

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри  
\_\_\_\_\_ Довбиш А. С.  
\_\_\_\_\_ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА  
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО  
КОНЦЕНТРАТУ

Дипломний проєкт

Виконав:  
студент групи СУ-71

Черв'яцов В.О.

Керівник роботи:  
доцент

Журба В.О.

## РЕФЕРАТ

Черв'яцов Володимир Олександрович. Автоматизована система розкладання ільменітового концентрату. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. Дипломний проект. Сумський державний університет, Суми, 2021 р.

Робота присвячена методам й засобам автоматизації технологічного процесу розкладання ільменітового концентрату в реакторі розкладання для подальшої сполуки з'єднання титану. Запропоновано проектне рішення щодо автоматизованого керування технологічними параметрами процесу розкладання ільменіту. Розроблена конструкторська документація для технічної реалізації системи автоматизації.

Робота містить 58 сторінок основного тексту, 12 рисунків, 9 таблиць, 2 додатки, список використаних джерел з 6 найменувань.

Ключові слова: ільменіт, контролер, подача, виконавчий механізм, концентрат, автоматизована система.

## ABSTRACT

Chervyatsov Volodymyr Oleksandrovych. Automated decomposition system of ilmenite concentrate. Bachelor's thesis in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies. Degree project. Sumy State University, Sumy, 2021

The work is devoted to methods and means of automation of technological process of decomposition of ilmenite concentrate in decomposition reactor for further connection of titanium compound. A design solution for automated control of technological parameters of the ilmenite decomposition process is proposed. The design documentation for technical realization of automation system is developed.

The work contains 67 pages of the main text, 12 figures, 9 tables; 2 applications; list of used sources from 6 names.

Key words: ilmenite, controller, supply, actuator, concentrate, automated system.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри  
А. С. Довбиш  
“ \_\_\_\_\_ “ \_\_\_\_\_ “ 2021 р.

ЗАВДАННЯ  
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Тема роботи: Автоматизована система розкладання ільменітового концентрату. Дипломний проєкт.

Затверджено наказом ректора університету № 0185-VI від 14.04.2021.

Термін подання закінченої роботи 31.05.2021 р.

Вихідні дані до роботи: технічна документація системи розкладання ільменітового концентрату, завдання кафедри.

Зміст роботи: конструктивно-технологічна характеристика об'єкта автоматизації, функціональна схема автоматизації, локальні системи управління, комп'ютерно-ітегрована система управління.

Графічні матеріали: функціональна схема автоматизації, функціональні та структурні схеми локальних систем управління, схеми електричні підключень та з'єднань.

Календарний план проєктування

Номер етапу	Зміст етапу проєктування	Терміни виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	01.03.2021-15.03.2021
2	Опис об'єкту автоматизації. Аналіз задач автоматизації та огляд відомих технічних рішень.	16.03.2021-31.03.2021
3	Розробка функціональної схеми автоматизації. Вибір обладнання	01.04.2021-15.04.2021
4	Розробка алгоритмів управління процесу розкладання ільменіту	16.04.2021-25.04.2021
5	Розгляд питання охорони праці	26.04.2021-30.04.2021
6	Оформлення документації проєкту та створення презентації	01.05.2021-15.05.2021
7	Подання роботи керівнику. Публічний захист роботи	16.05.2021-31.05.2021

Дата видачі завдання «01» 02. 2021 р.

Керівник проєкту:

доцент

До виконання прийняв:

студент групи СУ-71

Журба В.О.

Черв'яцов В.О.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
на проектування автоматизованої системи розкладання ільменітового концентрату

*Назва і галузь застосування:* Автоматизована система розкладання ільменітового концентрату. Хімічна промисловість.

*Підстави для проектування:* Наказ ректора СумДУ № 0185-VI від 14.04.2021.

*Призначення проекту:* створення сучасної комп'ютеризованої системи автоматизації розкладання ільменітового концентрату для хімічної промисловості.

*Джерела розроблення:* матеріали виробничої та переддипломної практик, технічна документація, результати аналізу існуючих систем автоматизації розкладання ільменітового концентрату.

*Режими роботи об'єкта:* запуск, завантаження, виділення з'єднання титану, зупинення.

*Умови експлуатації об'єкта:* живлення шафи управління – 220В, частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В постійного струму; живлення інтерфейсного модуля – 24В постійного струму. Ступінь захисту складових частин обладнання системи автоматизації – не нижче IP200.

*Технічні вимоги:* ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

*Етапи проектування:* наведені в таблиці.

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Терміни виконання
1	Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	01.03.2021-15.03.2021
2	Опис об'єкту автоматизації. Задачі автоматизації. Аналіз відомих технічних рішень	16.03.2021-31.03.2021
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	01.04.2021-10.04.2021
4	Вибір обладнання	11.04.2021-15.04.2021
5	Розробка алгоритмів управління	16.04.2021-25.04.2021
6	Охорона праці	26.04.2021-30.04.2021
6	Оформлення проектної документації	01.05.2021-15.05.2021

Розробник ТЗ:  
студент гр. СУ-71

Черв'яков В.О.

Погоджено:  
керівник проекту  
доцент

Журба В.О.

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
до дипломного проекту

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

Розробник проекту:  
студент гр. СУ-71

Черв'яцов В.О.

Керівник проекту:  
доцент

Журба В.О.

## ЗМІСТ

	Стор.
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТУ .....	6
1.1 Видобування та застосування ільменіта.....	6
1.2 Технологічний процес виготовлення ільменіта.....	7
1.3 Режими роботи системи розкладання. Функції оператора.....	9
1.4 Висновок. Постановка задач проектування.....	11
РОЗДІЛ 2 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	12
2.1 Вимоги до автоматизованої системи розкладання ільменітового концентрату	12
2.2 Функціональна схема автоматизації.....	24
2.3 Контури управління.....	24
2.4 Висновки .....	25
РОЗДІЛ 3 АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ.....	26
3.1 Алгоритми роботи системи розкладання .....	26
3.2 Схеми підключення системи розкладання.....	37
3.3 Висновки .....	41
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	42
4.1 Економічні характеристики складових автоматизованої системи.....	42
4.2 Висновки .....	42
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	43
5.1 Фактори небезпеки при роботі з системою розкладання .....	43

					<b>СУ-71.151. 19.ПЗ</b>							
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Автоматизована система розкладання ільменітового концентрату. Пояснювальна записка			Литера	Лист	Листов		
Разраб	Черв'яцов							Д	2	58		
Пров	Журба							<b>СумДУ СУ-71</b>				
Н. Контр.	Журба											
Утв	Журба											

5.2 Інженерні рішення з охорони праці .....	43
5.3 Висновки.....	43
ВИСНОВКИ .....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	46
Додаток А Технічні характеристики обладнання .....	48
Додаток Б Конструкторська документація .....	49

										Лист
										3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	СУ71.151.ПЗ					



## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУ ТП – автоматизована система управління технічним процесом

КВП – контрольно-вимірювальні пристрої

ТО – технічний огляд

РО – ремонт обладнання

КТЗ – комплекс технічних засобів

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	СУ71.151.ПЗ					

## ВСТУП

Виробництво титанової продукції є технологічно складним процесом. Історично склалося так, що титанова підгалузь є єдиною у кольоровій металургії України, яка має практично завершений виробничий цикл, починаючи від видобутку титановмісних руд і закінчуючи виробництвом двоокису титану. Наразі наша країна є серед найбільших продуцентів титанової продукції у світі, хоча за обсягами виробництва Україна знаходиться наприкінці цього списку. [1]. Діоксид титану ( $TiO_2$ ) – це найпоширеніший, багатоцільовий білий пігмент неорганічного походження. Має високу покривність, розбілювальну здатність, стійкість до атмосферних впливів. Добре змочується та диспергується. В деякій мірі захищає покриття від УФ-випромінювання. Застосовується у виробництві архітектурних, поліграфічних та інших фарб, порошкових покриттів, синтетичних волокон, паперу, гумових виробів, пластмас, термостійкого та оптичного скла тощо. [6] Широкий спектр застосування діоксиду титану потребує налагодження роботи цілої низки підприємств з його видобування, обробки, застосування тощо. Для виробництва діоксиду титану використовують ільментівий концентрат. Автоматизація системи розкладання ільментового концентрату є одним із значущих факторів для підвищення ефективності та безпеки виробництва двоокису титану. Як наслідок автоматизації даного процесу - стабільна якість технологічних розчинів, економія енергоресурсів, безконтактність працівників з хімікатами, безпечність праці. Цим і визначається актуальність даного проекту, присвяченого розробці та покращенню системи автоматизації розкладання ільментового концентрату.

