сучасної мікропроцесорної техніки дозволяє реалізувати якісно нову технологію і підвищити ефективність виробництва за рахунок:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 4 |

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

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 5 |

1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Розробка системи управління операцією регенерації відпрацьованого спирту вимагає чіткого розуміння технологічного процесу.

1.1 Опис процесу відновлення спирту

В технології відновлення спирту розрізняють декілька варіантів. Двома основними видами є ректифікація і регенерація.

Ключова відмінність – це міцність спирту, який отримується на виході. Ректифікація дає чистий відновлений спирт міцністю 96 градусів, регенерація – міцністю до 85 градусів.

Ключовим елементом для вищезгаданих процесів є ректифікаційна колона. Це хіміко-технологічне устаткування, в якому розділяються рідкі суміші з різними температурами кипіння. Фізично ректифікаційна колона – це вертикальна циліндрична ємність із контактними пристроями всередині [2].

Ректифікаційна колона працює наступним чином. Пара рідини, яка піддається перегонці, поступає до колони і рухається знизу до гори. В протилежному напрямку, подається рідина, яка конденсується в верхній частині колони, в холодильнику.

Якщо речовина, яку переганяють, складається з двох компонентів, кінцевими продуктами будуть дистилят і кубовий залишок. Дистилят виводиться з верхньої частини колони, а кубовий залишок у рідкому вигляді (оскільки він є менш летким компонентом) витікає з нижньої частини колони.

Промислові ректифікаційні колони сягають 60 метрів заввишки і до 6 метрів у діаметрі.

Ректифікаційні колони мають так звані контактні пристрої. На поверхні цих елементів відбувається процес конденсації. Це можуть бути тарілки та насадки – елементи з металу, кераміки або скла різної форми та розмірів.

Загальну схему роботи системи зображено на рисунку 1:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 6 |

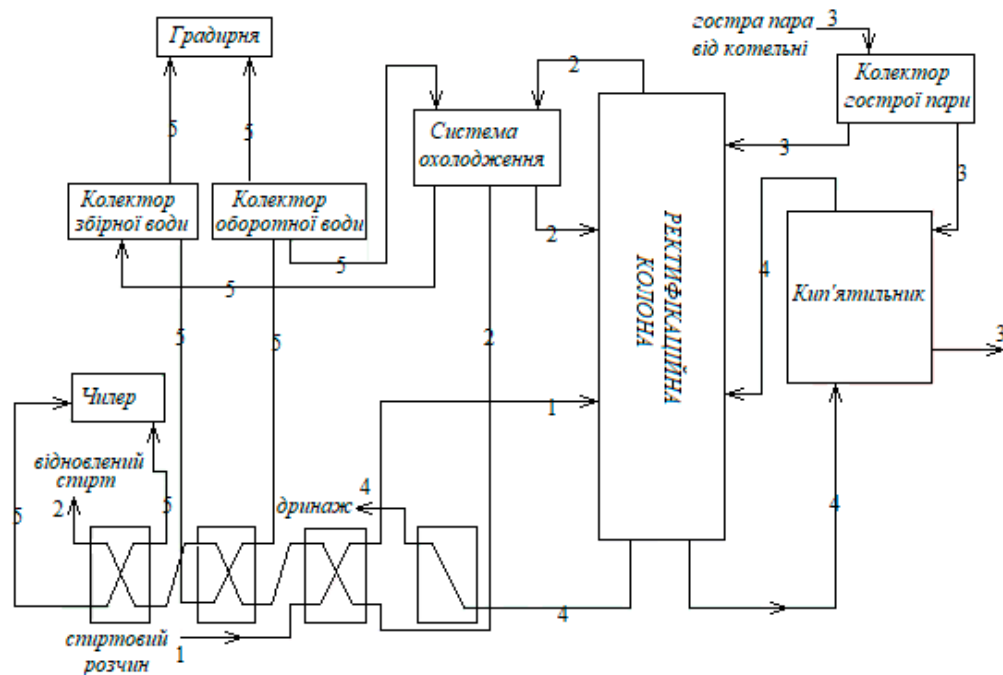


Рисунок 1 - Загальна схема роботи ректифікаційної колони: 1 – спиртовий розчин (30–45 градусів); 2– відновлений спирт; 3 – гостра пара; 4 – кубовий залишок; 5 – вода, що використовується для охолодження (з градирні до чилера)

Спиртовий розчин надходить до теплообмінника і нагрівається в ньому до температури кипіння. Це відбувається за рахунок температури спирту, який виходить з колони. Таким чином спиртовий розчин перетворюється на пару і вже у вигляді пари, після теплообмінника, поступає в нижню частину ректифікаційної колони.

Нижня частина колони називається куб. Тут починається процес конденсації і таким чином утворюється регенеративний спирт.

При цьому частина речовини осідає внизу колони. Це кубовий залишок. Він подається в кип'ятильник, нагрівається там до температури кипіння і подається назад до ректифікаційної колони.

Якщо система повністю зупиняється (аварія або миття ємностей), кубовий залишок зливається в дренаж.

Регенований спирт виходить з верхньої частини ректифікаційної колони у вигляді пари. І потрапляє в систему охолодження, де спирт зріджується.

Таким чином зріджений спирт подається до сховища.

В якості нагрівача (нагрівання ректифікаційної колони, робота кип'ятильника) використовується гостра пара, яка подається з котельні. В якості

охолоджувача (система охолодження) використовується вода, яка попередньо охолоджена в чилері або градирнях.

1.2 Технологічна схема виробництва

Технологічний процес регенерації відпрацьованого спирту полягає в поділі його на спирт етиловий регенерований і кубову воду.

Регенерацію відпрацьованого спирту здійснюють на спиртовій колоні, яка працює в комплексі з підігрівачем відпрацьованого спирту, дефлегматором, конденсатором і холодильником.

Відпрацьований спирт з ємності 5 насосом 2 перекачують в напірні баки 1 або 2, в які потім з напірного бака 5 подають необхідну кількість 1% розчину їдкого натру. Після цього відпрацьований спирт в напірних баках 1 або 2 вистояють протягом 1,5 - 2 годин.

Обробка спиртів лугом проводиться з метою нейтралізації домішок у відпрацьованому спирті.

Спирт, оброблений лугом, з напірного бака 1 (або 2 по черзі) самопливом надходить в підігрівач для відпрацьованого спирту, а потім подається в ректифікаційної спиртову колону. Необхідна витрата спирту регулюється автоматично. Для безперебійного живлення колони напірні баки 1 і 2 працюють по чергово, забезпечуючи двогодинну обробку відпрацьованого спирту розчином луку.

Підігрівач підігрівається кубової водою спиртової колони. На початку процесу, коли кубова вода відсутня, спирт подається без попереднього підігріву.

Спиртова колона обігрівається гострою парою. Режим роботи спиртової колони підтримують шляхом нагрівання колони гострою парою через барботер кубової частини колони, повернення флегми з дефлегматора, а також регулюванням відбору готового продукту. Після виходу колони на режим задані параметри колони підтримуються автоматично.

Спирт, що надійшов в спиртову колону, випаровується і у вигляді пари надходить в дефлегматор, де пари спирту повністю конденсуються і у вигляді флегми повертаються в колону на розподільну тарілку. Стікаюча вниз флегма зрощує регулярну насадку. На поверхні насадки відбувається процес тепло-

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| | | | | | | 8 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | |

масообміну: пари спирту піднімаються вгору, а вода стікає вниз в кубову частину колони.

Регенований спирт відводиться з глухої тарілки колони. У початковий період роботи лінія відбору регенованого спирту з колони закрита, і колона працює в початковому режимі. Все сконденсовані в дефлегматоре пари спирту (флегма) направляють назад в колону.

Колона ректифікації працює в початковому режимі 30-40 хв. Через 30 хвилин після пуску колони відбирають флегму на аналіз об'ємної частки спирту. При позитивному результаті аналізу, колону переводять в робочий режим. Якщо спиртова колона на режим не вийшла, тимчасово припиняють подачу спирту в колону, перекривши запірну арматуру під напірними баками 1 і 2. Працюють в початковому режимі ще 30 хвилин, після чого відбирають флегму на аналіз об'ємної частки спирту.

При позитивних результатах відкривають лінію подачі відпрацьованого спирту в колону. Встановлюють необхідну витрату флегми, яка в подальшому підтримується автоматично. Приступають до відбору регенованого спирту.

Для цього відкривають запірну арматуру з відповідної верхньої тарілки спиртової колони і направляють спирт в холодильник. У холодильнику спирт охолоджується і якщо його склад за результатами аналізу відповідає вимогам технічних умов, то його направляють в ємність для спирту 1.

Регулюючим клапаном встановлюють задану величину відбору спирту. Якість спирту контролюють на місці шляхом вимірювання об'ємної частки етилового спирту ареометром для спирту, відбираючи пробу через контрольний клапан.

На початку технологічного процесу запірні арматури на лінії холодильник - ємність 1 перекрита, а на лінії холодильник - ємність 5 відкрита, і перша невелика фракція регенованого спирту йде в ємність 5. Коли об'ємна частка регенованого спирту за результатами аналізу буде дорівнює 95%, то запірні арматури перемикають на прийом спирту в ємність 1.

По мірі накопичення, регенований спирт насосом 3 перекачують в ємність на майданчику зберігання технологічних рідин. Некондиційний спирт з

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| | | | | | | 9 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | |

холодильника направляють в ємність 5, звідки по мірі накопичення подають на повторну ректифікацію.

Несконденсована в дефлегматорі пара регенованого спирту надходять в конденсатор, де остаточно конденсується і у вигляді флегми повертається в колону, а повітря викидається в атмосферу.

Кубову воду скидають у промислову каналізацію або подають в якості теплоносія в підігрівач відпрацьованого спирту. Протягом усього періоду ректифікації контролюють наявність спирту в кубовій воді. При збільшенні вмісту спирту в кубовій воді вище допустимого, збільшують подачу пари в спиртову колону або зменшують подачу відпрацьованого спирту.

1.3 Основне обладнання

Технологічний процес регенерації відпрацьованого спирту полягає в поділі його на спирт етиловий регенований і кубову воду. Спиртовий агрегат складається з: колони спиртової, дефлегматора для конденсації парів спирту, холодильника для охолодження спирту, конденсатора для остаточної конденсації парів спирту, підігрівача відпрацьованого спирту.

Всі апарати пов'язані між собою відповідними герметичними комунікаціями.

Основним апаратом є колона спиртова насадочного типу (див. рис. 2). Колона складається з двох частин. Нижня частина колони називається вичерпною, верхня – зміцнюючою. У верхній частині колони є штуцери для введення флегми, виходу пари, установки термометра і манометра, вакуумпереривача в середній частині – штуцер для введення спиртової суміші; в нижній частині – запобіжний клапан; в кубовій частині – штуцер для виходу кубової води, зливний штуцер і паровий барботер.

Дефлегматор для конденсації парів спирту є кожухотрубчастим теплообмінником. У середині апарату знаходяться трубні решітки, в які ввальцовані трубки.

Холодильник для охолодження спирту є кожухотрубчастим теплообмінником.

Конденсатор для остаточної конденсації парів спирту є кожухотрубчастим теплообмінником. У нижній частині конденсатора є штуцери для підведення

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 10 |

охолоджуючої води, виходу сконденсованого спирту. У верхній частині – штуцери, через які вводиться спиртова пара і виводиться вода.

Оглядовий ліхтар – це розширення трубопроводу з встановленими оглядовими вікнами. Через ці вікна ведеться візуальний контроль за потоками речовин та їхньою якістю.

Підігрівач відпрацьованого спирту є кожухотрубчастим теплообмінником.

Спиртовая колонна

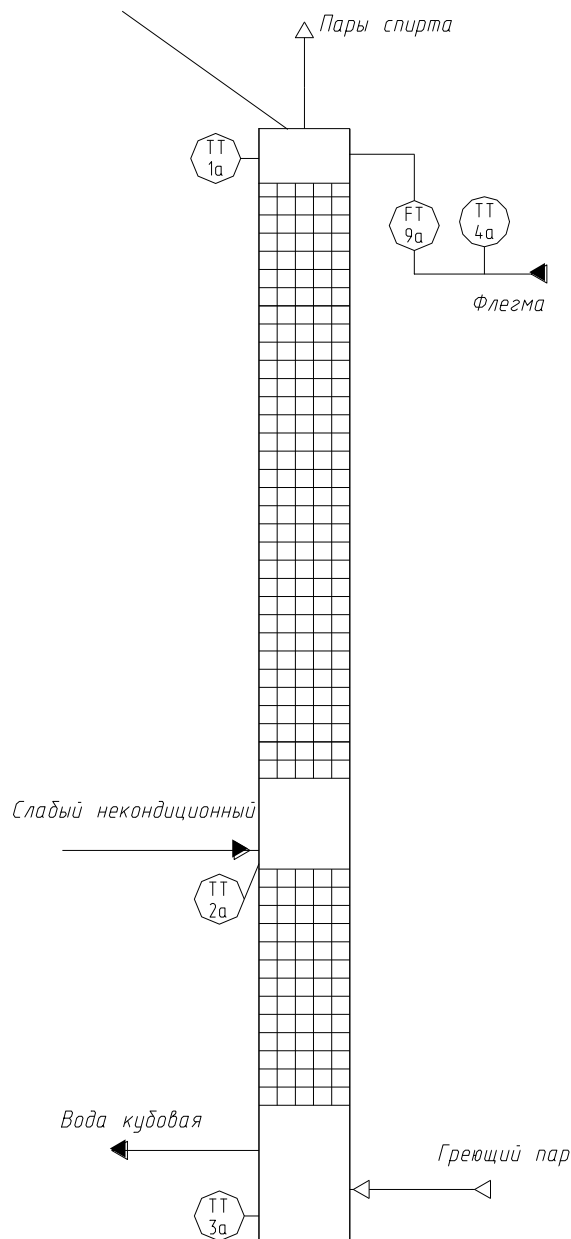


Рисунок 2 - Спиртовая колонна

1.4 Перелік параметрів сигналізації, контролю і управління

На стадії стерилізації основною функцією управління забезпечення заданої послідовності виконання операцій, тобто функція програмно-логічного управління. Вона реалізується перемиканням в певній послідовності запірно-регулюючої арматури, встановленої на трубопроводах технологічної обв'язки біореактора після досягнення технологічними параметрами (ТП) умов перемикання або по завершенні тимчасових інтервалів підтримки ТП. Таким чином, АСУ стадією стерилізації функціонує за розробленою з урахуванням технології виробництва циклограмою перемикання керуючих елементів (клапанів, насосів та ін.)

Інформація про стан технологічних параметрів процесу знімається з датчиків, розташованих всередині ферментера і входять до складу запірно-регулюючої арматури.

Тепер виділимо з усіх технологічних параметрів, що враховуються при відновленні спирту, тільки ті, які мають значення для стадії регенерації.

Під час регенерації відпрацьованого спирту повинні контролюватись наступні температурні параметри:

- Температура у верхній частині колони, °С 74 – 78;
- Температура в кубовій частині колони, °С 102 – 107;
- Температура тарілки живлення колони, °С 82 – 92;
- Температура води, що відходить з дефлегматора, °С 20 – 45;
- Температура спирту, що виходить з дефлегматора, °С 74 – 78;
- Температура спирту, що виходить з конденсатора, °С 66 – 74;
- Температура робочої суміші після підігрівача, °С 50 – 60;
- Температура води на вході в дефлегматор, °С 10 – 13;
- Температура в кубовій частині колони, °С 102 – 107.

З них технологічні параметри, що мають значення для стадії регенерації спирту:

- Температура в кубовій частині колони, °С 102 – 107.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 12 |

Відповідно до процесів, що протікають в ректифікаційній колоні, в ємностях, напірних баках та суміжних апаратах потрібно контролювати наступні параметри:

- Тиск у верхній та нижній частинах колони, контроль;
- Витрати некондиційного спирту, що надходить з підігрівача, з можливістю регулювання;
- Витрати спирту з конденсатору з можливістю регулювання;
- Витрати ректифікованого спирту, контроль;
- Тиск подачі лугу, керування;
- Рівень у напірному баку 5, високий – контроль, низький – керування;
- Рівень у ємності 4, керування;
- Тиск подачі некондиційного спирту, керування;
- Рівень у напірному баку 1, керування;
- Рівень у напірному баку 2, керування;
- Рівень у ємності 5, низький – керування, високий – контроль;
- Рівень у ємності 1, низький – керування, високий – контроль;
- Тиск подачі ректифікованого спирту на наступну ланку, керування;

Згідно функціональної схеми регенерації спирту і умов протікання технологічного процесу складемо схему руху матеріальних потоків [3]:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 13 |



Рисунок 3 - Схема руху матеріальних потоків

На основі обраних параметрів контролю та керування та схеми руху матеріальних потоків визначимо параметри для сигналізації, контролю і управління технологічної операції регенерації відпрацьованого спирту та згрупуємо їх за функційними ознаками:

1. Контроль температури:

- води охолодженої, що заходить на виробництво;
- верху колони спирту;
- тарілки живлення колони спирту;
- куба в спиртовій колоні;
- спирту на виході з дефлегматору;
- спирту на виході з холодильника.

2. Контроль тиску:

- спирту некондиційного на колону спиртову;
- спирту на колону спиртову;

3. Контроль рівня:

- відпрацьованого спирту ємність 5;

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 14 |

- баку напірному 1, 2;

4. Сигналізація вищої межі рівня

- спирту в ємностях 1;

- відпрацьованого спирту 5;

- баку напірному 1, 2, 5.

5. Сигналізація тиску:

- води, яка охолоджується, на вході в виробництво;

- пара, що гріє на вході в виробництво;

- повітря КВП і А на вході в виробництво.

6. Регулювання параметрів по ПД- закону:

- температури куба в спиртовій колоні;

- температури спирту на виході холодильника;

- витрати спирту некондиційного на колону спиртову;

- витрати спирту на колону спиртову;

7. Контроль роботи електроприводів насосів 1,2, 3:

- включення;

- відключення;

- режим управління (управління ручне місцеве від кнопок «Пуск», «Стоп», управління ручне дистанційне [контролером від клавіатури робочої станції], управління автоматичне дистанційне [контролером від алгоблоків]).