Технологічним об'єктом, для якого розробляється система автоматизації, є система розкладання ільментового концентрату. Максимальний обсяг двоокису титану з одного реактора 15 тон. Завантаження ільменту здійснюється за допомогою крутопохилого редлера до збірника, а зі збірника до реактора. Завантаження кислоти та води відбувається через трубопровід.

На підставі проведеного аналізу конструкції та принципу роботи і регламенту технологічного процесу визначені задачі автоматизації, запропонована функціональна схема системи автоматизації та вибрані технічні засоби для її технічної реалізації. Розроблені локальні системи управління виконавчими механізмами та комп'ютерно-інтегрована система управління агрегатом. Запропоновані інженерні рішення щодо охорони праці обслуговуючого персоналу при експлуатації змішувача. Можливість технічної реалізації запропонованої системи автоматизації забезпечена комплектом конструкторської документації.

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

РОЗДІЛ 1  
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ  
РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТУ

1.1 Видобування та застосування ільменіту

Більша (близько 90%) частина ільменітових, лейкоксенового і рутилових концентратів використовуються для виробництва діоксиду титану. З ільменітових концентратів отримують синтетичний рутил і титанові шлаки, які можна використовувати як для виробництва губчатого титану, так і діоксиду титану. На виробництво металевого титану використовується 7-10% сировини. Природний рутил, крім того, використовується частково і для обмазки зварювальних електродів. Значні кількості титану містяться в титаномagnetит і його рудах, однак титаномagnetитові концентрат переважно використовується як джерело залізорудної сировини і виплавки природнолегірованих сталей, а шлаки, що утворюються при його переробці і містять ванадій - для отримання пентоксиду ванадію.

Найбільш багатими за змістом діоксиду титану є рутилові концентрати (93-96%), ільменіту містять 44-70% діоксиду титану, а концентрати з лейкоксенового руд містять до 90%  $TiO_2$ . Всього в світі виявлено понад 300 родовищ титанових мінералів, в т. Ч. 70 магматичних (69% світових запасів), 10 в корі вивітрювання (близько 10% запасів) і понад 230 розсипних (20%). Світові запаси титану містяться в ільменіт (понад 82%), анатаз (менше 12%) і рутил (6%). Розсипи отримали найбільше промислове значення і є найбільш залученими в комерційну експлуатацію джерелами рутилового сировини і приблизно половини ільменітового. В даний час, в світі експлуатуються два корінних родовища ільменіту в Канаді і Норвегії з вмістом діоксиду титану відповідно 26 і 18%. Основною сировиною для виготовлення титану (титанової губки) та супутніх товарів є ільменітовий концентрат, основною складовою якого є титановмісна руда – ільменіт.

Ільменіт - найпоширеніший мінерал титану. Його родовища знаходяться в Україні, Австралії, Європі, Південній Африці, Індії, Бразилії, Мадагаскару і США, а також у родовищах важких пісків у Норвегії і Канаді.

Загальні світові ресурси титана поширені у виді трьох головних промислових мінералів - ільменіту, лейкоксену і рутилу (анатазу) та виявлені в тридцяти країнах світу і складають близько 2 млрд. тон  $Ti_2$ . Установлені запаси  $TiO_2$ , зв'язані з ільменітом, оцінюються в 1 млрд. тон, у рутилі (анатазі) – 0,2 млрд. тон.

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		6

Крім титанової промисловості, іншим великим споживачем ільменітових концентратів є промисловість по виробництву пігментного двоокису титану (TiO<sub>2</sub>) – одного з найважливіших компонентів при одержанні лакофарбових матеріалів, пластмас, паперу, хімічних волокон, гуми і будівельних матеріалів та іншої продукції.

Виробництво діоксиду титану здійснюється двома способами: сульфатним, заснованим на розкладанні ільменітових концентратів, що містять 45-56% TiO<sub>2</sub>, або титанових шлаків з вмістом 75-80% TiO<sub>2</sub> сірчаною кислотою з подальшим переведенням сульфатів титану в діоксид. Хлоридні, більш економічний, спосіб полягає в хлоруванні природних рутилових концентратів, синтетичного рутилу або титанових шлаків з вмістом TiO<sub>2</sub> рівним і великим 85%, а також спеціальних шлаків, які пройшли додаткову обробку і містять більше 92% TiO<sub>2</sub>, і отриманні тетрахлориду титану з подальшим його окисненням в діоксид титану. В нашому випадку нам потрібен сульфатний, за допомогою сірчаної кислоти.

## 1.2 Технологічний процес виготовлення ільменіта

Розкладання ільменітового концентрату проводиться періодично у чотирьох реакторах сірчаною кислотою з масовою концентрацією не менше 94%. Сірчану кислоту зі сховищ №5, №6 через витратомір за допомогою насосів поз.РС(1), поз.РС(1) закачують до мірника поз.СР(9), в якому може здійснюватися, за необхідністю, підігрів сірчаної кислоти за допомогою глухої пари, що подається під тиском (0-6)кгс/см<sup>2</sup>, і знаходиться на грюючи елементи (пальці), які занурені у мірник.

Сірчана кислота у кількості від 46 т до 54т у перерахунку на моногідрат (в залежності від хімічного складу ільменітового концентрату) з мірника поз.СР(9) за допомогою насосів поз.РС(8), поз.РС(8) закачується до реакторів розкладання поз.А(1, 2, 3, 4).

Передбачена можливість закачувати сірчану кислоту зі сховищ №5, №6 насосами поз.РС(1), поз.РС(1) до реакторів розкладання поз.А(1, 2, 3, 4), минаючи мірник поз.СР(9).

Стиснуте повітря подається до реакторів за допомогою восьми барботерів, які встановлені у кожному реакторі. Витрата повітря, яке надходить до реактору для перемішування кислоти, становить від 100 до 300 м<sup>3</sup>/год.

Мелений ільменіт концентрат з бункерів поз.Сі(2, 3) за допомогою живильників поз.ЕД(3, 4) крутосхилими скребовими конвеєрами поз.ЕТ(1, 2) подається до бункерів поз.Сі(1, 2), звідки мелений ільменітовий концентрат у кількості від 27 до 31т подається самопливом по трубі-течі до реакторів розкладання.

Витрати повітря при вивантаженні ільменітового концентрату з бункера для перемішування суміші становлять від 700 м<sup>3</sup>/год до 900 м<sup>3</sup>/год.

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		7

Після вивантаження ільменітового концентрату з бункера до реактора розкладання здійснюється перемішування суміші ільменітового концентрату і сірчаної кислоти протягом 10 хв. до 40 хв.

Для початку реакції між сірчаною кислотою та ільменітовим концентратом підвищують температуру маси до температури 80-130 °С.

Для досягнення цієї температури в реактор зі збірників води поз.SR(2, 3) самопливом подається вода у кількості від 0,5т до 4,0т або гідролізна сірчана кислота в перерахунку на ту саму кількість води. У цьому випадку реакційна суміш розігрівається від тепла, що виділяється при розбавленні початкової сірчаної кислоти водою «на поштовх» реакції до значення масової частки сірчаною кислоти у розчині від 86% до 94%. Витрата повітря на перемішування суміші для «поштовху» реакції становить від 1000 м<sup>3</sup>/год до 1700 м<sup>3</sup>/год.

За необхідністю для підігріву реакційної суміші використовується гостра пара, що подається на «стіл» реактора.

Об'ємна витрата стиснутого повітря під час проведенні реакції розкладання становить від 1500 м<sup>3</sup>/год до 1700 м<sup>3</sup>/год.

Після закінчення реакції (кінець реакції визначається за досягненням максимальної температури в інтервалі значень від 150 °С до 200 °С у реакторі та за зниженням тиску на барботери) плав, що утворився, продувається стиснутим повітрям протягом 5-10 секунд. Об'ємна витрата стиснутого повітря на продування становить від 2000 м<sup>3</sup>/год до 3200 м<sup>3</sup>/год.

Після цього повітря перебивається і плав визрівас впродовж від 1 до 3 годин. У цей час завершується реакція розкладання ільменітового концентрату сірчаною кислотою та досягається найбільший вихід продукту.

Після визрівання плав охолоджується стиснутим повітрям до температури від 70 °С до 80 °С. Об'ємна витрата повітря на охолодження плав становить від 2000 м<sup>3</sup>/год до 3000 м<sup>3</sup>/год. Плав охолоджується протягом 1-2,5 годин.

Для вилуговування плав до збірника підкисленої води поз.SR-9 подають від 1т до 3т концентрованої сірчаної кислоти або гідролізну кислоту (в тій самій кількості у перерахунку на моногідрат) для приготування підкисленої води й оборотну підігріту воду з буферної ємності поз.SR-4. Після цього підкислена та підігріта вода направляються по черзі до реакторів розкладання. Загальний об'єм розчину в реакторі після подачі підкисленої і підігрітої води становить 100-120 м<sup>3</sup>. Плав вилуговується від 5 до 8 годин при об'ємній витраті повітря від 1000 м<sup>3</sup>/год до 2000 м<sup>3</sup>/год.

У разі аварії в системі водообороту, передбачена подача промислової (річкової) води для вилуговування плав.

						СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			8

Особливе значення для отримання розчину високої якості має час досягнення нормованої густини розчину після вилуговування. Густина розчину після вилуговування протягом чотирьох годин має бути не менше 1460 г/см<sup>3</sup>.

Дозування води необхідно здійснювати одноразово, без корегування густини розчину після завершення процесу вилуговування.

У гідролізній кислоті, що подається на розкладання, не допускається наявність домішок гідратованого діоксиду титану, а в оборотній і промисловій воді наявність завислих частинок.

З метою виведення з системи хромофорних домішок, що накопичуються під час технологічного процесу, для вилуговування плаву протягом не менше трьох діб на місяць необхідно застосовувати тільки концентровану сірчану кислоту.

У випадку утворення в реакторах розкладання нерозчинних залишків, у реактор заливається вода, нагрівається парою та подається стиснуте повітря через барботери. Після розчинення осаду розчин, що утворився, відкачується на станцію нейтралізації.

### 1.3 Режими роботи системи розкладання. Функції оператора.

Автоматична система управління технологічним процесом розкладання

#### 1. Порядок підготовки до проведення процесу в автоматичному режимі.

Для підготовки реактора до автоматичного проведення процесу потрібно:

провести візуальний огляд футерувального захисту стін та днища реактора;

відкрити засувки на трубопроводах води: “на поштовх”, гарячої, підкисленої води, сірчаної кислоти, пари, стиснутого повітря в реактор і на продування завантаження ільменіту;

закрити засувку на лінії зливу реактора.

В автоматичному веденні процесу розкладання задіяти виконавчі механізми:

- клапан подачі сірчаної кислоти у реактор;
- заслінка завантаження ільменіту в реактор;
- заслінка продування завантаження ільменіту;
- заслінка регулювання витрати повітря у реактор;
- заслінка завантаження води “на поштовх”;
- заслінка подачі пари у реактор;

#### 2. Завдання технологічного режиму розкладання

Завдання технологічного режиму процесу розкладання в режимній карті реактора апаратником за вказівкою мастера зміни. На панелі головного меню програми натискаються

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	СУ71.151.ПЗ					

“Режимная карта”. “Режимная карта” складається з 13 операцій, які мають бути виконані в процесі розкладання. Кожна операція має задані дії, які необхідно виконати для переходу до наступної операції.

Операція №1 - продування реактора. Встановлюється: витрата стисненого повітря на барботери і час продування.

Операція №2 - завантаження сірчаної кислоти. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, кількість сірчаної кислоти, що завантажується, в тонах у перерахунку на моногідрат та в тонах натурі.

Операція №3 - завантаження ільменіту. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, кількість ільменіту, що завантажується, коефіцієнт співвідношення

Операція №4 - перемішування. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, час перемішування.

Операція №5 - дозування води “на поштовх”. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, об’ємна кількість (у м3) води, що завантажується, масова частка сірчаної кислоти після дозування.

Операція №6 - підігрів суміші. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, температура до якої необхідно підігріти суміш в реактор або час підігріву.

Операція №7 - основа реакція. Встановлюється: витрата стиснутого повітря.

Операція №8 - продування плаву. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, кількість продувань, час продування.

Операція №9 - визрівання плаву. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, час визрівання.

Операція №10 - охолодження плаву. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, час охолодження плаву.

Операція №11 - дозування підкисленої води. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, кількість підкисленої води (у %), яка завантажується в реактор.

Операція №12 - дозування гарячої води. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, кількість гарячої води (у м3), яка завантажується в реактор, коефіцієнт співвідношення. Коефіцієнт співвідношення встановлює кількість гарячої води на 1 тону завантаженого ільменіту.

Операція №13 - вилуговування плаву. Встановлюється: витрата стиснутого повітря, час вилуговування.

Після встановлення завдання для кожної операції процесу розкладання вибирається режим проведення операції.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

СУ71.151.ПЗ

Лист

10

#### 1.4 Висновок. Постановка задач проектування

Отже на підставі вище викладеного ми бачимо, що дуже багато параметрів контролю, тому потрібно розробити автоматизовану систему. Поставимо наступні задачі проектування, що належать вирішенню в рамках проекту.

**Задача 1.** Розробити функціональну схему автоматизації, здійснити вибір технічних засобів автоматизації.

**Задача 2.** Розробити алгоритм роботи.

**Задача 3.** Врахувати економічну частину.

**Задача 4.** Розглянути питання охорони праці при експлуатації.

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11



## РОЗДІЛ 2

### ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

#### 2.1 Вимоги до автоматизованої системи розкладання ільменітового концентрату

##### 2.1.1. Вимоги до системи в цілому

##### 1. Структурна схема КТЗ

При проектуванні комплексу технічних засобів (КТЗ) автоматизованої системи управління АСУ ТП «Разложение-Тн1С» використовуються наступні вихідні данні:

- платформа автоматизації – Simatic S7-300 фірми Siemens;
- архітектура вводу\виводу – централізована;
- аналогові входи – 4...20мА;
- аналогові виходи – 4...20мА;
- дискретні входи – «сухі контакти» датчиків положення в реле, живлення 24В постійного струму;
- дискретні виходи – «сухі контакти» контролера, живлення 24В постійного струму.

У состав КТЗ АСУ ТП «Розкладання-Тн1С» входять:

- дві операторські станції – це ЕОМ звичайного використання, призначена для організації збору, обробки та зберігання інформації;
- контролерна станція – будується на базі програмуємих контролерів Simatic S7-300;
- мнемосхема – панель с умовним зображенням керованого об'єкта, котра наглядно показує стан об'єкта і хід виробничого процесу за допомогою індикаторів;
- датчики, перетворювачі та виконавчі механізми.

##### 2. Чисельність і кваліфікація персоналу АСУ ТП.

Експлуатація та обслуговування АСУ ТП повинні проводитися спеціально підготовленим персоналом. Ступінь область підготовки персоналу визначається його функціями.

Користувачі АСУ ТП повинні мати основні уявлення про роботу в середовищі MS Windows, функціональні можливості, об'єкти контролю та причепи роботи автоматизованої системи управління процесом.

Можливості окремих користувачів по отриманню та зміни інформації визначаються керівництвом служби відділу АСУ Замовника (далі - адміністратор) і регламентується системою ідентифікації користувача і пральний захистом. Для запобігання

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

несанкціонованого доступу до інформації коло користувачів повинен бути чітко визначений.

Адміністратор повинен мати уявлення про роботу операційної системи і організації роботи мережевих додатків, системі програмування.