9. Блокування роботи насоса:

- при досягненні нижчої межі рівня спирту в ємності 1,4,5, відповідно 3,1,2.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 15 |

2 ВИБІР КАНАЛІВ УПРАВЛІННЯ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА БЛОКУВАННЯ

Після ретельного аналізу технологічного процесу регенерації відпрацьованого спирту, визначаємо ключові технологічні параметри, які потребують контролю та керування.

2.1 Канали управління, сигналізації та блокування

2.1.1 Температура куба в спиртовій колоні

Необхідно підтримувати температуру в межах 102 – 107 °С, тому що тут проводиться процес теплообміну та виробляються пари спирту. З цією метою на ректифікаційній колоні встановлений датчик температури. На трубопроводі подачі пари встановлено регулюючий клапан. Таким чином температура куба буде підтримуватися в заданих межах.

2.1.2 Температура на виході холодильника

На виході з холодильника необхідно підтримувати температуру речовини в межах 74 – 78 °С. Це забезпечить оптимальне закінчення процесу конденсації і отримання очищеного спирту з необхідними характеристиками. З цією метою датчик температури встановлено на штуцері, а регулюючий клапан встановлено на трубопроводі подачі пари. Таким чином температура на виході з холодильника буде підтримуватися в заданих межах.

2.1.3 Витрати спирту некондиційного на колону спиртову

З метою контролю витрати спирту для регенерації, необхідно контролювати та керувати його подачу. З цією метою на трубопроводі встановлено витратомір, а регулюючий клапан встановлено на трубопроводі подачі рідини з напірного бака.

2.1.4 Витрати спирту на колону спиртову

Витрати регенованого спирту необхідно контролювати та керувати його подачею на наступний технологічний етап. Для цього на трубопроводі встановлений витратомір і на трубопроводі подачі спирту в ємність 1 встановлений регулюючий клапан.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 16 |

2.2 Локальні контури управління за обраними параметрами

2.2.1 Локальний контур управління температурою куба в спиртовій колоні

Контур служить для підтримки температури в межах $102 - 107^{\circ}\text{C}$, для цього в спиртову колону встановлений датчик температури, а на трубопроводі подачі

пари, необхідного для підтримки температури, встановлений регулюючий клапан.

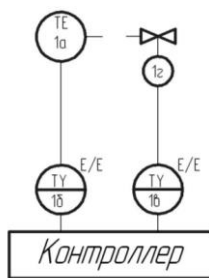


Рисунок 4 - Локальний контур управління температурою в спиртовій колоні

2.2.2 Локальний контур управління температурою на виході холодильника

Контур дозволяє підтримувати температуру в межах $74 - 78^{\circ}\text{C}$, що забезпечує нормальне закінчення процесу регенерації і отримання спирту з необхідними характеристиками.

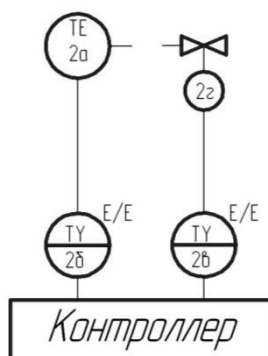


Рисунок 5 - Локальний контур управління температурою на виході холодильника

2.2.3 Локальний контур тиску подачі лугу в напірні баки

Контур дозволяє підтримувати тиск в межах $0.19 - 0.21$ МПа, що сприяє нормальному протіканню технологічного процесу. Так само перевищення зазначених меж тиску може привести до аварійної ситуації. З метою підтримки тиску встановлено насос, яким необхідно керувати.

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

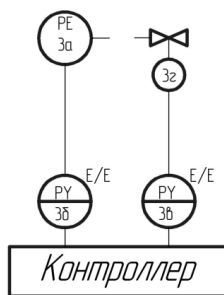


Рисунок 6 - Локальний контур управління тиском в напірному баці

2.2.4 Локальний контур управління рівнем луги в напірних баках

Контур дозволяє фіксувати граничний рівень лугу в напірному баку, який становить 1000 мм, а також підтримувати рівень необхідний для нормального протікання технологічного процесу, який в свою чергу становить 620 мм. Для уникнення переливу рідини і підтримання необхідного рівня в напірному баку встановлений рівнемір і на трубопровід подачі рідини з напірного бака встановлений насос, яким потрібно керувати.

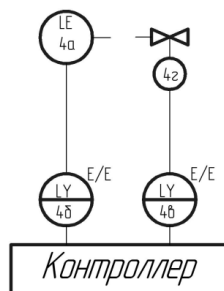


Рисунок 7 - Локальний контур управління рівнем луги в напірних баках

З метою візуального відображення критичних станів введемо схему сигналізації відповідних параметрів:

Сигналізація перевищення допустимої температури в верхній частині колони.

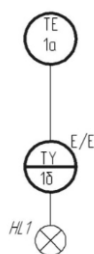


Рисунок 8 - Структурна схема сигналізації перевищення допустимої температури в верхній частині спиртової колони

Сигналізація перевищення допустимих значень температури на тарілці живлення колони.

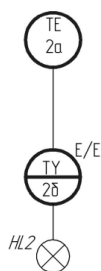


Рисунок 9 - Структурна схема сигналізації перевищення допустимої температури на тарілці живлення колони

Сигналізація перевищення допустимого тиску при подачі лугу до напірних баків.

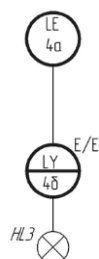


Рисунок 10 - Структурна схема сигналізації перевищення допустимого тиску при подачі лугу до напірних баків

На підставі локальних контурів і схем сигналізації побудована функціональна схема автоматизації процесу регенерації спирту.

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

До засобів автоматизації відносяться датчики основних технологічних параметрів, виконавчі механізми (пристрої) та допоміжні прилади.

3.1 Вибір датчиків

3.1.1 Вибір датчика температури

Існує кілька способів вимірювання температури. Температуру можна виміряти за допомогою таких засобів:

- термометрів розширення;
- манометричними термометрами;
- пірометрами;
- термометрами опору;
- термоелектричними термометрами.

Перші два способи не підходять через невеликі межі вимірювання, складності дистанційної передачі сигналу від місця відбору сигналу до щита оператора. Пірометри не годяться, тому що можна тільки контролювати параметр, але немає можливості його регулювати, а також пірометри застосовуються для вимірювання високих температур. Четвертий і п'ятий способи вимірювання підходять. Розглянемо два датчики температури і виберемо найбільш підходящий для даного завдання.

Перший варіант датчика

Термометр опору платиновий ТСП 001. ДДЖ 2.821.000

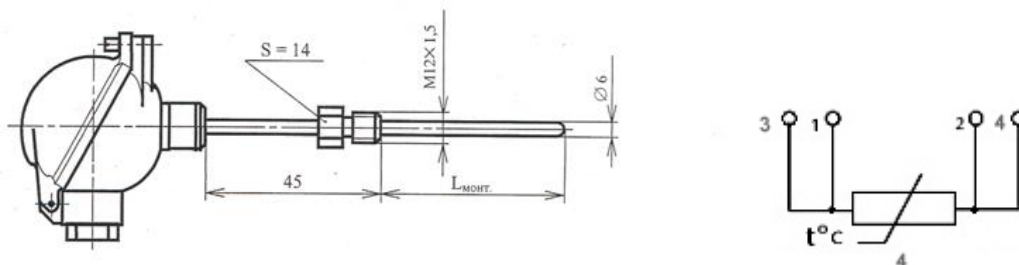


Рисунок 11 - Основні розміри термоперетворювача ТСП 001 і схема з'єднання чутливого елемента

| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

Таблиця 1 - Основні технічні характеристики ТСП 001

| Критичний параметр | Значення |
|--|--|
| Діапазон вимірюваних температур, °С | 0 ... + 200 |
| Номинальна статична характеристика перетворення | 100П; Pt100; Pt500 |
| Ставлення опору при 100 °С до опору при 0 °С (W100) | 1,391; 1,385 |
| Межа основної абсолютної похибки, °С для класу А для класу В | ± [0.15 + 0.002 (t)] ± [0.30 + 0.005 (t)] |
| Група виброустойчивости по ГОСТ 12997 | N2 |
| Робочий тиск вимірюваного середовища, МПа модель 1, 2 / модель 3 з гільзою | 6,3 / 2,0 |
| Вимірювальний струм не більше, мА для 100П, Pt100 / Pt500 | 3,0 / 1,0 |
| Вид кліматичного виконання по ГОСТ 15150 | У3 |
| Ступінь захищеності від зовнішніх впливів | IP54 |
| Міжповірочний інтервал, років | 2 |
| Матеріал захисної гільзи | 12X18H10T |

Для порівняння розглянемо другий тип датчика.

Другий варіант датчика

Термоперетворювач ТСПУ - 0289

Термоперетворювач опору ТСПУ – 0289 має уніфікований вихідний сигнал, вибухозахищений. Призначений для вимірювання температури шляхом перетворення її в уніфікований вихідний сигнал постійного струму.

Вимірює температуру газоподібних, рідких, твердих і сипучих речовин. Діапазон робочих температур лежить в межах від 0 до 200 °С, вихідний сигнал 4-20 мА.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 21 |

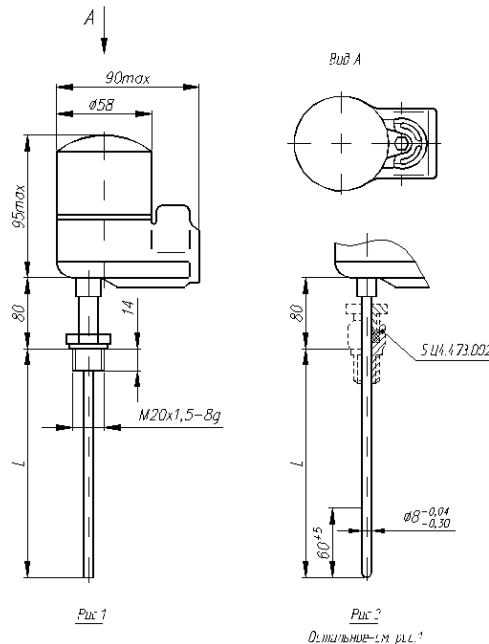


Рисунок 12 – Зовнішній вигляд та основні розміри датчика ТСПУ – 0289

Другий тип датчика більш підходить для вимірювання на цій ділянці виробництва.

Переваги: ТСПУ – 0289 має уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА; діапазон температур ближчий до вимірюваної температури; вибухозахищений; дешевше.

3.1.2 Вибір датчика рівня

Для контролю рівня в напірних баках та ємностях розглянемо наступні датчики.

Перший варіант датчика

Сигналізатор рівня ємнісний РОС101.



Рисунок 13 - Сигналізатор рівня ємнісний РОС101

Датчик-реле рівня РОС 101 021І призначений для контролю рівня рідких, твердих (сипких) середовищ в різних технологічних резервуарах і сховищах в

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

стаціонарних. Параметри контрольованого середовища: температура від мінус 100 до плюс 100 °С, робочий тиск 2,5 МПа, конструктивне виконання стрижневе ізольоване.

У датчиках-реле за допомогою регулюючих елементів в передавальному перетворювачі забезпечується установка рівня і диференціала спрацьовування в межах робочої зони чутливого елемента, за допомогою зміни положення перемички забезпечується зміна виду сигналізації «наявності» або «відсутність» контрольованого середовища, за допомогою елементів світлової індикації забезпечується контроль функціонування і індикація досягнення встановленого рівня.

Датчик-реле складається з первинного перетворювача (ПП) з чутливим елементом і передавального перетворювача (ППР).

Таблиця 2 - Основні технічні характеристики датчика-реле рівня РОС-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, P _{раб} , 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 |
| РОС-101-021 РОС-101-021И РОС-102-121 РОС-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 датчика

Рівнемір-регулятор буйковий пневматичний ОКП 42 1422 8088 ТУ 4214-008-12176419-96

Рівнемір-регулятор буйковий пневматичний УРБ-П, УРБ-ПМ призначені для роботи в системах автоматичного контролю, управління і регулювання параметрів виробничих технологічних процесів з метою видачі інформації у вигляді стандартного пневматичного сигналу про рівень рідини (УРБ-П) або межі розділу двох змішуються рідин (УРБ-ПМ), що знаходяться під вакууметричним, атмосферним або надмірним тиском.

Умови експлуатації: рівнемір експлуатується в умовах, встановлених для виконання УХЛ категорії 3.1 або ХЛ категорії розміщення 2 по ГОСТ 15150, але

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 23 |

для роботи при температурі навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 70 °С для виконань УХЛ і ХЛ і від мінус 10 до плюс 45 °С для виконання Т.

В лінії, що підводить до рівнемірів повітря живлення, повинні бути встановлені фільтр і стабілізатор тиску повітря.

Повітря живлення повинно бути підготовано за класом забрудненості 0 відповідно до ГОСТ 17433. За стійкістю до механічних впливів рівнеміри витримують вібрацію частотою (10 – 55) Гц з амплітудою не більше 0,035 мм.

Ступінь захисту рівнемірів від впливу пилу і води IP54 по ГОСТ 14254.

Деталі, що контактують з контрольованим середовищем, в залежності від її агресивності, виготовляються зі сталі 20 або сталі 12Х18Н10Т, що дозволяє забезпечити високу якість і надійність при тривалій експлуатації.

Вимоги техніки безпеки по ГОСТ 12997.

Таблиця 3 - Основні технічні характеристики рівнеміра-регулятора УРБ-П

| Умовні позначення і матеріали деталей | | Граничні значення діапазону вимірювання | Параметри вимірювання рідини | |
|---------------------------------------|-----------|---|---------------------------------|---|
| | | | Діапазон температур, °С | Гранично допустимий робочий надлишковий тиск, МПа |
| УРБ-П-1 | ст. 20 | 0,25; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; | -50 ... + 100 | 2,5; 4,0; 6,3; 10,0 |
| УРБ-П-2 | 12Х18Н10Т | 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0; 16,0 | -200 ...- 50 + 100 ... + 400 | |
| УРБ-ПМ1 | | 0,6; 0,8; 1,0; 1,6; 2,0; | -50 ... + 100 | 2,5; 4,0 |
| УРБ-ПМ2 | | 2,5; 3,0; | -200 ...- 50 + 100 ... + 400 | |

Датчик рівня РОС-101 більш підходить для вимірювання рівня рідини в напірних баках та ємностях. Оскільки його діапазон вимірювань найближчий до необхідних меж вимірювання. Отже вимірювання буде більш точним. РОС-101 має уніфікований вихідний електричний сигнал і конструктивно виконання більш зручне для кріплення на напірних баках та ємностях.

3.1.3 Вибір датчика тиску

Необхідно виміряти тиск подачі луги до напірних баків верхня межа вимірювання 0,5 МПа.

Виміряти тиск можна наступними засобами:

- деформаційними манометрами;
- грузопоршневими манометрами;
- електричними манометрами.

Перший і другий спосіб не підходить через неможливість дистанційної передачі сигналу. Електричні манометри підходять для даної задачі так як на виході у цього типу манометрів електричний сигнал який можна передати на відстань.

Перший варіант датчика

Датчик тиску EJX430A

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



Рисунок 14 - Датчик тиску EJX430A

Основні характеристики: похибка вимірювань $\pm 0,04$ % від шкали
Стабільність вимірювання $\pm 0,1$ % від верхньої межі вимірювання протягом 10 років.

Допускається повне зміщення нуля вниз (придушення нуля) або вгору (підняття нуля) в межах діапазону вимірювання капсули.

Максимальний робочий тиск капсула А – 3,5 МПа, капсула В – 16 МПа

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

Вихідний сигнал програмно може бути заданий лінійним або довільно сегментно лінеаризованим.

Час відгуку 95 мсек.

Температура процесу -40 ... 120 °С

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 25 |

Температура навколишнього середовища

-40 ... 85 °С (без індикатора)

-30 ... 80 °С (з індикатором)

Живлення 10,5 ... 42 В постійного струму

Матеріал, що контактує із середовищем, стандартно: мембрана - Hastelloy C-276

інше - нержавіюча сталь 316L SST

Конструктивне виконання стандартне: IP67

іскробезпечне: (ЕЕхІаІІСТ5)

вибухонепроникне: (ЕЕхdІІСТ4, Т5, Т6)

Міжповірочний інтервал - 3 роки.

Другий варіант датчика

Датчик тиску «Сафір»

Датчик тиску «Сафір» призначений для безперервного перетворення абсолютного або надлишкового тиску і (або) розрядження рідин і газів, а також різниці тисків в уніфікований електричний сигнал постійного струму 4 - 20 мА. Датчики можуть застосовуватися при контролі, регулюванні і управлінні технологічними процесами.



Рисунок 15 - Перетворювач надлишкового тиску «Сафір»

Датчики тиску «Сафір» призначені для вимірювання надлишкового та абсолютного тиску, розрядження і тиску розрядження, різниці тисків і

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 26 |

гідростатичного тиску рідких та газоподібних середовищ і перетворення вимірних величин в уніфікований сигнал постійного струму.

Застосовуються під час автоматизації та контролі технологічних процесів в енергетиці, машинобудуванні, металургії, газової, нафтової, хімічної та інших галузях промисловості, при обліку, в тому числі комерційному, рідин і газів, у системах захисту і безпеки

Датчик призначений для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами в різних галузях промисловості, міського господарства та забезпечують безперервне перетворення вимірюваного параметра – розрідження, надлишкового тиску, тиску-розрідження, різниці тисків нейтральних і агресивних, газоподібних і рідких середовищ в електричний уніфікований струмовий вихідний сигнал дистанційної передачі. Межі вимірювань: тиску-розрідження від (-5: 0: 5) до (-100: 0: 530) кПа; гідростатичного тиску від (0: 1,6 до (0: 250) кПа; різниці тисків від (0: 0,16) до (0: 630) кПа

Датчик тиску «Сафір» більш підходить для вимірювання тиску в даному процесі, оскільки як має ближчу межу вимірювання і тому вимір буде більш точним; має меншу вартість; конструктивне виконання більш зручне для кріплення на ферментер.