Обслуговування технічних засобів повинно здійснюватися службами Замовника відповідно до визначеними межами обслуговування. Межі обслуговування визначаються наказом по підприємству на етапі введення АСУ ТП в експлуатацію.

#### 2.1.2. Вимоги до функцій, виконуваних системою

Режим функціонування АСУ ТП – цілодобовий, безперервний. АСУ ТП повинна забезпечувати наступні режими управління:

- автоматичний;
- дистанційний;
- місцевий.

У режимі «автоматичний» - АСУ ТП підтримує задану програму без втручання людини.

У режимі «дистанційний» - управління виконується з пульта оператора.

У режимі «місцевий» - управління виконується за допомогою апаратури управління, розташованої безпосередньо поблизу обладнання.

АСУ ТП повинна забезпечувати виконання наступних функцій:

- контроль параметрів;
- управління виконавчими механізмами;
- збір та первинна обробка інформації;
- розрахунок вторинних параметрів;
- реєстрація контролюємих параметрів;
- відображення контролюємих і розрахункових параметрів;
- ведення аварійних протоколів;
- контроль справності обладнання та каналів зв'язку;
- підготовка звітів.

#### 2.1.3 Вимоги до видів забезпечення

##### 1. Вимоги до інформаційного забезпечення.

В основу інформаційного забезпечення АСУ ТП покладено принцип збіра та первинної обробки інформації:

- отримання сигналів;

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		13

- перетворення сигналів;
- запис інформації в оперативну базу.

Сигнали приймаються від датчиків та перетворювачів з уніфікованими вихідними сигналами постійного струму 4...20мА, датчиків дискретних сигналів типу «сухой контакт».

Опитування датчиків здійснюється не рідше одного разу в секунду.

Інформація, що виводиться відображається в наступних основних форматах:

- таблиці;
- графіки;
- мнемосхеми.

При відображенні поточних значень параметрів індицируються:

- найменування;
- значення параметра.

При відображенні архівних значень індицируються:

- найменування параметра;
- значення параметра;
- час реєстрації.

При виході значень контролюємих параметрів за можливі границі, невідповідності стану технічних засобів виданої команді та других нештатних ситуаціях виводяться відповідні відповідні інформаційні повідомлення, супроводжуване звуковою та світловою сигналізацією.

АСУ ТП забезпечує підготовку звітів в заданому форматі. Перечень і формати звітів визначаються на етапі розробки програмного забезпечення. Друк звітів здійснюється з використанням друкуючих пристроїв.

## 2. Вимоги до програмного забезпечення.

Ефективність та якість розроблюваного програмного продукту багато в чому залежать від правильності вибраних методів засобів проектування та розробки програмного забезпечення. Якість проектування надає вирішальний вплив на успіх проекту, тобто на продуктивність і надійність розроблюваного ПО.

Основою АСУ ТП є промислове програмне забезпечення SIMATIC, що є основою для розробки всіх систем автоматичного управління, створених на базі виробів SIMATIC. Це програмне забезпечення предостовляє користувачеві повний комплект інструментальних засобів, необхідних для всіх етапів розробки і експлуатації системи управління. Всі дані проекту зберігаються в єдиній базі даних. Вони можуть виводиться тільки один раз, вважали чого стає доступними для всіх програмних компонентів.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	СУ71.151.ПЗ					

Управління всіма інструментальними засобами і компонентами здійснюється централізовано.

ПО забезпечує доступ (через пароль) з операторської станції до всіх Налаштування дають регуляторів, тимчасовим вставкам, а так само можливості коригування. Замовнику передаються всі паролі після проведення навчання.

Основу промислового програмного забезпечення SIMATIC становить пакет STEP 7, що працює під управлінням операційних систем Windows XP PROF \ 7 PROF.

В даний час найбільш ефективним засобом розробки ПЗ систем диспетчерського управління, збору і обробки інформації є так звані SCADA-системи (Supervisory Control And Data Acquisition).

SCADA-система АСУ ТП «Разложение Тн1С» побудована на базі ліцензійного програмного продукту Rockwell Software RSView 64 на 1500 тегів.

### 3. Вимоги к технічному забезпеченню.

На підставу переліку аналогових, дискретних вхідних-вихідних параметрів і функцій, реалізованих системою, складається:

- перелік вимірювальних каналів;
- перелік керуючих і обчислювальних каналів;
- склад контроллерной станції;
- склад операторської станції;
- вимога до точності вимірювальних каналів;
- вимога до сумісності технічних засобів.

## Контролерна станція

Склад контролерної станції для побудови системи АСУ ТП «Разложение-Тн1С» включає в себе наступні пристрої і модулі:

- центральний процесор – 6ES7315-2FG10-0AD0 – 1 шт;
- профільна шина – 6ES7390-1AE80-0AA0 – 2 шт;
- блок живлення – 6ES7307-1EA00-0AA0 – 2 шт;
- інтерфейсний модуль – 6ES7365-0DA01-0AA0 – 1 шт;
- модуль аналогового вводу – 6ES7331-1KF01-0AB0 – 5 шт;
- модуль аналогового виводу – 6ES7332-5HF00-0AB0 – 1 шт;
- модуль дискретного вводу – 6ES7321-1BL00-0AA0 – 3 шт;
- модуль дискретного виводу – 6ES7322-1BL00-0AA0 – 3 шт;
- карта пам'яті – 6ES7953-8LI11-0AA0 – 1 шт;
- фронтальний з'єднувач – 6ES7392-1AM00-0AA0 – 12 шт;
- комунікаційний процесор – 6GK1561-1AM01 – 1 шт;
- комунікаційний процесор – 6GK1551-2AA00 – 1 шт;
- з'єднувач для підключення до Profibus – 6ES7972-0BB12-0XA0 – 3 шт;
- з'єднувальний кабель – 6XV18300ET10 – 1 шт.

Основні технічні характеристики центрального процесору 6ES7315-2AG10-0AB0 приведені в таблиці 2.1

Таблица 2.1- Технические характеристики центрального процессора 6ES7315-2AG10-0AB0.

Характеристика	Значения
Пам'ять	
Рабочая память:	128Кбайт
<ul style="list-style-type: none"> <li>● встроенная, RAM</li> <li>● расширение</li> </ul>	Нет
Загружаемая память:	Нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>● встроенная</li> <li>● микро карта памяти</li> </ul>	До 8Мбайт
Минимальное время выполнения:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● логических операций</li> <li>● операций со словами</li> <li>● арифметических операций с фиксированной точкой</li> <li>● арифметических операций с плавающей точкой</li> </ul>	0.1мкс 0.2мкс 2.0мкс

	6.0мкс
Счетчики:	
S7-счетчики: <ul style="list-style-type: none"> <li>• общее количество</li> <li>• из них сохраняющих состояние при перебоях в питании</li> <li>• числовой диапазон счета</li> </ul>	256 Настраивается: C0...C256  1...999
Программирование:	
Языки программирования Структура программы	STEP 7 V5.2 SP1, S7-SCL, S7-GRAPH  Линейная, разветвленная
Часы реального времени	+/- 10с за сутки
1-й встроенный интерфейс	
Тип интерфейса Гальваническое разделение внешних и внутренних цепей Потребляемый ток, не более Функции: <ul style="list-style-type: none"> <li>• MPI</li> <li>• PROFIBUS-DP</li> <li>• PtP</li> </ul>	RS 485 Есть 200мА/=15...30В  Есть Нет Нет
2-й встроенный интерфейс	
Тип интерфейса Гальваническое разделение внешних и внутренних цепей Потребляемый ток, не более Функции: <ul style="list-style-type: none"> <li>• MPI</li> <li>• PROFIBUS-DP</li> <li>• PtP</li> </ul>	RS 485 Есть 200мА/=15...30В  Нет Есть Нет
Общие технические данные	

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

СУ71.151.ПЗ

Лист

17

Напряжение питания:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• номинальное значение</li> <li>• допустимый диапазон изменений</li> </ul>	=24В
Потребляемый ток	20.4...28.8В
Пусковой ток	60мА
Потребляемая мощность	2.5А
Габариты	2.5Вт
Масса	40×125×130 мм
	0.29кг

Таблица 2.2. Технические характеристики модулей аналогового ввода 6ES7331-1KF01-0AB0.

Характеристика	Значение
Общие технические данные	
Общее количество входов	8
<ul style="list-style-type: none"> <li>• из них для измерения сопротивления</li> </ul>	8
Длина экранированного кабеля, не более	200м
Фронтальный соединитель	40-полюсный
Напряжение, токи, потенциалы	
Напряжение питания электроники модуля	=5В, от внутренней шины
Защита от неправильной полярности напряжения питания	Нет
Гальваническое разделение:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• между каналами и внутренней шиной</li> <li>• между каналами и цепью питания электроники</li> <li>• между каналами различных групп</li> </ul>	Есть - Нет
Погрешности измерения	
Данные для выбора датчиков	
Параметры входных сигналов:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• датчики напряжения</li> <li>• датчики силы тока</li> </ul>	+/-5В/2МОм, 1...5В/2МОм, +/-10В 0...20мА/250Ом, +/-20мА/250Ом

	4...20мА/250Ом
--	----------------

Таблица 2.3. Технические характеристики модулей аналогового ввода 6ES7332-5HF00-0AB0.

Характеристика	Значение
Общие технические данные	
Общее количество выходов	8
Длина экранированного кабеля, не более	200м
Фронтальный соединитель	40-полосный
Напряжение, токи, потенциалы	
Напряжение питания нагрузки	=24В
<ul style="list-style-type: none"> <li>● защита от неправильной полярности</li> </ul>	Есть
Гальваническое разделение:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● между каналами и внутренней шиной</li> </ul>	Есть
<ul style="list-style-type: none"> <li>● между каналами и цепью питания электроники</li> </ul>	Есть
<ul style="list-style-type: none"> <li>● между каналами</li> </ul>	Нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>● между каналами и цепью питания нагрузки</li> </ul>	Есть
Погрешности измерения	
Рабочая погрешность преобразования (во всем температурном диапазоне, по отношению к конечной точке шкалы):	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● для каналов напряжения</li> <li>● для каналов силы тока</li> </ul>	+/-0.5%
+/-20мА, 0...20мА, 4...20мА	+/-0.6%
Данные для выбора исполнительных устройств	
Диапазон изменения выходных сигналов:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● для каналов напряжения</li> <li>● для каналов силы тока</li> </ul>	0...10В; +/-10В; 1...5В
	4...20мА; +/-20мА; 0...20мА



Таблица 2.4. Технические характеристики модулей дискретного ввода 6ES7321-1BL00-0AA0.

Характеристика	Значение
Общие технические данные	
Количество входов	32
Длина кабеля, не более	200м
<ul style="list-style-type: none"> <li>● обычного</li> <li>● экранированного</li> </ul>	600м
Фронтальный соединитель	1000м
	40-полюсный
Данные для выбора датчиков	
Входное напряжение:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● номинальное значение</li> <li>● допустимый диапазон изменений</li> <li>● высокого уровня</li> <li>● низкого уровня</li> </ul>	=24В
	20.4...28.8В
	13...30В
	-30...+5В

Таблица 2.5 Технические характеристики модулей дискретного вывода 6ES7322-1BL00-0AA0.

Характеристика	Значение
Общие технические данные	
Количество выходов	32
Длина кабеля, не более	200м
<ul style="list-style-type: none"> <li>● обычного</li> <li>● экранированного</li> </ul>	600м
Фронтальный соединитель	100м
	10-полюсный
Напряжение, токи, потенциалы	
Напряжение питания нагрузки	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● номинальное значение</li> <li>● допустимый диапазон изменения</li> <li>● защита от неправильной полярности</li> </ul>	=24В
	20.4...28.8В

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

Гальваническое разделение:	Нет
<ul style="list-style-type: none"> <li>● между выходами и внутренней шиной</li> <li>● между группами выходов</li> <li>● между каналами</li> <li>● количество выходов в группах</li> </ul>	Есть
	Есть
	4×8
Данные для выбора приводов	
Выходное напряжение логической единицы, не менее	L+/-0.8В
Выходной ток высокого уровня:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● номинальное значение</li> <li>● допустимый диапазон изменений</li> </ul>	0.5А
	5мА...0.6А

### **Операторська станція.**

Склад операторської станції для побудови системи АСУ ТП «Разложение-Тн1С» включає в себе наступні пристрої:

- монітор – TFT панель 19";
- системний блок – системна плата Gigsbyt на 915 чипсете з інтегрованим відео та мережевим контролером, жорсткий диск ємністю 80 ГБ, ОЗУ ємністю 512 МБ, корпус в промисловому виконанні з системою фільтрів.

### **Технічні засоби**

Основні технічні характеристики датчиків, перетворювачів та виконавчих механізмів.

*Тензодатчик* НВМ RTN 0.05\15Т – клас точності 0.05%, робочий коефіцієнт передачі 2.85 mВ\В, вхідний опір 4480 Ом, вихідний опір 4100 Ом, еталонна напруга живлення 5В, номінальна напруга живлення 5...30В, номінальний діапазон температур - 10...+40°C, робочий діапазон температур -40...+80°C, ступінь захисту IP68.

*Блок перетворювання сигналів тензодатчиків* БПТ-2 – кількість незалежних каналів – один, напруга живлення датчика 10В, робочий коефіцієнт передачі -0,8...3mВ\В, початкове значення вхідного сигналу 0mВ, діапазон змінення вхідного сигналу 28.5mВ, діапазон вихідного сигналу 4...20mA, найбільша погрішність перетворення +/- 0.25%.

*Ультразвуковий рівнемір Probe LU* – діапазон вимірювання до 6м, точність 6мм, частота 54 кГц, діапазон вихідного сигналу 4...20мА, матеріал контактуючий із середовищем PVDF, робочій діапазон температур – 40...+80°C, ступінь захисту IP68.

*Масовий витратомір* – діаметр умовного проходу 80мм, відносна похибка виміру маси 0.2%, відносна похибка виміру щільності 1.0%, відносна похибка виміру температури 1.0%, протокол обміну Profibus DP, діапазон вихідного сигналу по витраті 4...20мА, робочій діапазон температур – 50...+180°C, ступінь захисту IP67.

*Індукційний витратомір* – діаметр умовного проходу 100мм, фланцевого виконання, футеровка PTFE, діапазон температур середовища вимірювання -20...100°C, діапазон вихідного сигналу 4...20мА, напруга живлення перетворювача 220В, відносна похибка вимірювання  $\pm$  0.5%, ступінь захисту IP65.

*Перетворювач тиску Aplisens PC-28* – діапазон змінення вхідного сигналу 0...0.4 Мпа (0...0.6Мпа), напруга живлення 12...36В постійного струму, діапазон температури середовища вимірювання -50...120°C, діапазон вихідного сигналу 4...20мА, відносна погрішність вимірювання  $\pm$  0.25, ступінь захисту IP65.

*Перетворювач різниці тиску Aplisens PR-28* – діапазон змінення вхідного сигналу 0...6.3 кПа (0...25кПа), напруга живлення 12...36В постійного струму, діапазон температур середовища вимірювання – 50...120°C, діапазон вихідного сигналу 4...20мА, приєднувальний пристрій для монтажу з вентельним блоком, відносна похибка вимірювання  $\pm$  0.3%, ступінь захисту IP65.

*Перетворювачі температури термоелектричні* – статична характеристика ХК(L), діапазон вимірювальних температур -40...+600°C, матеріал захисної арматури 12Х18Н10Т, матеріал голівки АГ-4В, ступінь захисту IP54.

*Блок перетворення сигналів термопар БПТ-22* – кількість незалежних каналів – два, схема підключення двухпровідна, статистична характеристика ХК(L), діапазон вимірюємих температур 0...100°C (0...250°C, 0...50°C), діапазон вихідного сигналу 4...20мА, найбільша похибка перетворення  $\pm$  0.25%.