3.1.4 Вибір датчика витрат

Ротамерт електричний вибухозахищений РЕВ - 0.63 призначений для вимірювання витрати рідини. Межі вимірювання 0 – 15 м³/с. Вихідний сигнал 0..10 мГн.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 27 |



Рисунок 16 - Зовнішній вигляд ротаметру РЕВ – 0.63

Ротаметр РМ-А-1. Ротаметри цього типу призначені для вимірювання об'ємної витрати плавно мінливих однорідних потоків чистих і слабо забруднених рідин, повітря і газів (за умови індивідуального градуювання на даному газі). Верхня межа вимірювань по повітрю 0,0063 м³ / ч. Параметри вимірюваного середовища: від 5 до 50 °С, робочий тиск до 0,6 МПа.

3.1.5 Вибір манометрів

Манометр ДМ 2005 Сг1Ех призначений для вимірювання надлишкового та вакууметричного тиску різних середовищ і управління зовнішніми електричними ланцюгами.

Він сигналізує пристрою прямої дії шляхом включення і виключення контактів в схемах сигналізації, автоматики і блокування технологічних процесів. Верхня межа вимірювань 0,4 МПа.



Рисунок 17 – Зовнішній вигляд манометру ДМ 2005 Сг1Ех

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 28 |

Мановакууметр МТІ 1216 призначені для вимірювання вакууму і тиску агресивних, гарячих кристалізуючих середовищ. Верхня межа вимірювання МТІ 1246 0..10 МПа, МТІ 1216 від мінус 0,1 до плюс 2,4 МПа.



Рисунок 18 – Зовнішній вигляд мановакууметру ДМ 2005 Cr1Ex

3.1.6 Вибір виконавчих пристроїв

Основні функції управління, реалізуються на основі підбору необхідних технічних засобів.

Головним завданням вибору технічних засобів є перевірка сполучення каналів управління контролера з приводами.

Порівняльний аналіз електричних приводів:

Варіант перший. Привід електричний багатооборотний ПЕМ-Б1.

Привід призначений для дистанційного і місцевого управління запірної трубопровідною арматурою, встановлюються безпосередньо на арматурі. Робоче положення приводу будь-яке.

Основні вузли приводу: електродвигун, ручний привід, блок кінцевих вимикачів БКВ, двосторонній обмежувач крутного моменту. Блок кінцевих вимикачів БКВ забезпечує сигналізацію і (або) блокування вихідного валу приводу в крайніх або проміжних положеннях.

Призначення двостороннього обмежувача моменту:

- автоматичне відключення приводу при досягненні запірним органом арматури кінцевих (закрито, відкрито) і (або) будь-яких проміжних положень при досягненні заданого крутного моменту на вихідному валу;

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | 29 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | | | | |

- забезпечення початку руху запірному органу з крайнього положення з максимальним обертовим моментом завдяки наявності блокуючих кулачків (запобігає відключення електродвигуна в межах налаштування величини ходу вихідного валу).

Таблиця 4 - Основні технічні характеристики ПЕМ-Б1

| виконання приводу | Діапазон настройки крутного моменту на вихідному валу, Н.м | Число оборотів вихідного вала. | | Частота обертання вихідного валу, об / хв | Потужність електро-двигуна, не більше, Вт | Вид і розмір вихідного валу, мм |
|-------------------|--|--------------------------------|----------|---|---|---------------------------------|
| | | min, об. | max, об. | | | |
| ПЕМ-Б1 | 100-300 | 1 | 6 | 25 | 550 | 58 |

Варіант другий. Поворотний затвор InterApp Desponia D10100.33-2AR.4A.4CO.EC DN100 PN16

Пристрій виконавчий клапан дисковий, поворотний, тип D10050.33-2AR.4A.4CO.N з приводом електрично вибухозахищеним VRX75.70A.G00 призначене для регулювання рідин, парів і газів.

Поворотні затвори InterApp Desponia призначені для герметичного перекриття потоку робочого середовища в трубопроводах. Затвори широко застосовуються в різних галузях промисловості і на комунальних підприємствах.

Затвори випускаються в між фланцевому виконанні (вафельного типу) і поставляються з голим штоком. Управління затворами може здійснюватися за допомогою ручних важелів і редукторів, електро- або пневмоприводів, які встановлюються на шток і кріпляться на монтажний фланець, виконаний за ISO 5211.

Корпус затвора випускається з ковкого чавуну EN-GJS-400-15, диск - з нержавіючої сталі 1.4408, сідло - з EPDM НТ (високотемпературний - до +130 °С). Також для виробництва затворів можуть бути використані інші матеріали. Максимальний робочий тиск - 16 бар, приєднання - міжфланцеве по DIN PN16.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | | 30 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | | | | | |

Клас герметичності затворів - А, затвори випробовують на герметичність за стандартом EN 12266-1 / P12.



Рисунок 19 – Зовнішній вигляд пристрою виконавчого клапан дискового, поворотного, тип D10050.33-2AR.4A.4CO.N

Обираємо пристрій виконавчий клапан дисковий, поворотний, тип D10050.33-2AR.4A.4CO.N тому що він оснащений приводом електрично вибухозахищеним VRX75.70A.G00

3.1.7 Вибір допоміжних приладів

Бар'єри іскробезпеки призначені:

- для живлення двопровідних перетворювачів, розташованих у вибухонебезпечній зоні;
- для застосування в якості джерел живлення двопровідних перетворювачів, які розташовані у вибухонебезпечній зоні, а також для перетворення сигналу постійного струму в уніфікований сигнал 4-20 мА, 0-5 мА, 0- 20мА;
- для цифрової індикації технологічних параметрів (температури, тиску, витрати і так далі), заданих вхідним сигналом постійного струму та значень уставок;
- для сигналізації досягнення технологічними параметрами значень, заданих уставками верхньої і нижньої межі.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 31 |

Бар'єри можуть бути використані в якості блоку гальванічного розділення з метою вимірювання і регулювання з сигналами постійного струму (0-5) мА, (0-20)мА або (4-20) мА.

Бар'єри мають виконують з видом вибухозахисту "Іскробезпечний електричний ланцюг" рівня "іа", вони мають маркування вибухозахисту "Exiallc" відповідно до ГОСТ 22782, 5-78 і призначені для установки у вибухобезпечних зон приміщень і зовнішніх установок.

В якості бар'єра іскробезпеки обираємо МТМ 501, оскільки він повністю відповідає вищезгаданим вимогам.



Рисунок 20 – Зовнішній вигляд бар'єру іскробезпеки МТМ 501

Перетворювач сигналу диференційно-трансформаторного датчика П-ДТ призначений для перетворення вхідного сигналу 0..10 мГн, в уніфікований струмовий сигнал 4..20 мА.

Живлення:

Напруга - ~ 220В;

Частота - від 48 до 62Гц;

Споживана потужність - не більше 6Ва.

Вхідний сигнал:

Вид - зміна взаємоіндуктивності ДТД в межах від 0 до + 10мГн.

Вихідні сигнали:

Вид - 0-5мА, 0-20мА, 4-20мА постійного струму за вибором.

Джерело напруги:

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 32 |

Вид - змінний струм трикутної форми;

Частота - 400Гц;



Рисунок 21 – Зовнішній вигляд перетворювача сигналу диференційно-трансформаторного датчика П-ДТ

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 33 |

4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

До складу системи MATLAB входить пакет моделювання динамічних систем Simulink. Даний пакет має широкі можливості для реалізації методів теорії автоматичного регулювання при дослідженні динаміки автоматичних систем.

Тому з метою математичного моделювання нашої системи, ми скористаємося пакетом Simulink.

4.1 Дослідження і настройка контуру регулювання

Завданням досліджуваної системи регулювання є підтримання постійної температури в кубі ректифікаційної колони з корекцією по температурі верху колони.

Необхідність регулювання пояснюється тим, ця температура має суттєвий вплив на процес регенерації спирту. Цим же фактом визначаються і основні вимоги, що пред'являються до швидкодії і точності контура регулювання: пари спирту на виході колони повинні бути нагріті до температури 102 — 107 °С.

Регулювання з корекцією по температурі полягає в тому, що задане значення температури куба колони обчислюється в кожному циклі роботи програми управління. Методика обчислення враховує зміну температури пари (використовується лінійна залежність).

Оскільки при проведенні досліджень реальний керуючий вплив замінюється одиничним ступінчастим сигналом, урахування факту корекції не потрібно [11], і всі результати, отримані для прийнятої системи, будуть справедливими і для вихідної.

4.1.1 Функціональна схема контуру регулювання

Функціональна схема контуру регулювання представлена на рисунку 22.

Об'єктом управління є регулюючий клапан (RN-2 на функціональній схемі); його вихідним параметром є прохідний перетин клапана. Ділянка трубопроводу, що з'єднує клапан з датчиком тиску, здійснює передачу середовища і її тиску, перетворюючи $S(t)$ в $P(t)$. $P(t)$ є вхідним сигналом для датчика температури (PE 59-1).

Сигнал з датчика $Y(t)$, надходить в акумулятор, де порівнюється з обчисленим заданою дією $Y_{зад}(kT(t))$.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 34 |

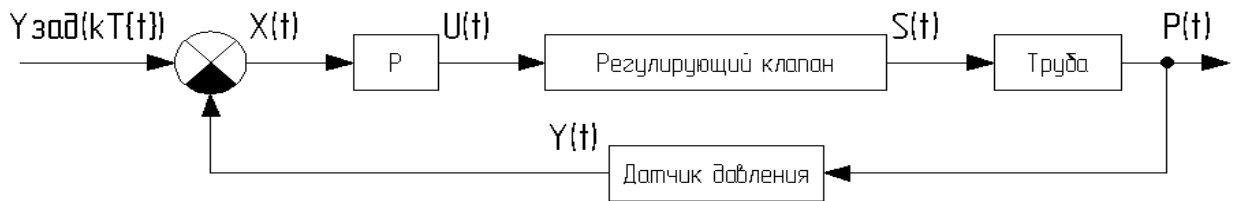


Рисунок 22 - Функціональна схема контуру регулювання

В результаті порівняння формується помилка $X(t)$, яка надходить в логічну частину ПД-регулятора. На виході регулятора формується керуючий сигнал $U(t)$, що визначає ступінь відкриття клапана.

Особливість отриманої схеми – наявність негативного зворотного зв'язку виходу системи регулювання з її входом, який служить для вимірювання результату дії системи. Причому зворотний зв'язок не є одиничним.

4.1.2 Опис елементів передавальними функціями

Опишемо кожен елемент функціональної схеми передавальною функцією. Будемо вважати, що суматори, які використовуються в схемі, ні на що впливають, тобто мають одиничні передавальні функції.

– Датчик температури.

На лінії подачі пари встановлений інтелектуальний датчик. У технічній документації на датчик [2] зазначено, що датчик має властивості інерційної ланки, з часом відгуку сенсорного модуля $T_c = 0,043$ с. Додатково, в датчику встановлено час демпфірування $T_d = 1$ с, необхідний для усунення впливу пульсацій при подачі пари. Час демпфірування додається до часу відгуку сенсора, тобто загальний час відгуку датчика:

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

Вбудований процесорний блок датчика дозволяє коригувати власну нелінійність і вплив зовнішніх факторів, що впливають.

Таким чином датчик температури можна уявити типовою інерційною ланкою:

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

Коефіцієнт $k_{дд}$ визначимо, виходячи з умов: мінімальному тиску мазуту $P_{min} = 1$ МПа ($1 \cdot 10^6$ Па) відповідає вихідний сигнал датчика $Y_{min} = 4$ мА ($0,004$ А), а

максимальному - $P_{\max} = 3 \text{ МПа} (3 \cdot 10^6 \text{ Па})$ відповідає вихідний сигнал датчика $Y_{\max} = 20 \text{ мА} (0,02 \text{ А})$. тоді:

$$k_{od} = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} = \frac{0,020 - 0,004}{(3-1) \cdot 10^6} = 8 \cdot 10^{-9} \quad (4.3)$$

Підставивши (4.1) і (4.3) в (4.2), отримаємо передавальну функцію в чисельному вигляді:

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

– Труба.

Беручи до уваги малу довжину труби між регулюючим клапаном і датчиком температури, не враховуємо можливе транспортне запізнювання і падіння тиску в трубі. Виходячи з цього, будемо розглядати трубу типовою підсилювальною ланкою з коефіцієнтом посилення, рівним одиниці:

$$W_m(p) = 1$$

– Регулюючий клапан.

Для регулювання температури використовується пневматичний регулюючий клапан Samson 241, що поставляється в комплекті з сервоприводом Samson 3277 і інтелектуальним електропневматичним позиціонером Samson 3780.

Відзначимо, що всі навісне обладнання встановлюється і тестується на заводі-виробнику для параметрів, що вказуються в опитувальному аркуші на клапан, оскільки визначення властивостей клапана є складним завданням, розв'язуваної для конкретної конфігурації клапана.

Для обраного обладнання і параметрів процесу, відповідно до характеристиками, наведеними в [20], можна розглядати клапан як типову коливальну ланку з постійними часу: $T_{1кл} = 0,28 \text{ с}$; $T_{2кл} = 0,45 \text{ с}$.

Таким чином передавальна функція клапана:

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

Коефіцієнт $k_{кл}$ визначимо, виходячи з умов: мінімального сигналу $U_{\min} = 4 \text{ мА} (0,004 \text{ А})$ на вході позиціонера відповідає тиск середовища на виході клапана

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 36 |

$S_{\min} = 1 \text{ МПа}$ ($1 \cdot 10^6 \text{ Па}$), а максимальному - $U_{\max} = 20 \text{ мА}$ ($0,02 \text{ А}$), відповідає тиск $S_{\max} = 3 \text{ МПа}$ ($3 \cdot 10^6 \text{ Па}$). тоді:

$$k_{\text{кл}} = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}} = \frac{(3-1) \cdot 10^6}{(20-4) \cdot 10^{-3}} = 1,25 \cdot 10^8 \quad (4.5)$$

Підставивши (4.5) в (4.4) з урахуванням $T_{1\text{кл}} = 0,28 \text{ с}$; $T_{2\text{кл}} = 0,45 \text{ с}$, отримаємо передавальну функцію клапана в чисельному вигляді:

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

– ПІД-регулятор.

Функції регулятора виконує контролер. Будемо розглядати спрощений спосіб вирішення завдання регулювання з використанням методів лінійних систем, оскільки центральний процесор контролера володіє високою швидкістю (не враховуємо дискретність управління).

ПІД-регулятор вимагає при налаштуванні завдання 3-х параметрів: коефіцієнта підсилення пропорційного каналу k_p , коефіцієнта підсилення інтегрального каналу k_i і коефіцієнта підсилення диференціального каналу k_d .

Оскільки до складу регулятора входить ланка другого порядку, запишемо:

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

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

Записати вираз (4.6) в чисельному вигляді поки неможливо, тому що T_{1P}^2 і T_{2P} — невідомі параметри, які визначаються через настройки регулятора.

4.1.3 Структурна схема контуру регулювання

На основі функціональної схеми складемо структурну схему контуру регулювання температури:

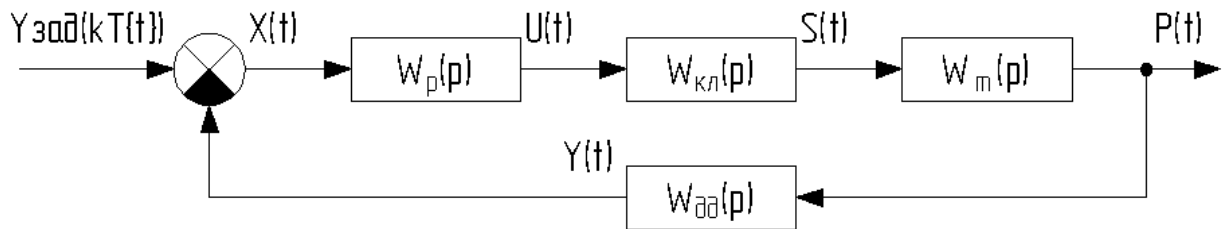


Рисунок 23 - Структурна схема контуру регулювання

Для використання методів теорії автоматичного управління потрібна наявність замкнутої структури, тобто необхідно привести вихідну структурну схему до структури з одиничною зворотним зв'язком.

Перетворення здійснимо шляхом перенесення суматора, а фіктивну ланку відкинемо, оскільки при описі неважливо яким чином отримано $P_{зад}(t)$.

Структурна схема після перетворення зображена на рисунку 24:

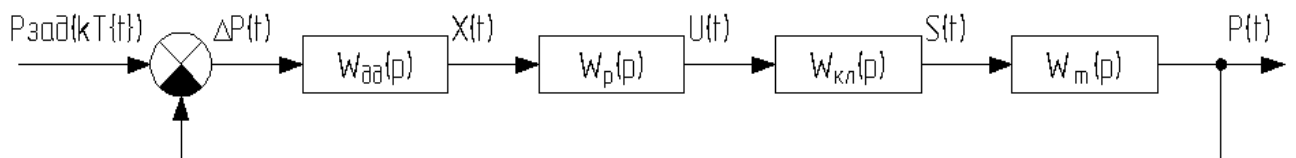


Рисунок 24 - Структурна схема контуру регулювання після перетворення

Запишемо в умовних позначеннях ланок конкретні вирази їх передавальних функцій в числовому вигляді (де це можливо). Остаточна структурна схема представлена на рисунку 25:

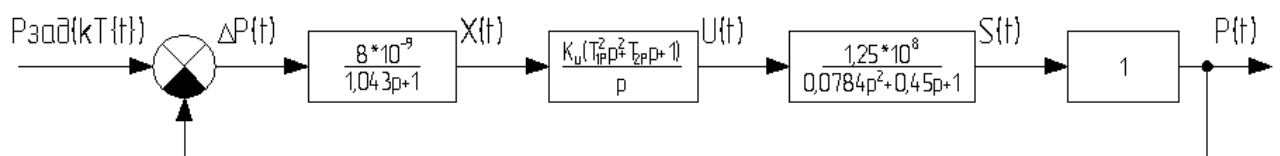


Рисунок 25 - Остаточна структурна схема контуру регулювання

4.1.4 Дослідження контуру регулювання

Дослідження системи будемо вести в системі MATLAB, в пакеті моделювання динамічних систем Simulink, призначеного для вирішення задач аналізу і синтезу систем автоматичного регулювання.