*Перетворювач змінного струму ПНС-3* – діапазон змінення вхідного сигналу 0..5А, діапазон вихідного сигналу 4...20мА, напруга живлення 220В, найбільша похибка перетворення  $\pm$  0.25%.

*Сигналізатор рівня рідини DPZ-2R* – чутливість – 7.5 кОм, здатність перемикаєти – 8 А, 380 В, 2000 ВА, температура навколишнього середовища -25...+50°C, матеріал електроду титану, ступінь захисту IP54.

*Клапан дисковий поворотний Inter App* – тиск до 16бар, корпус чавун GGG40, диск Nalar (нерж.ст. 1.4408), ущільнення EPDM, температура робочого середовища до 130°C,

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		22

в комплекті з пневмоприводом двосторонньої дії, блоком кінцевих вимикачів або позиціонером 0.2...1.0бар.

#### 4. Вимоги к організаційному забезпеченню

Вимоги до структури та функціям підрозділів, що беруть участь та що забезпечують експлуатацію системи управління:

- начальник цеху, на підставі даних отриманих від АСУ ТП, здійснює технічне та адміністративно-господарське керівництво;
- технолог цеху, начальник відділення на підставі результатів лабораторних аналізів оперативних даних, одержуваних від АСУ ТП, здійснює управління технологічним процесом через начальника зміни;
- начальник зміни, керуючись оперативними даними від АСУ ТП і даними цехової лабораторії, здійснюється контроль над технологічним процесом протягом зміни, приймає рішення щодо його корегування;
- апаратники здійснюють контроль за ходом процесу і оперативне управління стадіями виробництва, введення в систему АСУ ТП даних аналітичного контролю;
- майстер КВП і А спільно з відділом АСУ ТП здійснює керівництво ТО і РО комплексу технічних засобів АСУ ТП відділення;
- енергетик цеху здійснює керівництво ТО і РО електрообладнання керованого АСУ ТП;
- механік цеху здійснює керівництво ТО і РВ технологічного обладнання керованого АСУ ТП, в тому числі регулюючих механізмів;
- інженер-електронник здійснює поточний ремонт обчислювальної техніки АСУ ТП згідно з інструкцією по визискуванню. [1]

#### 5. Вимоги до методичного забезпечення.

У складі нормативно-технічної документації системи передбачити наступні інструкції:

- інструкція з експлуатації АСУ ТП для технологічного персоналу;
- інструкція з експлуатації програмно-технічного комплексу АСУ ТП службами КВП і автоматизації і відділом АСУ.

#### 6. Вимоги до математичного забезпечення.

В основу математичного забезпечення покладено функції з реалізації виконання технологічних операцій (алгоритм роботи).

					СУ71.151.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		23

## 2.2 Функціональна схема автоматизації

В ФСА описані та показані зв'язки всіх елементів, визначає структуру і рівень автоматизації технологічного процесу об'єкта. На функціональній схемі за допомогою умовних графічних позначень вказують технологічне обладнання, комунікації, органи керування, прилади і засоби автоматизації та ін. із зазначенням зв'язків між ними, таблиці умовних позначень і необхідних пояснень. Функціональна схема автоматизації системи розкладання ільменітового концентрату наведено в додатку А.

## 2.3 Контури управління

Розглянемо деякі контури управління:

### 1. Завантаження ільменіту

Заповнення мірки ільменітом проводиться дискретним регулятором WILSI1 у ручному або автоматичному режимах. Вмикається двигун М, який починає рухати крутопохилий редлер ET-1 який керується відповідним сингалом SCY, який завантажує ільменіт до бункера Si-1, в бункері стоїть тензодатчик WE, який контролює кількість завантаженого ільменіту, потім весь ільменіт потрапляє до реактору, через спеціальну заслінку з перетворювачем с тензодатчика WCY.

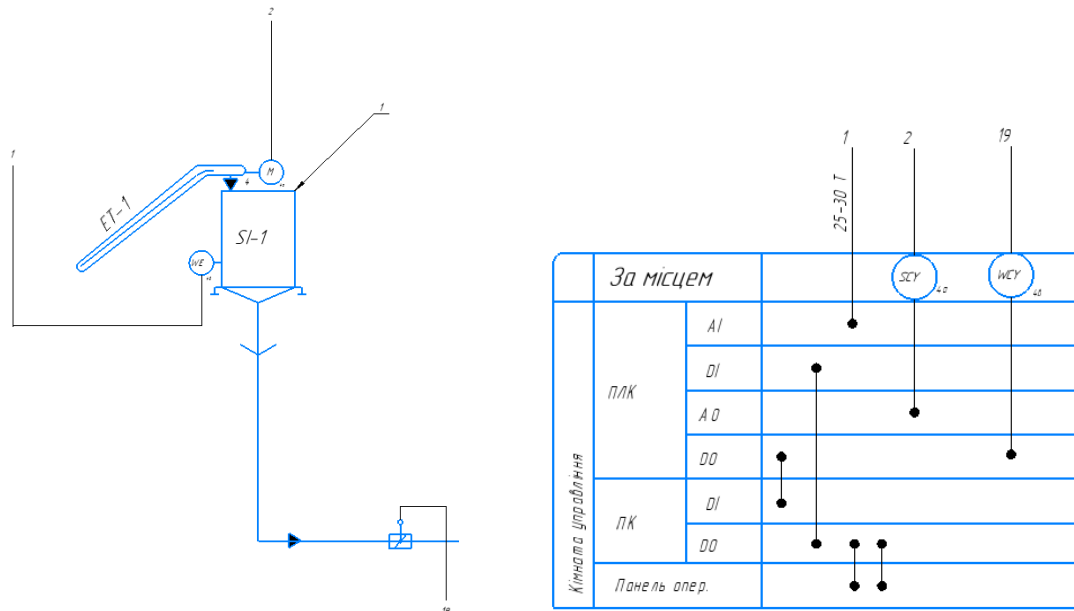


Рисунок 2.1 – Контур дозування ільменіту

### 2. Приготування води на поштовх

Приготування води на поштовх у мірці SR2 проводиться дискретним регулятором ЛТВSR2 у ручному або автоматичному режимах. В реактор потрапляє вода через збірник SR2 для коректної подачі кількість води використовується датчик

верхнього рівня LE та пневматичний клапан, який керується відповідним сигналом LCY.

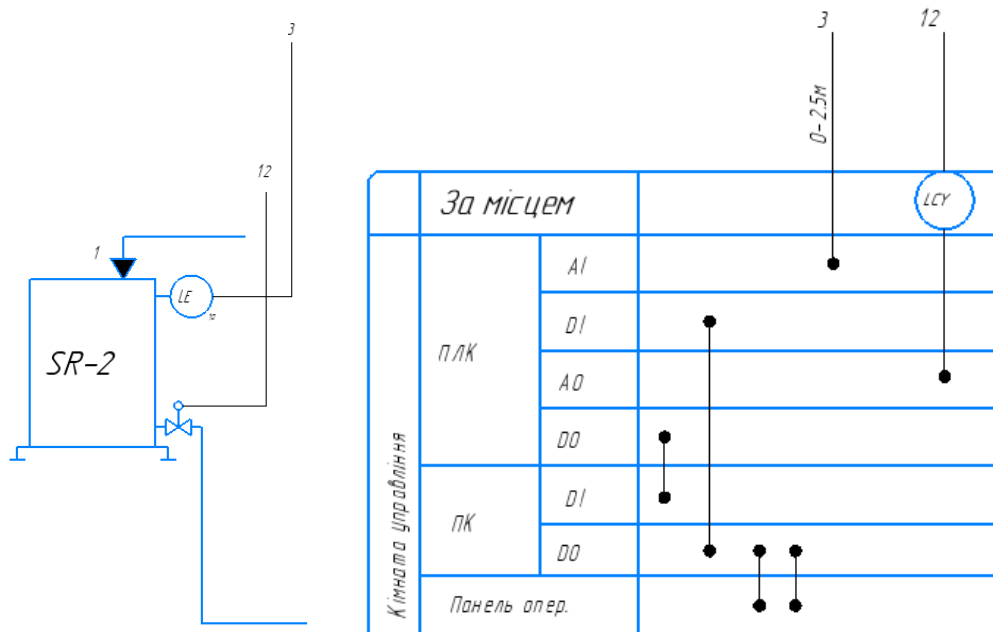


Рисунок 2.2 – Контур дозування води на поштовх

#### 2.4 Висновки

Отже, важливо дотримання всіх вимог до системи в цілому, бо виконання її функцій залежить від послідовності дій описаних у розділі. Вимоги до забезпечень потребують чітких виконань схем КТЗ, наявність передбачення архітектурних покращення приміщень, операторських та контролерних станцій, якісних датчиків та механізмів. Тому, для використання в роботі системи, необхідно ефективні інженерні рішення та економічний розрахунок витрат і переваг на отримання хисту від застосування системи. Останнє описання в 4 розділі.

### РОЗДІЛ 3

## АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗКЛАДАННЯ ІЛЬМЕНІТОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

### 3.1 Алгоритми робот системи розкладання

#### 1. Приготування кислотої води в ємності SR9/1003.

Приготування кислотої води проводиться дискретним регулятором LквSR\1 у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, уведення завдання, управління заслінками проводиться з панелі регулятора. Панель викликається із загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Дозування води в SR9/1003
- Дозування технічного повітря в SR9/1003
- Маса кислоти Дозування сірчаної кислоти в SR9/1003;
- Рівень кислотої води в SR9/1003

Автоматичний режим. Виконується наступна послідовність операцій приготування розчину.

№1. Дозування води в SR9/1003. Відкриття клапану WвSR9\1 при виконанні умов:  $LквSR\1 \leq LквSR\1min$ , клапан зливу WквSR9\1 закритий. Закриття клапану WвSR9\1 при  $LквSR\1 \geq LквSR\1нач + \Delta LквSR\1$ .

№2. Дозування сірчаної кислоти в SR9/1003. Пуск насосу PC1,2 відкриття клапану відсічення КоА, відкриття клапану дозування кислоти WскSR9\1 при: клапани дозування кислоти у реактора WскA1...A4 закриті, клапан дозування кислоти на відбілювання КоО закритий.

Зупинка насосу PC1,2 при Wск = WскSR9\1 задан. Після зупинки PC1,2 закриття клапану відсічення КоА, закриття клапану дозування сірчаної кислоти WскSR9\1.

№ 3. Дозування технічного повітря в SR9/1003. Відкриття клапану повітря WскSR9\1 при: клапан дозування кислоти WскSR9\1 відкритий. Закриття клапану WскSR9\1 з плином часу  $\Delta t WвзSR9\1$ . Під час виконання операцій № 1,2,3 блокування команд на відкриття заслінки зливу WквSR9\1. Кінець приготування й готовність дозування кислотої води в реакторі з плином часу  $\Delta t WвзSR9\1$ .

Ручний режим. Відкриття/закриття клапанів з панелі регулятора LквSR\1 операторської станції.

Механізм, що виконує:

- Клапан на трубопроводі води в ємності SR9/1003
- Клапан на трубопроводі кислоти в ємності SR9/1003

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата				СУ71.151.ПЗ	

- Клапан на трубопроводі повітря в ємності SR9/1003
- Клапан зливу кислої води з ємності SR9/1003

Примітка:

- $L_{квSR} \setminus 1_{min} \Delta L_{квSR} \setminus 1$  - задаються з панелі регулятора.
- $W_{скзадан}$  - задається з панелі регулятора  $L_{квSR} \setminus 1$ .
- Дублювання пуск/стоп PC1,2 на пульті оператора.
- $\Delta t W_{взSR9} \setminus 1$  задається з панелі регулятора  $L_{квSR} \setminus 1$ .
- Дублювання откp/закр заслінок на пульті оператора

## 2. Заповнення мірки SI1 ільменітом

Заповнення мірки ільменітом проводиться дискретним регулятором  $W_{ilSI1}$  у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, введення завдання, управління електрообладнанням проводиться панелі регулятора. Панель викликається з загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Маса ільменіту в мірці SI1
- Управління роботою елеватора ET-1
- Управління роботою шлюзовика ЕД-3
- Дозування ільменіту в реакторі А1
- Дозування ільменіту в реакторі А2

Автоматичний режим. Вмикання елеватора ET-1, вмикання шлюзовика ЕД-1 при: шиберні заслінки  $W_{ilA1}$ ,  $W_{ilA2}$  завантаження ільменіту в реактори зачинені, маса ільменіту в мірці  $W_{ilSI1} \leq W_{ilSI1min}$ . Вмикання шлюзовика ЕД-3, вимикання елеватора ET-1 при  $W_{ilSI1} \geq W_{ilSI1max}$ .

Ручний режим. Пуск/стоп елеватора і шлюзовика з панелі управління регулятора  $W_{ilSI1}$  операторської станції.

Механізм, що виконує:

- Елеватор ET-1;
- шлюзовик ЕД-3.

Примітка:

$W_{ilSI1min}$ ,  $W_{ilSI1max}$  задається з панелі регулятора. Дублювання пуск/стоп елеватора й шлюзовика з пульту оператора.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	СУ71.151.ПЗ					



### 3. Заповнення мірки SI2 ільменітом

Заповнення мірки ільменітом проводиться дискретним регулятором WILSI2 у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, введення завдання, управління електрообладнанням проводиться з панелі регулятора. Панель викликається з загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Маса ільменіту в мірці SI2
- Управління роботою елеватора ЕТ-2
- Управління роботою шлюзовика ЕД-4.
- Дозування ільменіту в реакторі А3.
- Дозування ільменіту в реакторі А4.

Автоматичний режим. Вмикання елеватора ЕТ-2, вмикання шлюзовика ЕД-2 при: шиберні заслінки WILA3, WILA4 завантаження ільменіту в реактори зачинені, маса ільменіту в мірці  $WILSI2 \leq WILSI2min$ . Вмикання шлюзовика ЕД-4, вимикання елеватора ЕТ-2 при  $WILSI2 \geq WILSI2max$ .

Ручний режим. Пуск/стоп елеватора і шлюзовика з панелі управління регулятора WILSI2 операторської станції.

Механізм, що виконує:

Елеватор ЕТ-2, шлюзовик ЕД-4

Примітка:

WILSI2min, WILSI2max задається з панелі регулятора. Дублювання пуск/стоп елеватора й шлюзовика з пульту оператора.

### 4. Приготування гарячої води в SR4

Приготування гарячої води проводиться дискретним регулятором LSR903 та аналоговим регулятором TSR401 у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, уведення завдання, управління заслінками проводиться з панелі управління регуляторами. Панелі викликається з загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Ріень гарячої води в SR4
- Температура гарячої води в SR4

										Лист
										28
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

- Дозування води в SR4
- Дозування конденсата в SR4

Автоматичний режим заповнення. Відкриття клапану WвSR4 подачі води в ємність або клапана WкSR4 при: насос PC4 зупинений,  $L_{гвSR4} \leq L_{гвSR4 \text{ min}}$ . Блокування всіх команд на пуск насосу PC4. Закриття клапану при  $L_{гвSR4} \geq L_{гвSR4 \text{ max}}$ .

Автоматичний режим підігріву. Підтримання температури відповідно до завдання регулятора TгвSR4.

Ручний режим заповнення. Відкриття/закриття заслінок з панелі регулятора LгвSR4 операторської станції.

Ручний режим підігріву. Регулювання положення клапану.

Механізм, що виконує:

- Заслінки на трубопроводі води і конденсату в ємності SR4.
- Клапан на трубопроводі пару в ємності SR4.

Примітка:

LгвSR4 min, LгвSR4 max задається з панелі регулятора. Дублювання відкр/закр заслінки води з пульту оператора.

## 5. Приготування води на поштовх в SR2

Приготування води на поштовх у мірці SR2 проводиться дискретним регулятором LтвSR2 у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, уведення завдання, проводиться з панелі управління регулятором. Панель викликається з загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Рієнь води на поштовх в SR2

Автоматичний режим заповнення. Відкриття клапану WвSR2 при: заслінки дозування води на поштовх WтвA1,2 зачинені,  $L_{твSR2} \leq L_{твSR2 \text{ min}}$ . Блокування команд на відкриття WтвA1,2. Закриття клапану WтвSR2 при  $L_{твSR2} \geq L_{твSR2 \text{ max}}$ .