Simulink має широкі можливості для реалізації методів теорії автоматичного управління при дослідженні динаміки автоматичних систем. Досліджувана система задається у вигляді структурної схеми, що набирає з типових ланок, наявних в бібліотеці Simulink.

Під час використання методів аналізу Simulink виробляє для заданої структури розрахунок передавальної функції, частотних характеристик і перехідного процесу, видає результати розрахунку у вигляді графіків.

Для дослідження системи, вводимо отриману структурну схему (рисунок 25) системи в вікно моделі, перетворюючи її у відповідності з вимогами програми (рисунок 26):

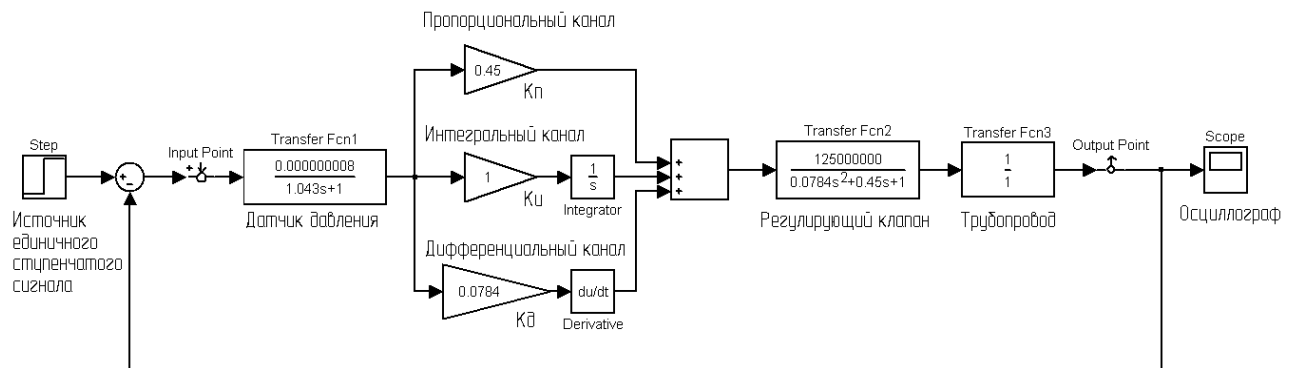


Рисунок 26 - Структурна схема в MATLAB

Для усунення негативного впливу коливальної характеристики клапана на якість системи найбільш раціонально буде вибрати такі параметри регулятора, які будуть подібні до установок двигуна, тобто:

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

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

За таких налаштувань вираз в дужках чисельника передавальної функції регулятора і вираз в знаменнику передавальної функції клапана скорочуються, чим і забезпечується компенсація коливальних властивостей клапана.

На першому етапі дослідження для визначеності прийемо коефіцієнт посилення інтегрального каналу регулятора рівним $K_i = 1$, тоді з (4.7) і (4.8):

$$K_n = 0,45;$$

$$K_d = 0,0784.$$

Графік перехідного процесу для вихідних налаштувань ПІД-регулятора представлений на рисунку 27:

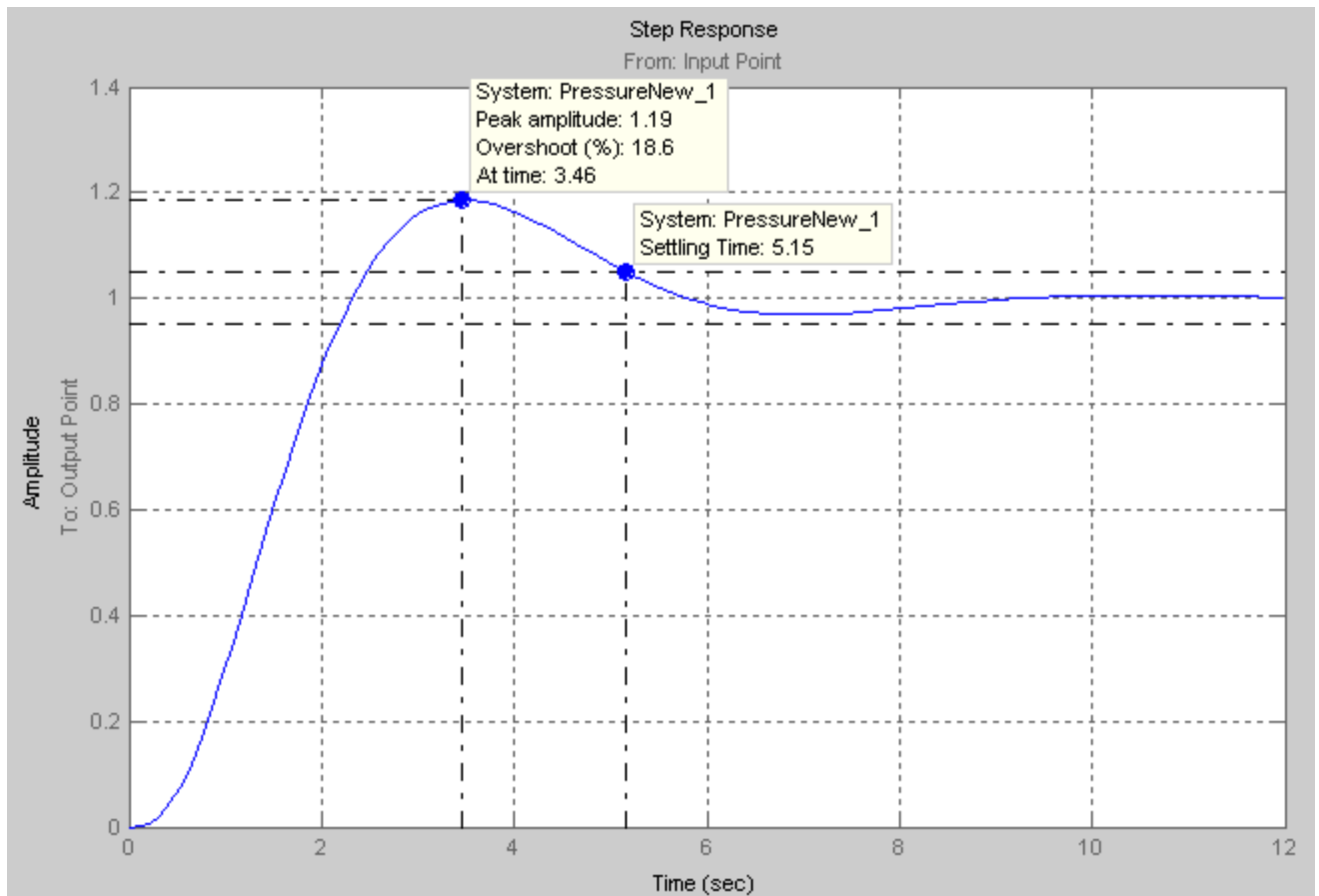


Рисунок 27 - Графік перехідного процесу для вихідних налаштувань ПІД-регулятора. Видно, що система вийшла стійкою з коливальним перехідним процесом.

Тривалість перехідного процесу $t_{пп} = 5,15$ с (час регулювання $t_{пг}$ визначається як час, що минув від початку перехідного процесу до моменту встановлення на виході системи значення параметра, що відрізняється не більше, ніж на 5% від сталого значення). Перерегулювання становить 18,6%, статична помилка дорівнює нулю (присутня інтегральна складова).

Аналізуючи отримані результати, робимо висновок: хоча отримана система і є стійкою, якість процесу – незадовільна. При використанні ПІД-регулятора можна отримати кращу якість (забезпечити аперіодичний перехідний процес, або зменшити перерегулювання до рекомендованих значень, <15%) якщо вдасться підібрати відповідні налаштування регулятора.

Будемо шукати оптимальні настройки регулятора з використанням логарифмічних частотних характеристик.

Для побудови ЛАХ і ЛФХ системи, задаємо точки входу/виходу в структурі моделі і розриваємо ланцюг зворотного зв'язку.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | 40 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | |

ЛЧХ досліджуваної моделі при вихідних налаштуваннях регулятора показані на рисунку 28 (криві L1 (ω) і $\varphi_l(\omega)$ (PressureNew_1 на графіках Magnitude і Phase)):

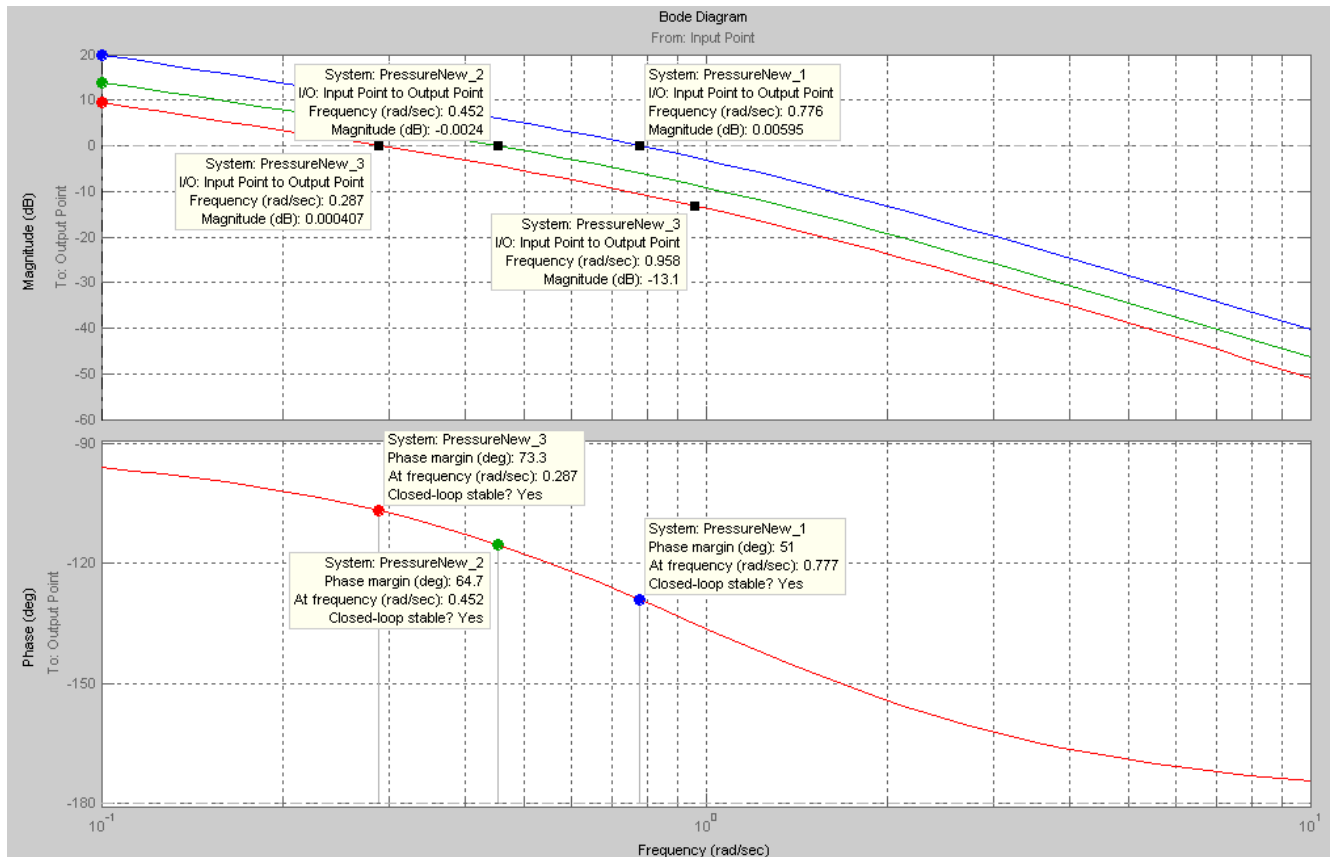


Рисунок 28 - ЛЧХ досліджуваної моделі при вихідних налаштуваннях регулятора

Примітка:

т. А відповідає частоті сполучення $\omega_c = 1/T_{ДД} = 0,958$;

т. В, С, D - частоти зрізу при відповідних налаштуваннях регулятора;

т. Е, F, G - значення ЛФХ при відповідних налаштуваннях регулятора.

З рисунка 28 видно, що загальний вид ЛЧХ при початкових налаштуваннях регулятора – оптимальний.

Залишається обрати коефіцієнт посилення системи, користуючись правилами:

- по-перше, в межах частоти зрізу не менше 0,6 декади в обидві сторони нахил ЛАХ повинен становити – 20 дБ – в цьому випадку перехідний процес буде аперіодичним;

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

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

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

Відзначимо, що при зміні крива $L_1(\omega)$ буде переміщатися вгору або вниз паралельно самій собі, $\varphi_1(\omega)$ залишається незмінною. Варіюючи криву, можна з $L_1(\omega)$ отримати таку $L_{opt}(\omega)$, яка буде мати найбільш оптимальний вид, тобто відповідати більш високій якості перехідного процесу.

Для вихідних налаштувань ПД-регулятора ЛЧХ мають наступні характеристики: $\omega_c < \omega_l$ - система стійка; ω_c лежить на ділянці з нахилом -20 дБ / дек; запас стійкості системи по фазі $\varphi_z = 51^\circ$; $L_z \rightarrow -\infty$ дБ, оскільки $\varphi_1(\omega)$ не перетинає пряму -180° . Видно, що єдина умова, яка не виконується - в околицях частоти зрізу в межах не менше 0,6 декади в обидві сторони нахил ЛАХ повинен становити 20 дБ / дек. Для виконання цієї вимоги потрібно зменшити K_i .

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

$$K_n = 0,225;$$

$$K_d = 0,0392.$$

За таких налаштувань, ЛЧХ регулятора показані на рисунку 28 - криві $L_2(\omega)$ і $\varphi_2(\omega)$ (PressureNew_2 на графіках Magnitude і Phase). Видно, що для ω_c все ще не забезпечується відстань 0,6 дек до точки перегину.

Візьмемо $K_i = 0,3$, тоді:

$$K_n = 0,135;$$

$$K_d = 0,02352.$$

ЛЧХ для даних налаштувань представлені на рисунку 28 кривими $L_3(\omega)$ і $\varphi_3(\omega)$ (PressureNew_3 на графіках Magnitude і Phase). В даному випадку виконуються всі вимоги для отримання оптимального, з точки зору якості, перехідного процесу.

Перехідні процеси для всіх прийнятих налаштувань регулятора представлені на рисунку 29.

Оцінку якості налагодженої системи виробляємо за графіком перехідного процесу і по логарифмічним характеристикам (криві $L_3(\omega)$ і $\varphi_3(\omega)$ на рисунку 29):

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| | | | | | | | | | | 42 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | |

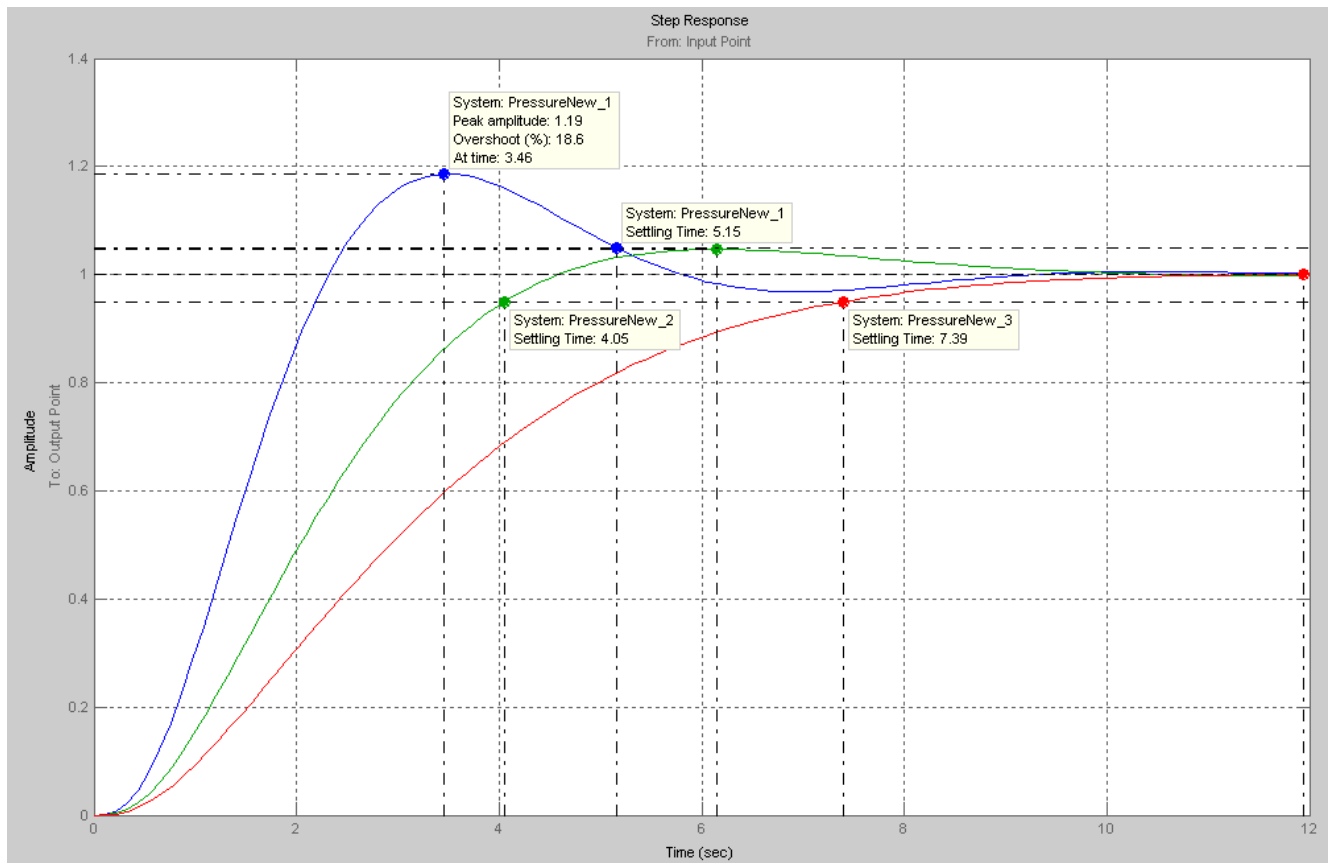


Рисунок 29 - Перехідні процеси для всіх прийнятих налаштувань регулятора

Час регулювання $t_{пп}$ знаходимо за графіком перехідного процесу (малюнку 6.8 крива PressureNew_3): $t_{пп} = 7,39$ с.

Запас стійкості системи по фазі: $\varphi_3 = 64,7^\circ$.

Запас стійкості по амплітуді: $L_3 \rightarrow -\infty$ дБ.

4.1.5 Висновки за результатами дослідження

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

Для такого процесу величина перерегулювання дорівнює нулю. Система має надлишковий запасом стійкості по амплітуді і по фазі, оскільки для систем задовільної якості запас по фазі лежить в межах $(20 \dots 50)^\circ$, а запас по амплітуді не повинен бути менше 15 дБ (по модулю). Для отриманої системи маємо перевищення даних значень, що означає лише недовикористання властивостей системи. Таким чином, вважаємо, що система задовольняє всім вимогам, що пред'являються до стійкості і швидкодії.

Налаштування контура регулювання представлена на рисунку 30:

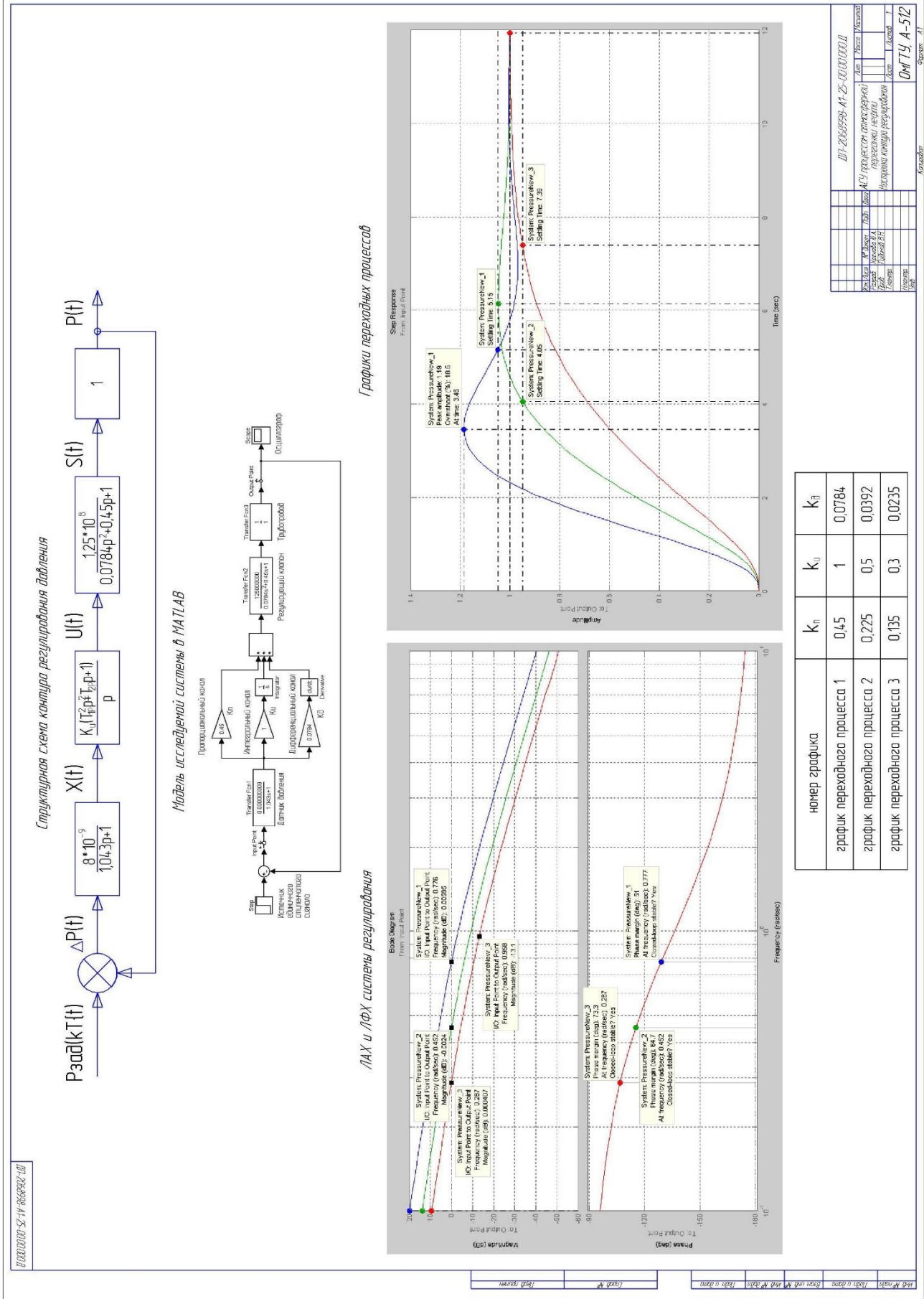


Рисунок 30 - Налаштування контуру регулювання

5 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ

Опис алгоритму роботи системи

У загальному вигляді система працює за алгоритмом, представленим на рисунках 31, 32.

Після включення живлення система перевіряє працездатність всіх пристроїв, і потім, в разі несправності система виведе повідомлення про несправності, після чого буде очікувати подальших дій оператора.

У разі вдалої перевірки система виконує ініціалізацію всіх пристроїв і чекатиме команди старту роботи. Після надходження команди старту запускається програма запуску системи. Мета цієї програм – уникнення аварійних ситуацій під час пуску, а також уникнути викиду в атмосферу шкідливих речовин в початковий момент роботи.

Коли програма запуску виконає повний запуск системи, система перемикається на основну програму, за якою і продовжує працювати

Програма перевірки працездатності

В алгоритмі перевірки працездатності є такий порядок дій:

Спочатку система виводить запит готовності контролера і чекає відповіді протягом деякого часу, до спрацьовування сторожового таймера.

Якщо контролер не відповідає протягом цього часу, то робиться висновок, що система несправна, якщо ж контролер відповідає на запит, то система переходить до перевірки модулів виводу, послідовно відправляючи запити кожному з них і очікуючи на відповідь.

Якщо хоча б один пристрій не відповідає, система робить висновок про несправність. Якщо всі модулі вводу/виводу справні, то система переходить до перевірки датчиків, як і в попередньому випадку посилаючи запити і чекаючи відповідь.

У разі якщо всі пристрої і датчики справні, система виходить з програми.

Програма запуску системи

Алгоритм запуску системи необхідний для того, що б уникнути аварійних ситуацій, браку продукції, а також для економії енергії. В першу чергу система

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 45 |

перевіряє стан ферментера. Після підготовки апаратів система готова до повного запуску і входить в робочий режим.

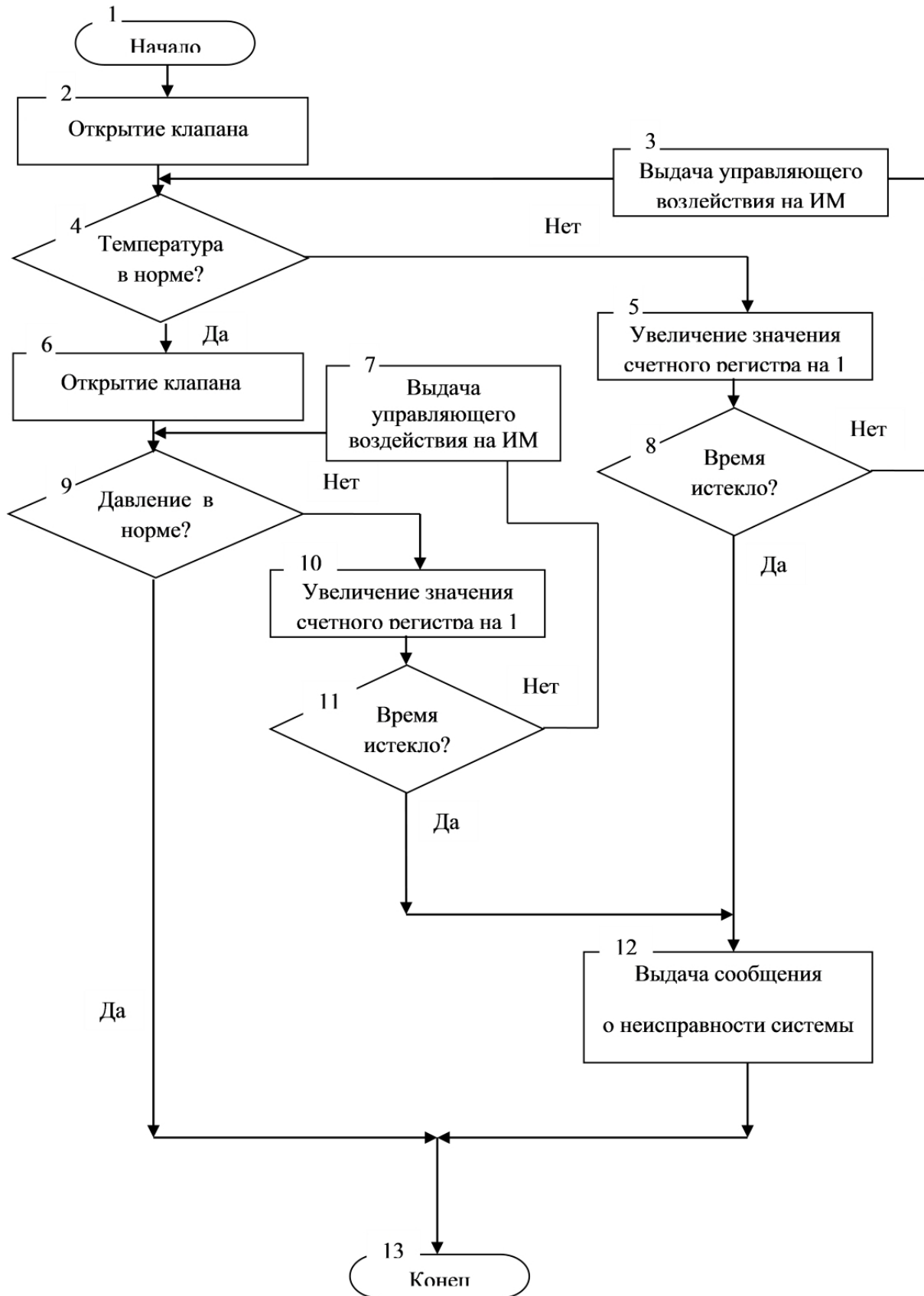
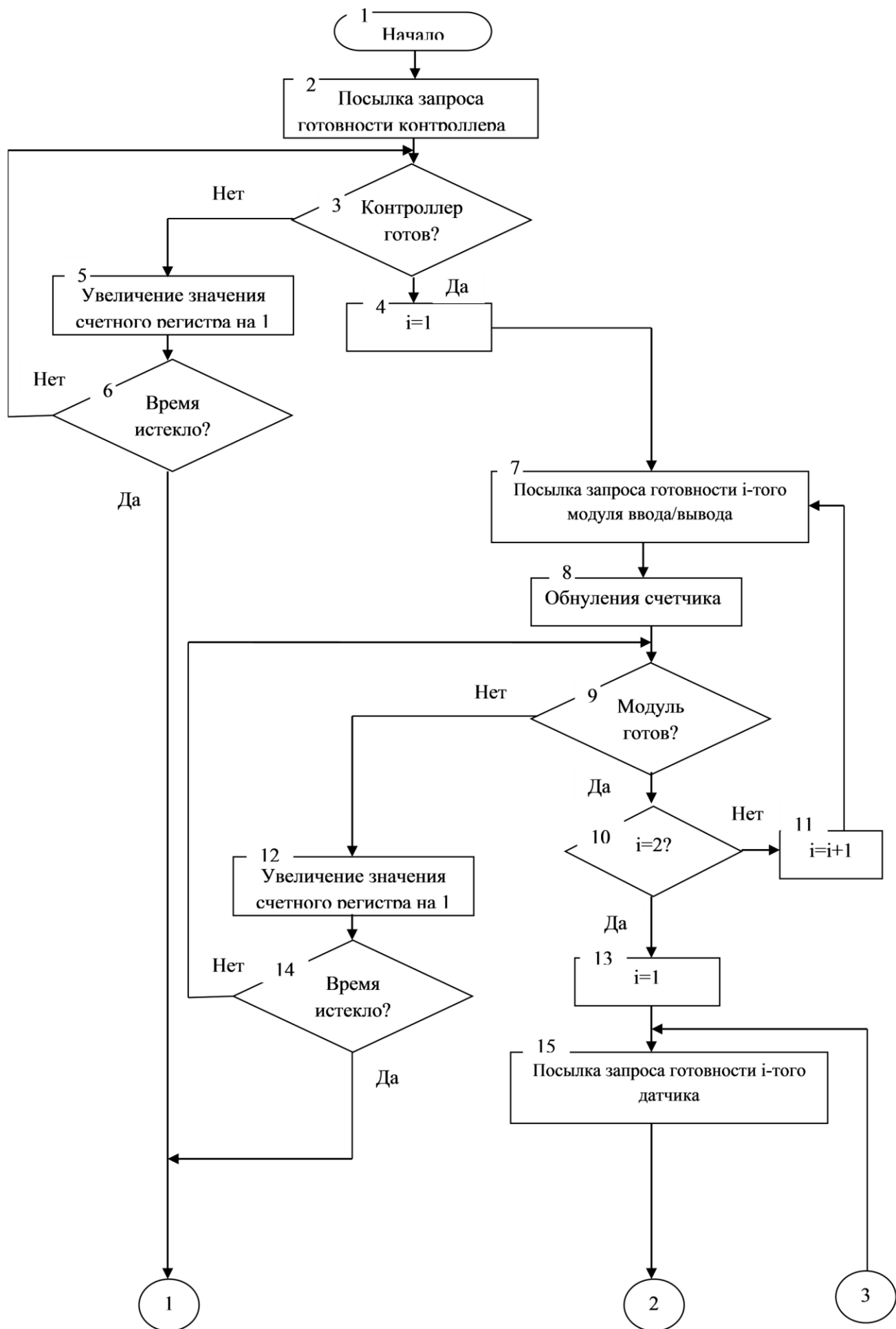


Рисунок 31 - Алгоритм проверки работоспособности системы

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |



| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

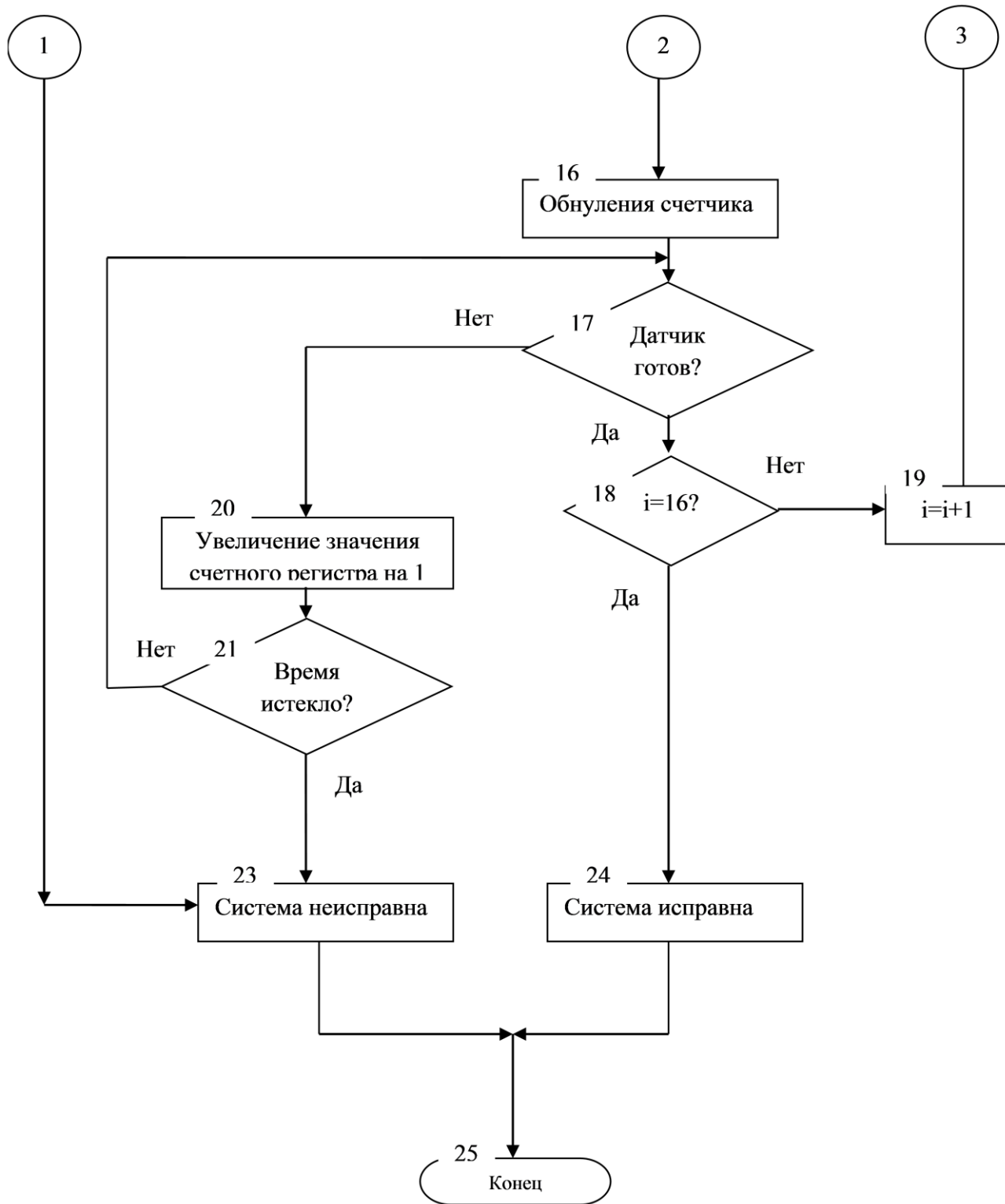


Рисунок 32 - Алгоритм запуска системы

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

6 ВИБІР ЗАСОБІВ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Раніше були розкриті призначення, цілі, і критерії створення АСУ, визначена структура і функціонування ПТК цієї АСУ. Тепер, в межах створення автоматизованої системи управління, необхідно обрати засоби програмно-технічного комплексу (ПТК).

Засоби ПТК охоплюють диспетчерський, мережевий рівні, а також рівень контролерів і модулів вводу/виводу структурної схеми АСУ.

Під час вибору засобів ПТК необхідно намагатися:

- знизити вартість функціонування системи, її налагодження та експлуатації;
- підвищити надійність, продуктивність, простоту експлуатації системи;
- забезпечити сумісність з іншими важливим параметрами та характеристикам системи.

Технічні засоби автоматизації (ТЗА) мають відповідати принципам Державної системи приладів (ДСП). А саме:

- 1) агрегування;
- 2) уніфікація сигналів, інтерфейсів, несучих конструкцій, елементної бази, модулів і блоків;
- 3) мінімізація номенклатури;
- 4) реалізація естетичних і ергономічних вимог з точки зору раціональності.

До того ж, під час вибору засобів ПТК необхідно враховувати мету створення АСУ; особливості та характер технологічного процесу регенерації відпрацьованого спирту; вимоги до надійності, живучості та швидкодії АСУ, а також споживчі властивості системи.

Побудуємо ПТК на базі локального програмованого логічного контролера (ПЛК) або мережевого комплексу контролерів (мережі ПЛК). Оскільки можливості такої АСУ відповідатимуть набору та обсягу вище згаданих необхідних виконуваних функцій.

До складу ПТК (програмно-технічного комплексу) операції регенерації відпрацьованого спирту входять:

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 49 |

1 - автоматизоване робоче місце оператора-технолога, на базі ІВМ-сумісних ПЕОМ, основного виробництва і робоче місце оператора-технолога виробництва ефіру (верхній рівень структурної схеми автоматизації);

2 - на нижньому рівні структурної схеми автоматизації застосовані програмно-логічні контролери фірми Шнейдер Електрик Modicon TSX Premium;

Робочі станції (ПЕОМ) призначені для оперативного управління технологічним процесом і відображення необхідної технологічної інформації.

Програмно-логічні контролери (ПЛК) призначені для попередньої обробки інформації від об'єкта контролю і видачі керуючих впливів.

6.1 Вибір контролера (ПЛК)

Обраний мікроконтролер повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) підтримка необхідної кількості входних і вихідних сигналів (не менше 16/8 аналогових входів/виходів, 32/32 дискретних входів/виходів);
- 2) застосування як для безперервних виробництв, так і для періодичних;
- 3) високий рівень надійності, перешкодозахищеності (оскільки відмова мікроконтролера з високою вірогідністю призведе до великих економічних втрат);
- 4) висока продуктивність, яка необхідна для контролю та керування великої кількості технологічних параметрів;
- 5) використання стандартних протоколів і комунікаційних інтерфейсів для роботи з верхнім рівнем;
- 6) широкий діапазон модулів розширення для підтримки всіляких датчиків;
- 7) розвинена програмна підтримка;
- 8) широкий діапазон робочих умов;
- 9) оптимальна ціна.

Програмовані логічні контролери Simatic S7-1500 - це новітнє сімейство контролерів Сіменс. Вони володіють чудовими характеристиками, відмінним набором функцій і вражаючою швидкістю.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 50 |

У нових контролерів S7-1500 значно знижено час реакції на зовнішні впливи. Завдяки такому високому рівню продуктивності контролери S7-1500 можуть бути використані для вирішення завдань середнього та високого рівня складності.

Зручна конструкція програмованого контролера S7-1500 і його модульність дозволяють його максимально адаптувати до вимог розв'язуваної задачі. Контролер має природне охолодження.

У разі модернізації системи контролер забезпечує вільне нарощування функціональних можливостей. Підвищена ступінь захисту програми і даних забезпечують розробників додатковим рівнем безпеки.



Рисунок 33. - Зовнішній вигляд контролера Simatic S7-1500

Установка всіх модулів ПЛК здійснюється на профільну шину S7-1500. Допустима установка до 32 модулів контролера в одну монтажну стійку. Послідовність розміщення модулів довільна. Через інтерфейсні модулі ET 200MP і мережу PROFINET є можливість підключати додаткові стійки з додатковими модулями розширення до контролера S7-1500.

За допомогою змінних дисплеїв, якими комплектуються всі модулі ЦПУ S7-1500, експлуатаційні характеристики контролера помітно підвищуються. Завдяки застосуванню змінного дисплея, можна без застосування програматора, провести зміну різних параметрів, в тому числі змінити IP-адресу, ім'я станції тощо.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | 51 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | | | | |

На дисплей можна виводити діагностичну інформацію і аварійні повідомлення, а в системі розподіленого або локального введення-виведення можна відображати стан модулів, а так же відображати серійні і замовні номери і версії ПЗ модулів системи.

Видалення і установку дисплея можна виробляти в процесі роботи контролера.

Особливості контролера.

Карти пам'яті Simatic Memory Card розміром від 2 Мб до 2 Гб використовуються в якості завантажувача пам'яті. Для роботи без обслуговування збереження даних при перебоях в живленні ПЛК без застосування буферних батарей, а також для збереження всього проекту STEP 7, включаючи символні імена, так само може бути використана карта пам'яті.

У контролері застосовується швидкісна внутрішня шина для обміну даними зі швидкістю 400 Мб в секунду. Це дозволяє отримати в результаті мінімальний час циклу. У програмованому логічному контролері S7-1500 час реакції термінал-термінал не перевищує 100 мкс.

Захист інформації.

Широкі можливості по захисту від несанкціонованого доступу реалізовані в контролерах Siemens S7-1500. Можливість встановити захист від копіювання або зміни програмних блоків за допомогою Step 7, карт пам'яті, бібліотек, від несанкціонованого перегляду. Копіювання може бути заборонено прив'язкою окремих або пов'язаних програмних блоків до серійного номеру модуля ЦПУ або карти пам'яті.

Реалізовано 4 рівня доступу до центрального процесора (підключення НМІ відбуваються після введення пароля), організація рівнів доступу 1-3 за допомогою персональних паролів. Захист від маніпуляції даними, включаючи захист цілісності даних проекту і системи зв'язку, цілісності та автентичності оновлень програмно-апаратних засобів, забезпечує захист від зовнішніх атак. Модулі I / O

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 52 |

мають стандартний формат (1 слот), і укладені в пластмасовий корпус, який забезпечує захист IP20 для всієї електроніки.

Внутрішні елементи екранування з'єднані з землею шасі через контакти, розміщені на задній частині модулів.

Кожен модуль складається з наступних елементів:

1 Дисплей модуля і блок діагностики.

2 З'єднувачі HE10, захищені кришками. Вони допускають підключення до входів-виходів датчиків і виконавчих пристроїв безпосередньо або через блоки підключення TELEFAST 2.

Панель управління Magelis призначена для ручного дистанційного керування технологічними операціями (зміни оперативної бази даних ПЛК), логіка управління якими закладена в даний контролер.

Для зв'язку ПЛК з робочими станціями оператора-технолога застосована промислова мережа FIPWAY з пропускнуою спроможністю 10 Мбітс.

Контроль рівня технологічних рідин в ємностях, витрати, температури, тиску здійснюється за допомогою датчиків, приєднаних до бар'єрів іскробезпеки, що забезпечують захисту типу «іскробезпечне електричне коло».

Для ведення технологічного режиму в ручному режимі встановлені датчики контролю технологічних параметрів за місцем.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 53 |

7 ВИБІР ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЕРА

Розроблення людино-машинного інтерфейсу АСУ ТП ректифікаційної колони регенерації відпрацьованого спирту.

Людино-машинний інтерфейс (human-machine interface – HMI) АСУ ТП ректифікаційної колони регенерації спирту розробляли за допомогою програмного забезпечення Siemens Totally Integrated Automation Portal (TIA PORTAL), у середовищі SCADA Simatic WinCC.

SCADA-система SIMATIC WinCC – це потужна універсальна система оперативного моніторингу та керування процесами, виробничими лініями, машинами та установками у всіх секторах промислового виробництва.

Вона дозволяє створювати як прості одномісні станції операторів, так і потужні розподілені багатомісні комп'ютерні системи зі звичайними або резервованими серверами та Web- клієнтами [3].

Побудований людино-машинний інтерфейс АСУ ТП ректифікаційної колони регенерації спирту з ПД-регуляторами в середовищі Simatic WinCC показано на рисунку 34. На загальний вигляд системи накладено чутливі зони (кнопки), зі спливаючими вікнами.

До спливаючих вікон належать такі, якими керуються двигуни прямого включення, двигуни з керованою частотою (включаються з частотних перетворювачів), клапани (I/O), керовані клапани (регулюються пневмоелектричними позиціонерами), ПД-регулятори – як керуюче програмне забезпечення для двигунів, клапанів тощо.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | | 54 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | |

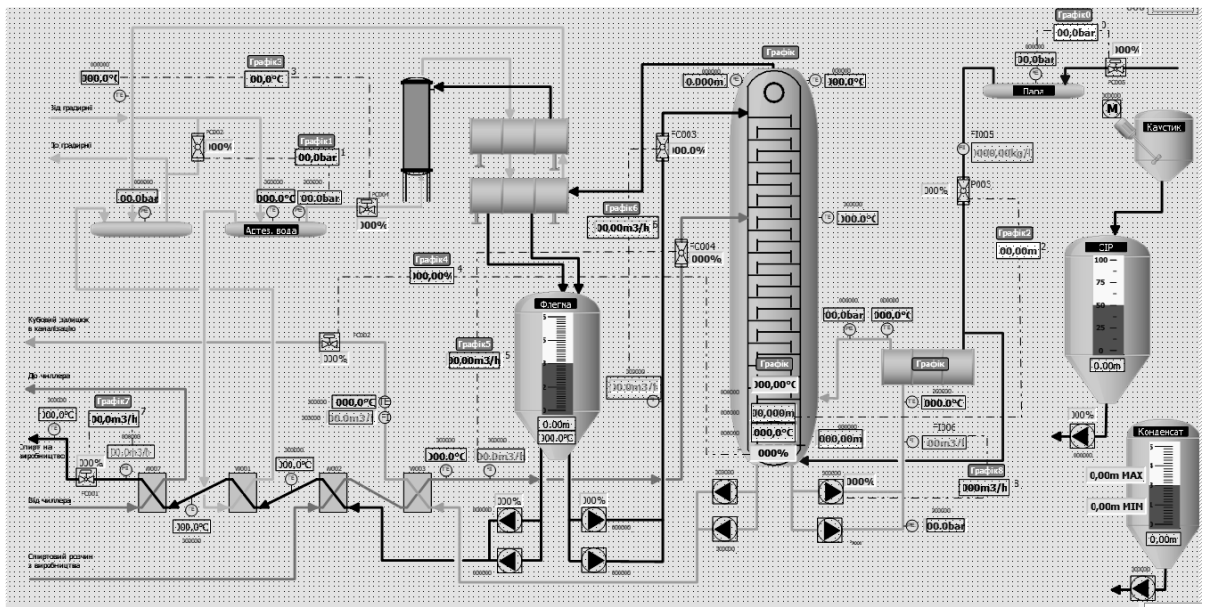


Рисунок 34 - Загальний вигляд розробленого людино-машинного інтерфейсу АСУ ТП ректифікаційної колони регенерації спирту з ПД-регулятором у середовищі Simatic WinCC

| | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата |

8 ВИБІР ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЕРХНЬОГО РІВНЯ.

SCADA СИСТЕМИ

Програмне забезпечення (ПЗ) для систем контролю і управління диспетчерського рівня, відноситься до розряду спеціалізованого. Приступаючи до вибору/розробки такого ПЗ, необхідно обрати один з наступних шляхів:

- програмування з використанням «традиційних» засобів (традиційні мови програмування, стандартні засоби налагодження тощо);
- використання існуючих, готових - COTS (Commercial Of The Shelf) - інструментальних проблемно-орієнтованих засобів.

Доцільним буде спростити процес розробки ПЗ, скоротити часові і прямі фінансові витрати на розробку, мінімізувати витрати на високооплачуваних програмістів, долучаючи, за можливості, технологів.

За таких умов, другий варіант (шлях розробки ПЗ в використанні існуючих рішень) може виявитися більш привабливим.

Під час розробки складних розподілених систем розробка власного ПЗ (з використанням «традиційних» засобів) може зайняти багато часу, а витрати на його розробку невиправдано високими.

Тому такий варіант (з безпосереднім програмуванням) більш доцільний для простих АСУ, або невеликих фрагментів великої АСУ, для яких немає стандартних рішень.

Далі мова піде про існуючі, готові COTS засоби - SCADA систем.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерське управління і збір даних) система – це система диспетчерського управління та збору даних. Спеціалізоване ПЗ вирішує завдання вводу/виводу інформації в системі АСУ ТП; відстежує аварійні та передаварійні ситуації; обробляє і представляє на пульті оператора графічну інформацію про процес; підтримує звіти про виконання технологічного процесу.

У світі існує 10 – 15 подібних систем. Є розробники такого програмного забезпечення і на пострадянському просторі.

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 56 |

Застосування SCADA технологій дозволяє досягати високого рівня автоматизації у вирішенні завдань проектування, розробки систем управління, контролю, збору, обробки, передачі, зберігання та відображення інформації.

SCADA – системи взаємодіють з людиною за допомогою людино-машинного інтерфейсу (HMI / MMI). Дружність цього інтерфейсу полягає в повноті та наочності представленої на екрані інформації, доступності «важелів» керування, зручності користування підказками і довідкової системою тощо.

Таким чином взаємодія диспетчера з системою значно ефективніша і зводить нанівець його критичні помилки при керуванні.

Спектр функціональних можливостей визначено самої роллю SCADA в системах управління і реалізований практично у всіх пакетах:

- автоматизована розробка, що дозволяє створення ПЗ системи автоматизації без реального програмування;
- програмна підтримка різноманітного обладнання та мережевих протоколів;
- збір первинної інформації від пристроїв нижнього рівня (сигнали, що визначають стан виробничого процесу в поточний момент часу: температура, тиск, стан тощо з промислової апаратури: контролери, датчики тощо);
 - обробка первинної інформації;
 - графічне відображення зібраних даних на екрані автоматизованого робочого місця (АРМ) в зручній для оператора формі (на мнемосхемах, індикаторах, сигнальних елементах, у вигляді текстових повідомлень тощо);
 - реєстрація тривог (аларми) і історичних даних (тренди) (автоматичний контроль стану параметрів процесу, генерація сигналів тривоги і видача повідомлень оператору в графічній і текстовій формі в разі виходу їх за межі заданого діапазону);
 - зберігання інформації з можливістю її пост-обробки (як правило, реалізується через інтерфейси до найбільш популярних баз даних);
 - контроль за діями оператора шляхом реєстрації його в системі за допомогою імені та пароля, і призначення йому певних прав доступу, що

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 57 |

обмежують можливості оператора (якщо це необхідно) з управління виробничим процесом;

- засоби виконання прикладних програм.

Крім перерахованих базових функцій SCADA систем можлива наявність специфічних можливостей:

- розробка і виконання (автоматичне або по команді оператора) алгоритмів управління виробничим процесом. Складність алгоритмів обмежена можливостями і надійністю SCADA системи;

- підтримка нових інформаційних технологій (WEB, GSM тощо);
- інтеграція з автоматизованими системами управління підприємствами (АСУП).

Слід зазначити, що концепція SCADA, основу якої становить автоматизована розробка систем управління, дозволяє вирішити ряд завдань, які довгий час вважалися нерозв'язними: скоротити терміни розробки проектів по автоматизації і прями 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 SCADA - систем, багато з яких знайшли своє застосування і в Україні. Найбільш популярні з них наведено нижче:

- InTouch (Wonderware) - США;
- STEP 7 Professional (TIA Portal) – Німеччина;
- Citect (CI Technology) - Австралія;
- FIX (Intellution) - США;
- Genesis (Iconics Co) - США;
- Factory Link (United States Data Co) - США;
- RealFlex (BJ Software Systems) - США;
- Sitex (Jade Software) - Великобританія;
- TraceMode (AdAstrA) - Росія;
- Simplicity (GE Fanuc) - США;

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 58 |

- CARГОН (HBT - Автоматика) - Росія;
- LabVIEW DSC (National Instruments) - США.

За такого різноманіття SCADA продуктів на вітчизняному ринку виникає питання вибору системи для найбільш ефективного вирішення завдання керування операцією регенерації відпрацьованого спирту.

Більша частина промислових SCADA систем складні в освоєнні (їх практично неможливо опанувати самостійно, без відвідування дорогих фірмових семінарів) та дорогі.

Тому, враховуючи функціональність, складність та вартість, виділяється продукт компанії Step 7 (TIA Portal). Ця система значно простіше в освоєнні і наочніше при програмуванні.

8.1 SCADA система STEP 7 Professional

8.1.1 Стандартні інструментальні засоби

STEP 7 Professional підтримує всі стандартні (IEC) мови програмування контролерів.

Додатково до мовLAD,FBD і STL він дозволяє використовувати S7-SCL (Structured Control Language) і S7-GRAPH.

До складу STEP 7 Professional включені STEP 7, S7-GRAPH, S7-SCL і S7-PLCSIM.

Для розвитку існуючих пакетів STEP 7 до рівня STEP 7 Professional випускається STEP 7 Professional POWERPACK, обов'язковою умовою для придбання якого є наявність ліцензії на STEP 7. Пакет STEP 7 Professional UPGRADE дозволяє модернізувати існуючу версію STEP 7 Professional до рівня і функціональних можливостей останньої версії цього пакета .

8.1.2 Галузь застосування STEP 7 Professional

STEP 7 Professional містить набір стандартних інструментальних засобів для обслуговування систем автоматизації SIMATIC S7, SIMATIC C7 і SIMATIC WinAC.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 59 |

STEP 7 Professional містить набір зручних функцій для виконання всіх фаз проекту системи автоматизації:

1. Конфігурація та налаштування параметрів апаратури.
2. Конфігурація комунікаційних з'єднань.
3. Програмування.
4. Тестування, налагодження та обслуговування.
5. Документування та архівування даних.
6. Функції оперативного управління і діагностики.

Всі функції забезпечені потужною системою інтерактивної допомоги.

STEP 7 Professional є частиною програмного забезпечення, попередньо встановленого на програматори SIMATIC Field PG і SIMATIC Power PG. Він може поставлятися у вигляді самостійного пакета, що встановлюється на комп'ютери, що працюють під управлінням операційних систем Windows 2000/XP. Для підключення комп'ютера до програмованого контролера необхідна MPI карта або PC адаптер. STEP 7 підтримує паралельну роботу декількох розробників над одним проектом. Одночасний доступ декількох розробників до запису неможливий.

8.1.3 Мова програмування S7-SCL

S7-SCL (Structured Control Language) - це PASCAL-подібна мова високого рівня, оптимізований для програмування контролерів.

S7-SCL має сертифікат PLC Open Base Level і відповідає вимогам стандарту DIN EN 6.1131-3. Він використовується для програмування задач з комплексними алгоритмами обробки даних.

S7-SCL дозволяє:

1. Виконувати швидко і зручне програмування.
2. Отримувати якісні програми для контролерів.
3. Отримувати програми з простою і ясною структурою.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | 60 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | |

4. Виконувати просту і швидко налагодження програми.
5. Застосування S7-SCL дозволяє істотно скоротити час розробки програми.

Пакет може застосовуватися для програмування систем автоматизації SIMATIC S7-300 (від CPU 314 і вище), SIMATIC S7-400, SIMATIC C7, а також систем комп'ютерного управління SIMATIC WinAC.

8.1.4 Мова програмування S7-GRAPH

Пакет S7-GRAPH дозволяє виконувати програмування і конфігурація систем управління послідовними процесами в візуальному режимі (відповідно до вимог стандарту DIN EN 6.1131-3). Весь процес (наприклад, виробництво компонентів) підрозділяється на ряд послідовних і паралельних кроків. Такий поділ робить програму контролера простий для розуміння і аналізу в разі відмови системи, знижує дорогі прості виробництва.

S7-GRAPH S7-SCL має сертифікат PLC Open Base Level і відповідає вимогам стандарту DIN EN 6.1131-3. Він пропонує користувачеві розвинений інтерфейс Windows з потужною графікою, використанням віконної технології, масштабуванням зображень тощо

Систематизовані процедури і проста організація зображень роблять S7-GRAPH дуже ефективним засобом для опису послідовних процесів.

S7-GRAPH може бути використаний для програмування систем автоматизації SIMATIC S7-300 (рекомендується від CPU 315), SIMATIC S7-400, SIMATIC C7 і систем комп'ютерного управління SIMATIC WinAC.

8.1.5 Середовище S7-PLCSIM

Середовище S7-PLCSIM призначене для тестування програмних блоків користувача на комп'ютері або програматорі без використання реального програмованого контролера. Це дозволяє виконувати налагодження програми на ранніх стадіях розробки проекту і надає наступні переваги:

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 61 |

- Прискорення налагодження програми і зниження витрат на проектування.

- Підвищення якості розроблюваного програмного забезпечення.

S7-PLCSIM дозволяє тестувати всі блоки користувача і вибирати все існуючі функції системи.

Він може бути використаний для тестування програм, написаних на:

- LAD, FBD і STL;
- S7-GRAPH;
- S7-HiGraph;
- S7-SCL;
- CFC (включаючи SFC);
- S7-PDIAG;

WinCC (локальна установка)

8.1.6 Функції S7-PLCSIM

S7-PLCSIM інтегрується в пакет STEP 7 Professional і дозволяє отримувати наступний набір додаткових функцій:

- Тестування та налагодження програм STEP 7 на комп'ютері, без використання реального програмованого контролера.
- Тестові функції для різних способів представлення програм S7.

У процесі налагодження програм користувач може використовувати зручний набір функцій S7-PLCSIM:

Вибір режиму роботи:

- безперервне виконання програми або виконання 1 циклу програми.
- Відображення вмісту акумуляторів, блоку регістрів, стека.

Інтерфейс користувача для відображення і модифікації значень вхідних і вихідних сигналів, прапорів, таймерів, лічильників і блоків даних.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 62 |

Фіксація помилок в організаційних блоках.

8.1.7 Режими роботи S7-PLCSIM

S7-PLCSIM імітує взаємодія центрального процесора SIMATIC S7 з областю відображення процесу. За аналогією з реальною апаратурою тестована програма завантажується в імітованім центральний процесор і виконується в ньому. Інтерфейс S7-PLCSIM дозволяє проводити обмін даними з іншими додатками Windows. Такий обмін даними базується на використанні елементів управління ActiveX і дозволяє:

- Виробляти читання/запис значень параметрів.
- Змінювати режими роботи імітованого центрального процесора. Наприклад, переводити його в режим виконання одного циклу програми.

8.1.8 Дизайн STEP 7 Professional

Базове програмне забезпечення STEP 7 Professional оснащує користувача повним комплектом інструментальних засобів, необхідних для розробки проекту:

1. SIMATIC Manager: для швидкого огляду і управління всіма даними проекту, зі зручним оглядом і запуском всіх інструментальних засобів, забезпечення доступу до всіх систем SIMATIC S7, SIMATIC C7 і SIMATIC WinAC.
2. Symbol Editor (редактор символів): для визначення символічних імен змінних, типів даних і введення коментарів.
3. Hardware Configuration (конфігуратор апаратури): для розширеного налаштування та установки параметрів настройки модулів.
4. Communication (комунікації): для організації зв'язку між системами управління через MPI інтерфейс, мережі PROFIBUS і Industrial Ethernet. Сеанси зв'язку можуть здійснюватися циклічно, з запуском за часом або по перериваннях.
5. Інформаційні функції: для швидкого огляду даних центрального процесора і ходу виконання програми користувача, а також аналізу причин виникнення помилок.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 63 |

Для написання програм контролерів STEP 7 Professional дозволяє використовувати такі стандартні мови:

- Список інструкцій (Statement List - STL).
- Діаграми сходовій логіки (Ladder Diagram - LAD).
- Мова функціональних блоків (Function Block Control - FBD).

Більш того, для вирішення спеціальних завдань можуть бути використані додаткові мови програмування високого рівня і технологічно орієнтовані мови.

8.1.9 Функції STEP 7 Professional

У файлах STEP 7 Professional всі програми користувача і всі необхідні для їх виконання дані оформляються у вигляді блоків. Можливість використання одних блоків всередині інших дозволяє створювати чіткі та зрозумілі програмні структури, підвищувати наочність програми, полегшувати перенесення блоків з програми в програму. Для написання програм можуть бути використані наступні типи блоків:

Організаційні блоки (OB): для управління ходом виконання програм:

Організаційні блоки підрозділяються на класи (наприклад, що запускаються за часом, що запускаються з переривання тощо). Класи мають різні рівні пріоритетів. Організаційні блоки з більш високим пріоритетом можуть переривати виконання організаційних блоків з більш низьким пріоритетом.

Після запуску організаційного блоку може бути отримана детальна інформація про подію, що викликала його запуск. Ця інформація може оброблятися програмою користувача.

Функціональні блоки (FB): містять програму користувача:

Для роботи функціональних блоків необхідні дані різних типів. Ці дані, внутрішні змінні і результати обробки інформації завантажуються в виділений для цього функціонального блоку службовий блок даних (IDB). Операції по управлінню даними виконує операційна система.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | | 64 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | |

Службові блоки даних (IDB): для кожного функціонального (FB) або системного функціонального (SFB) блоку створюються свої службові блоки даних IDB. IDB автоматично генеруються після компіляції FB і SFB.

Користувач має можливість звертатися до цих даних (навіть за допомогою символічної адресації) з будь-якої точки своєї програми, а також засобами системи людино-машинного інтерфейсу.

Функції (FC): містять програми для обчислення часто використовуваних функцій:

Кожна функція формує фіксовану вихідну величину, яка обчислюється на основі одержуваних вхідних даних. Всі вхідні дані повинні бути визначені до моменту виклику функції. Таким чином, прийомні блоки даних для функцій не створюються.

Блоки даних (DB): область пам'яті для збереження даних користувача:

Додатково до даних, що зберігаються в службових блоках даних і доступних тільки конкретному функціональному блоку, можуть визначатися глобальні дані, які можуть бути використані будь-яким програмним модулем.

Компонентів блоку даних може присвоюватися елементарний або структурний тип даних.

До елементарним типам даних ставляться BOOL (булевий), REAL (дійсний) і INTEGER (цілий).

Структурні типи даних формуються з різних сполучень елементарних типів.

Звернення до даних в блоках даних може здійснюватися з використанням символічного адресації. Це полегшує програмування і читаність програми.

Системні функціональні блоки (SFB): функціональні блоки, вбудовані в операційну систему центрального процесора. Наприклад, SEND, RECEIVE. Системні функціональні блоки SFB мають свої блоки даних прикладу IDB.

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 65 |

Системні функції (SFC): функції, вбудовані в операційну систему центрального процесора. Наприклад, функції таймерів, передачі блоків і інші.

Блоки системних даних (SDB): дані для операційної системи центрального процесора, що включають параметри налаштування системи і модулів.

8.2 Інструментальні засоби SIMATIC Manager

SIMATIC Manager забезпечує управління всіма даними проекту незалежно від типу системи автоматизації (SIMATIC S7/C7 або WinAC), в якій вони використовуються. Для всіх систем автоматизації використовується загальний набір інструментальних засобів. Сервісні програми, необхідні для обробки тих чи інших даних, запускаються з SIMATIC Manager автоматично.

Symbol Editor

За допомогою редактора символів здійснюється управління всіма глобальними змінними. Він здатний виконувати наступні функції:

- визначення символічних позначень і введення коментарів для вхідних і вихідних сигналів, прапорів і блоків;
- сортування даних;
- обмін даними з іншими програмами Windows.

Запис символу забезпечує доступ до відповідних даних з боку всіх додатків. Зміна символу одного з параметрів автоматично розпізнається усіма інструментальними засобами.

Hardware Configuration

Конфігуратор використовується для вибору конфігурації і параметрів настройки всієї апаратури, використовуваної в проекті. Він підтримує виконання таких функцій:

- Конфігурація систем автоматизації: дозволяє вибрати з електронного каталогу всі необхідні компоненти і об'єднати їх в єдину систему.

| | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | лист |
| | | | | | | | | | 66 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | |

- Конфігурація систем розподіленого вводу-виводу проводиться тими ж способами, що і систем локального введення-виведення.

Налаштування параметрів центральних процесорів: за допомогою меню можуть коригуватися всі необхідні атрибути (стартові характеристики, перевірка часу сканування програми тощо). Підтримується настройка параметрів мультипроцесорних комплексів. Всі дані зберігаються в системних блоках даних центрального процесора.

Налаштування параметрів модулів: за допомогою екранних форм можуть бути визначені всі параметри налаштування використовуваних модулів. Аналогічні установки за допомогою DIP перемикачів стають непотрібними. Подальша заміна модуля не вимагає повторної настройки параметрів.

Налаштування параметрів функціональних модулів (FM) і комунікаційних процесорів (CP): налаштування параметрів функціональних модулів і комунікаційних процесорів проводиться за допомогою спеціальних екранних форм. Контролюючи склад використовуваних модулів, система запобігає введення некоректних даних.

8.3 Системна діагностика

Системна діагностика дозволяє отримувати інформацію про поточний стан системи управління. Повідомлення можуть виводитися у вигляді:

1. Текстових повідомлень.
2. Повного умовного графічного зображення системи в форматі Hardware Configuration з підтримкою наступних опцій:
 - Відображення основної інформації про модуль (замовний номер, версія, опис) і інформації про його стан (наприклад, відмова).
 - Відображення відмов модулів локальної й розподіленої систем введення-виведення (наприклад, відмова каналу).
 - Відображення повідомлень з діагностичного буфера.

Для центральних процесорів може відображатися така додаткова інформація:

- Причини збоїв в процесі виконання програми користувача.
- Відображення тривалості циклу (максимальної, мінімальної та останнього циклу).
- Відображення обсягу використаної та доступної пам'яті.
- Доступні і використовувані ресурси MPI зв'язку.
- Відображення службової інформації (допустима кількість входів і виходів, прапорів, лічильників, таймерів і блоків).

Конфігуратор систем промислового зв'язку

Конфігурація і відображення комунікаційних з'єднань.

Циклічний обмін даними через MPI:

Вибір партнерів по зв'язку.

Заповнення таблиці з'єднань (джерел і приймачів); створення всіх системних блоків даних (SDB) і їх повна передача всіх центральних процесорів виконуються автоматично.

Обмін даними по перериваннях:

Визначення комунікаційних з'єднань.

Вибір комунікаційних блоків (CFB) з вбудованою бібліотеки.

Налаштування параметрів обраних комунікаційних блоків з програми користувача на мовах LAD, STL або FBD.

8.4 Мови програмування контролерів

Для програмування контролерів може бути використано три мови: FBD, LAD і STL.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 68 |

Класичні мови програмування контролерів LAD (Ladder Diagram - LAD) і FBD (Function Block Diagram) дозволяють створювати програми, що відповідають вимогам DIN EN 6.1131-3.

Редактори стандартних мов LAD і FBD забезпечують повну графічну підтримку програмування з наступними характеристиками:

Просте і інтуїтивне використання: створення програми підтримується дружнім користувачеві інтерфейсом і дозволяє використовувати стандартні механізми розробки Windows програм.

Бібліотеки заздалегідь підготовлених складних функцій (наприклад, ПІД регулювання) і розроблених користувачем рішень.

Мова STL (Statement List) дозволяє створювати найбільш компактні програми, що володіють найбільш високою швидкістю. Мова підтримує виконання таких функцій:

Функції пошуку: будь-яка точка програми може бути швидко знайдена за вказівкою символічного імені, оператора тощо

Можливість введення даних в покроковому або вільному текстовому режимі: програма може вводитися з перевіркою синтаксису кожного рядка або набиратися в текстовому редакторі з наступним перетворенням.

8.5 Список інструкцій STEP 7 Professional

STEP 7 Professional оснащений вичерпним набором інструкцій, що дозволяють легко і просто вирішувати будь-які завдання автоматичного управління.

Склад інструкцій:

- логічні операції (включаючи обробку фронтів);
- операції зі словами;
- операції з таймерами / лічильниками;

| | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|-------------------------|------|
| | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | 69 |

- операції порівняння;
- операції перетворення типів даних;
- операції зсуву і обертання;
- математичні функції з фіксованою і плаваючою крапкою (включаючи тригонометричні і експоненціальні функції);
- функції управління ходом виконання програми.

Для полегшення програмування може бути використаний цілий ряд додаткових сервісних функцій:

- Установка точок переривання (тільки в S7-400).
- Перемикання (переконфігурування входів і виходів).
- Примусова установка входів і виходів в задані стану.
- Перехресні посилання.
- Мультипроцесорна підтримка для S7-400.

Функції станів:

- Завантаження і тестування блоків безпосередньо в редакторі.
- Одночасний контроль станів кількох блоків.

Функції пошуку:

- Інтерактивна допомога по функціональним блокам (F1).

8.6 Відладчик S7-SCL

Відладчик S7-SCL –це інтегрований інтерфейс користувача з редактором, компілятором і відладчиком.

Основні можливості та функціонал:

- Символьні зв'язку у відладчику.
- Елементи мови високого рівня, подібні циклам, альтернативного розгалуження програми, вибору гілки тощо.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 70 |

- Типові мовні розширення для програмованих контролерів. Наприклад, адресація входів і виходів, запуск і перевірка станів таймерів і лічильників тощо.
- Елементарні і визначені користувачем типи даних для поліпшення структури програми, використання символного адресації і коментарів.
- Програмування з використанням символних імен і збереження всієї програми в вихідному файлі.
- Генерування оптимізованої програми з мінімальними витратами зусиль на її компіляцію.
- Відображення перехресних посилань.
- Тестування програми користувача з використанням функціональних можливостей мови високого рівня.
- Тісна взаємодія з пакетом DOCPRO для підготовки технічної документації.

8.7 Відладчик S7-GRAPH

Відладчик S7-GRAPH –це інтегрований інтерфейс користувача з редактором, компілятором і відладчиком.

Основні можливості та функціонал:

- Огляд діаграми: висновок на екран всієї керуючої послідовності з відображенням або без відображення найменувань окремих кроків.
- Посторінковий перегляд керуючої послідовності: висновок на екран частини керуючої послідовності з умовами переходів і діями для кожного кроку.
- Детальний перегляд: висновок на екран дій, переходів (в тому числі і умовних), блокувань і умов, пов'язаних з конкретним кроком керуючої послідовності.
- Гнучкість розробки керуючої послідовності: паралельні і альтернативні переходи, розгалуження, активація або деактивація кроків. В один блок може бути включено до 8 асинхронних послідовностей кроків.
- Мовні розширення: для опису дій і умов можуть бути використані різні мови програмування.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| | | | | | | 71 |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | |

- Інтерактивне відображення ходу виконання керуючої послідовності: відображення активних кроків, стану блокувань, виконання умов, а також виконуваних дій.

- Продуктивність: можливість отримання найбільш високої продуктивності за рахунок виконання обраних кроків. Час виконання керуючої послідовності, що не залежить від кількості кроків.

- Зв'язок з системою підготовки документації DOCPRO.

Установка обсягу пам'яті, необхідного для виконання секцій програми: S7-GRAPH підтримує різні опції компіляції, які вбудовуються в секцію управління блоком керуючої послідовності:

- Опція "Can execute autonomously" (може виконуватися автономно): секція управління (приблизно 5 Кбайт) включається в кожен функціональний блок, що генерується S7-GRAPH. Використовується в невеликих програмах, що включають тільки один блок керуючої послідовності.

- Опція "Standard FC" (стандартна функція): секція управління включається в окремий блок, що забезпечує керування всіма блоками керуючих послідовностей даного проекту. Залежно від типу використовуваних стандартних функцій обсяг керуючої секції може становити від 8 до 10 Кбайт.

Системна функція "FC 73" (від V5.1 і вище): FC 73 підтримує можливість обмеження обсягу використовуваної пам'яті до 8 Кбайт, що має важливе значення для молодших моделей центральних процесорів програмованого контролера S7-300. При використанні функції FC 73 з'являються додаткові обмеження:

- функціональні блоки не підтримують діагностичних функцій;
- функціональні блоки мають обмежені можливості візуалізації.

Функції синхронізації: виконання керуючих послідовностей може бути синхронізоване з поточними станами об'єкта управління. У разі програмної зміни завантажуються блоку даних (DB) керуюча послідовність автоматично скидається в початковий стан. За допомогою функції "control sequence" (управління

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 72 |

послідовністю) безпосередньо з програматора можна встановлювати або скидати окремі кроки послідовності, що дозволяє повертатися до станів програми, що передують їй зміни. Синхронізація може виконуватися безпосередньо з програматора. Операція охоплює всі переходи, умови і блокування, що дозволяє досить просто вибирати, активізувати або деактивувати відповідний крок.

Настроюється користувачем виклик інтерфейсу: існує два способи виклику інтерфейсу блоку керуючої послідовності:

Заздалегідь визначається набір параметрів: Mini, Standard або Maximum.

Набір параметрів, який визначається користувачем (від V5.0 і вище). Для гнучкої адаптації до вимог розв'язуваної задачі.

Вичерпний набір діагностичних функцій: дозволяють виділяти крок, на якому виникає збій у виконанні програми, або формувати відповідне повідомлення. Єдина концепція побудови систем діагностики SIMATIC дозволяє використовувати в системах діагностики пакети ProTool і ProAgent, що дозволяють виводити на панелі оператора SIMATIC текстові повідомлення про збої, а також перелік сигналів, що викликали відмову.

Розширений набір функцій управління принтером (від V5.1 і вище):

- установка розриву сторінки після "кроку і переходу";
- настроюється розрив сторінки в кінці послідовності / графа;
- введення коментаря для кожного графа.

Удосконалена структура вікна (від V5.1 і вище):

- інформація на інтерфейсі блоку (параметри і змінні блоку);
- використовувані адреси (включаючи відображення станів для всіх типів даних);
- перехресні посилання для будь-яких точок програми;
- використання імен з таблиці символів.

| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 73 |

Одночасний вибір декількох об'єктів з використанням процедур Windows (від V5.1 і вище):

- функція ласо (виділення необхідних елементів за допомогою рамки) з підтримкою операцій копіювання, видалення і вставки для швидкого копіювання і видалення послідовності кроків і переходів;
- вибір елементів за допомогою клавіші "Ctrl";
- вибір паралельних структурах, індивідуальних гілок і графів за допомогою функції ласо і їх видалення.

8.8 Режими роботи

Керуючі послідовності відображаються у вигляді кроків і переходів між ними. Кроки зображуються прямокутниками, а переходи лініями. За допомогою так званих "арбітрів" (витримки часу, умови виконання) в межах кожного кроку задаються необхідні дії. Наприклад, для процесу свердління опускання свердла буде кроком, а включення двигуна - дією.

Переходи описують умови, при яких можливий перехід від одного кроку послідовності до іншого. Наприклад, для розглянутого процесу свердління дозвіл виконання наступного кроку може виконуватися при досягненні свердлом необхідної позиції.

Шляхом зв'язування і моніторингу умов може бути визначений перехід до відповідного кроку керуючої послідовності. Зв'язування умов може не тільки вирішити, але і запобігти переходу до чергового кроку, а моніторинг виконання умов дозволяє своєчасно виявляти появу помилок в роботі системи. Всі умови (переходи, зв'язування умов і моніторинг їх виконання) можуть програмуватися на мовах LAD або CSF.

8.9 Інтеграція STEP 7 Professional

Інтерфейсні компоненти для підключення комп'ютера до MPI and PROFIBUS.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 74 |

Наведені нижче компоненти, що працюють разом зі STEP 7 дозволяють підключати програмовані пристрої і комп'ютери до PROFIBUS і підтримувати інтерфейс (MPI) для SIMATIC S7.

1. PC USB адаптер:

- Для підключення комп'ютера до системи автоматизації SIMATIC S7 через USB інтерфейс;
- Підключення до USB 1.1 або 2.0;
- Для підключення до систем автоматизації SIMATIC S7-200, S7-300, S7-400 і S7.

2. Підтримка процедур S7-Routing.

3. Автоматичне визначення швидкості передачі і типу інтерфейсу (PROFIBUS / MPI).

4. Підвищена продуктивність. Швидкість передачі даних в 3 рази вище, ніж через інтерфейс RS 232.

5. Оновлювані прошивки, використовувані для розширення функціональних можливостей і усунення помилок.

6. Робота під управлінням операційних систем Windows 2000, Windows XP Home and Windows XP Professional.

Обсяг поставки:

- PC USB адаптер.
- Компакт диск "SIMATIC Software PC Adapter USB" з програми забезпечення і документацією.
- USB кабель, 5 м
- MPI кабель, 0.3 м.
- CP 5512. Для застосування в програматорах / комп'ютерах / ноутбуках з вільним PCMCIA-роз'ємом.
- PCMCIA карта типу II (16-біт). З адаптером, який обладнано 9-полюсним з'єднувачем D-типу для підключення до MPI або PROFIBUS.

| | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | 75 |

- CP 5611 / CP 5611 A2. Для застосування в програматорах / комп'ютерах / ноутбуках з вільним PCI-роз'ємом.
- 32-розрядна PCI-карта короткого виконання.
- Компоненти для підключення комп'ютера до Industrial Ethernet

Наведені нижче комунікаційні процесори здатні працювати під управлінням STEP 7 і SOFTNET-PG дозволяють підключати комп'ютер до мережі Industrial Ethernet.

1. CP 1512

Для застосування в програматорах / комп'ютерах / ноутбуках з вільним PCMCIA-роз'ємом.

32-розрядна PCMCIA-карта типу II (Cardbus); 10/100 Мбіт/с. З адаптером, оснащеним гніздом RJ45 для підключення до Industrial Ethernet.

2. CP 1612

Для застосування в програматорах / комп'ютерах / ноутбуках з вільним PCI-роз'ємом.

32-розрядна PCI-карта короткого виконання; 10/100 Мбіт / с. Вбудоване гніздо RJ45 для підключення до Industrial Ethernet.

9. ВИСНОВКИ

Розглянуто головні аспекти розроблення автоматизованої системи управління технологічним процесом ректифікаційної колони регенерації спирту із ПІД-регуляторами.

На основі SCADA–системи WinCC розроблено людино-машинний інтерфейс автоматизованого робочого місця оператора, що надає широкий набір засобів для контролю та керування роботою проекрованої системи.

Зокрема реалізовано спеціальний користувацький графічний інтерфейс, який полегшує і робить ефективнішою роботу інженерного персоналу з ПІД-регулятором. ПІД-регулятор розроблено як програмний елемент системи керування, що дало змогу спростити введення в експлуатацію, а також позитивно вплинуло на загальну швидкодію АСУ ТП.

На прикладі керування тиском пари показано ефективність роботи одного з використаних у системі ПІД-регуляторів, що дає підстави стверджувати, що розроблена авторами АСУ ТП ректифікаційної колони регенерації спирту забезпечує зручність та високу якість регулювання.

Впровадження розробленої системи автоматизованого управління дозволить:

- використовувати для управління інформацію, за обсягом значно перевищує знання окремого оператора;
- оперативно і точно змінювати програму управління відповідно до змін технології;
- підвищити продуктивність обладнання за рахунок виключення операцій ручного управління;
- здійснювати логіко-програмне управління процесами, якими людина управляти точно і своєчасно не може через відносно повільної реакції на зміну ходу процесу;
- різко скоротити кількість помилок оперативного персоналу і аварій через персоналу.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 77 |

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Константинов Е. Н., Фридт А. И., Фридт А. А. Совершенствование процесса получения высококачественного спирта методом замкнутой ректификации // Изв. вузов. "Пищ. технология. 2000". № 4. С. 81.
2. Справочник по производству спирта / Ю. Л. Богданов и др. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 480 с.
3. Загальна хімічна технологія, І. П. Мухленова .: Вища школа., 1984. - 285 с
4. Проектування систем автоматизації технологічних процесів: Справ сел. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровський, С.А. Ключев. -М .: Вища школа, 1990.- 464 с.
5. Типове положення з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції. Затверджено КМ України від 26 квітня 1996 року № 473.
6. Сайт компанії «Енергосила»:www.energosila.ru.
7. Фізика. У 5 книгах. Леденев О.Н .: Фізико-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 керування. Попов О.П. Учеб. посібник для втузів. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М .: Наука., 1989. - 304 с.
10. Теорія автоматичного керування. Попович М.Г., Ковальчук О.Б. Підручник для вузів. - К .: Либідь, 1997. - 542 с.
11. Стаття: "ОРС: Інтеграція інтелектуальних приладів вимірювання витрат енергоносіїв на основі пакету BridgeVIEW" В.Є. Здановский /І.В.Ц. Мосенерго /
12. LabVIEW для всіх / Джеффри Тревіс: Пер. з англ. Клушин Н.А. - М .: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2004. - 544 с. : Ил.
13. Березін Б. І., Березін С. Б. Початковий курс С і С ++. - М .: ДІАЛОГ-МІФІ, 1998. - 288 С.Е
14. вогнестійкість і засоби їх гасіння: Справ. вид .: в 2 книгах. А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук та ін. - М .: Хімія, 1990 р.
15. В. Маршалл. Основні небезпеки хімічних виробництв. М., Мир, 1989.

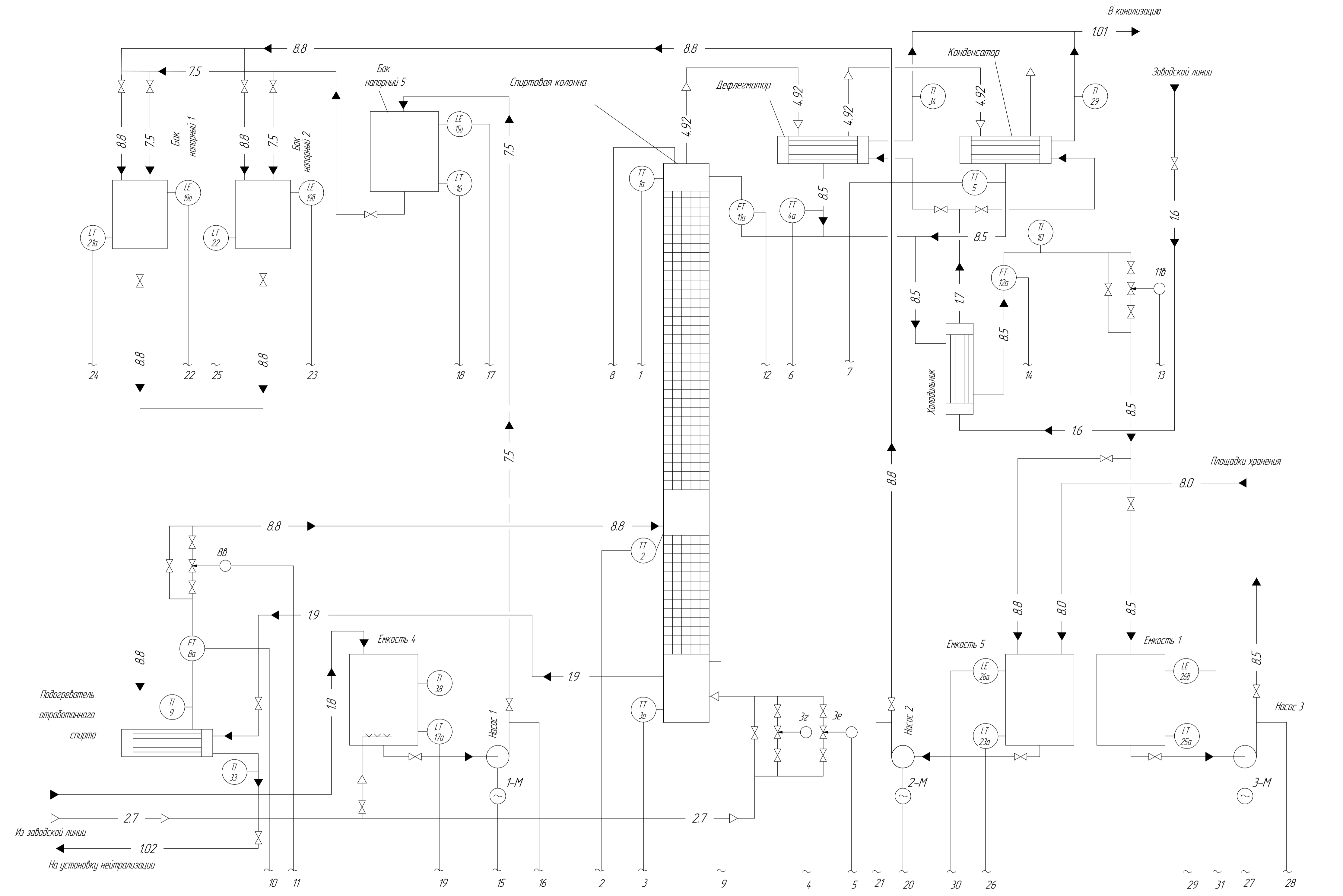
| | | | | | | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | | | | | | 78 |

16. Правила будови електротехнічних установок (ПУЕ-76) .: Атомиздат, 1980;

17. ПУЕ. -Главгосенергонадзор М. 1998. Ступені захисту, що забезпечуються оболонками (код IP), ГОСТ 14254-96

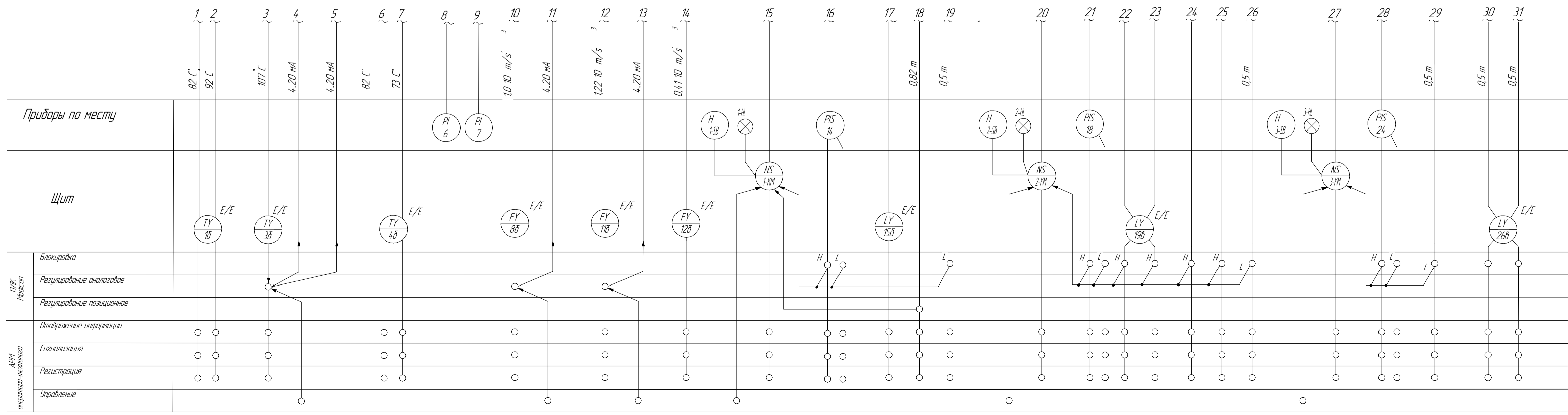
18. Автоматика та управління в технічних системах. У 11 кн. / Відп. ред. С.В. Ємельянов, В.С.Міхалевіч.-Кн.1. Електричні елементи систем управління промисловими роботами / А, А. Краснопрошіна і ін. - К .: Вища шк., 1990. - 479 с.

| | | | | | | |
|-------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | СУ-61Ш.6.05020101.07.ПЗ | лист |
| Змін. | лист | № докум. | підпис | Дата | | 79 |



Условные обозначения

| Обозначение | Наименование |
|-------------|--------------------------------|
| — 16 — | Вода захлаженная t=10-13 С ; * |
| — 18 — | Конденсат |
| — 191 — | Вода кубовая |
| — 193 — | Тройная смесь |
| — 193 — | Вода |
| — 101 — | Вода отработанная |
| — 102 — | Слив на нейтрализацию |
| — 2.7 — | Пар греющий |
| — 351 — | Воздух КИП |
| — 3.9 — | Воздух и другие газы |
| — 4.81 — | Пары "сырого" эфира |
| — 4.82 — | Пары эфира |
| — 4.91 — | Перегретые пары спирта |
| — 4.92 — | Пары спирта |
| — 6.1 — | Серная кислота |
| — 7.1 — | Щелочь 34%натрия |
| — 7.5 — | Щелочь 1%натрия |
| — 7.0 — | Щелочь отработанная |
| — 8.1 — | Эфир |
| — 8.5 — | Спирт |
| — 8.51 — | Спирт сырец (90%) |
| — 8.52 — | Спирт регенерированный (95%) |
| — 8.7 — | Эфир некондиционный |
| — 8.8 — | Спирт некондиционный |
| — 8.9 — | Спирто-водная смесь |
| — 8.0 — | Спирт отработанный |



СУ-61Ш-7.6.05020101.01ПЗ

| | | | | | | | | |
|-----------|--------------|---------|-------|------|---|----------|------|---------|
| Изм. | Лист | И.Возм. | Подп. | Дата | Система управління операцією регенерації відпрацьованого спирту | Лист | Маса | Масштаб |
| Розроб. | Ніктін М.А. | | | | | Лист 1 | | |
| Проб. | Худяков Г.М. | | | | | Листов 1 | | |
| Г. контр. | | | | | Схема функциональная | | | ШИСУМДУ |
| Н. контр. | | | | | | | | |
| Этп. | | | | | | | | |