Ручний режим. Відкриття/закриття клапану з панелі регулятора LтвSR2 операторської станції.

Механізм, що виконує:

Заслінка на трубопроводі води в SR2

										Лист
										29
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

Примітка:

LтвSR2 min, LтвSR2 max задається з панелі регулятора. Дублювання відкр/закр заслінки води з пульту оператора.

## 6. Приготування води на поштовх в SR3

Приготування води на поштовх у мірці SR3 проводиться дискретним регулятором LтвSR3 у ручному або автоматичному режимах. Вибір режиму, уведення завдання, проводиться з панелі управління регулятором. Панель викликається з загального кадру ділянки розкладання або з групи регуляторів. Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- Рієнь води на поштовх в SR3

Автоматичний режим заповнення. Відкриття клапану WтвSR3 при: заслінки дозування води на поштовх WтвA3,4 зачинені, LтвSR3 ≤ LтвSR3min. Блокування команд на відкриття WтвA3,4. Закриття клапану WтвSR3 при LтвSR3 ≥ LтвSR3max.

Ручний режим. Відкриття/закриття клапану з панелі регулятора LтвSR3 операторської станції.

Механізм, що виконує:

Заслінка на трубопроводі води в SR3.

Примітка:

LтвSR3min, LтвSR3max задається з панелі регулятора. Дублювання відкр/закр заслінки води з пульту оператора.

## 7. Підігрів міцної кислоти

Автоматичний режим. Підтримання заданої температури відповідно до завдання регулятора TскF1. Перемикання управління заслінками води та пару.

Ручний режим. Регулювання положення клапана.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

Температура кислоти після F1.

Механізм, що виконує:

									Лист
									30
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

Клапан пари або води на трубопроводі до теплообмінника F1.

Наведений опис алгоритму розкладання для реактора A1 є аналогічним для інших реакторів. Управління роботою реактора відбувається з панелі управління реактора. На панелі відображується поточне значення параметрів, завдання завантаження реагентів, фактично завантажена кількість, операція, що виконується та час її виконання. Завдання на кожну операцію розкладання встановлюється в режимні картці реактора. При значеннях параметра = 0, операція не виконується.

### 8. Продування реактора повітрям

Відкриття заслінки подачі повітря FвзA1 на 100% (завдання Z<sub>1</sub>FвзA1). Закриття клапану з плином заданого часу Δt<sub>1</sub>. Параметри, що беруть участь в операціях процесу, FвзA1- витрата повітря в реакторі A1. Механізм, що виконує, заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1. Примітки, Z<sub>1</sub>FвзA1, Δt<sub>1</sub> задається в технологічній картці реактора.

### 9. Дозування сірчаної кислоти

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання Z<sub>2</sub>FвзA1 автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції.

Пуск насосу PC1,2 відкриття клапану відсічки KoPC1\2, відкриття клапану відсічки KoA, відкриття клапану дозування кислоти WскA1 при: клапана дозування кислоти в реакторі WскA2...4 закриті, клапан дозування кислоти на відбілювання КоО закритий, клапан дозування кислоти в ємності WскSR9\1 закритий.

Зупинка насосу PC1,2 при Wск= WскA1 задан. Блокування команд на відкриття заслінок, що не беруть участь в операції. Після зупинки PC1,2 закриття клапану відсічки KoPC1\2, закриття клапану відсічки KoA, закриття клапана дозування сірчаної кислоти WскA1.

Маса кислоти, що завантажується в реактор розраховується в т. моногідрату.

Значення концентрації кислоти визначається за результатами автоматичного визначення її густини.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1
- Dск – густина сірчаної кислоти
- Wск – маса сірчаної кислоти

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор А1.
- Заслінка на трубопроводі сірчаної кислоти в реакторі А1.
- Відсічний клапан на трубопроводі сірчаної кислоти.
- Насос РС 8.

Примітка:

$Z_2F_{в205}$ ,  $W_{кA1/4}$ задан - задається в технологічній карті реактора

## 10. Дозування ільменіту

Регулятору  $F_{взA1}$  встановлюється завдання  $Z_3F_{вA1}$ , автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції.

Відкриття шиберної заслінки  $W_{ілA1}$  привиконанні умов:завершення попередньої операції, заслінка  $W_{ілA2}$  закрита, маса ільменіту в мірці  $W_{ілSI1} \geq W_{ілSI1max}$ . Закриття заслінки при  $W_{ілSI1} = W_{ілSI1нач} - \Delta W_{ілSI1}$ . Величина  $\Delta W_{ілSI1}$  коректується по факту завантаження сірчаної кислоти відповідно до коефіцієнту відношення ільменіт/кислота ( $K_i/k$ ).

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- $F_{взA1}$ - витрата повітря в реакторі А1;
- $W_{ілSI1}$  – маса ільменіту в мірці SI1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор А1.
- Шиберна заслінка завантаження ільменіту в реактор А1.

Примітка:

$\Delta W_{ілSI1}$ ,  $K_i/k$ ,  $Z_3F_{вA1}$  задається в технологічній карті реактора.

## 11. Переміщування

Регулятору  $F_{взA1}$  встановлюється завдання  $Z_4F_{вA1}$ , автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Завершення операції по закінченню часу  $\Delta t_4$ .

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- $F_{взA1}$ - витрата повітря в реакторі А1

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор А1.

Примітка:

$Z_4F_{BA1}$ ,  $\Delta t_4$  - задається в технологічній карті реактора.

## 12. Дозування води на поштовх

Регулятору  $F_{BZA1}$  встановлюється завдання  $Z_5F_{BA1}$ , автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції.

Відкриття заслінки води на поштовх  $W_{твA1}$  при умові: заслінка води на поштовх  $W_{твA2}$  в реактор A2 закрыта,  $L_{твSR2} \geq L_{твSR2max}$ .

Закриття клапану води при  $L_{твSR2} = L_{твSR2нач} - \Delta L_{твSR2}$ .

$\Delta L_{твSR2}$  може розраховуватись по завданню концентрації розбавлення  $S_{разб}$ . І фактичної концентрації води та її завантаження.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- $F_{BZA1}$ - витрата повітря в реакторі A1;
- $L_{твSR2}$  – рівень води в мірці SR2.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.
- Заслінка на трубопроводі води на поштовх в реакторі A1.

Примітка:

$Z_5F_{BA1}$ ,  $\Delta L_{твSR2}$  задається в технологічній карті реактора.

## 13. Підігрів суміші

Регулятору  $F_{BZA1}$  встановлюється завдання  $Z_6F_{BA1}$ , автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Відкриття клапану пари при витраті повітря, що відповідає завданню. Умикається таймер проведення підігріву ( $\Delta t_6$ ). Закінчення операції підігріву по закінченню часу  $\Delta t_6$ .

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- $F_{BZA1}$ - витрата повітря в реакторі A1.
- $T_{pA1}$  – температура розчину в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.
- Клапан на трубопроводі пару в реакторі A 1.

Примітка:

$Z_6F_{BA1}$ ,  $T_{pA1}$  задан - задається в технологічній карті реактора.

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

#### **14. Основна реакція**

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання З7FвA1, автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Момент закінчення реакції визначається за характером зміни тиску повітря в реактор.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.
- FвзA1 – тиск повітря в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.

Примітка:

З7FвA1- задається в технологічній карті реактора.

#### **15. Продувка плаву**

Відкриття клапану повітря в реактор на 100% протягом часу  $\Delta t_8$ , на n раз. N – кількість продувок.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.

Примітка:

$\Delta t_8$ , n - задається в технологічній карті реактора.

#### **16. Визрівання**

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання З9FвA1. Умикається таймер проведення визрівання ( $\Delta t_9$ ). Закінчення операції визрівання по закінченню часу  $\Delta t_9$ .

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.

Примітка:

З9FвA1- задається в технологічній карті реактора.

#### **17. Охолодження плаву**

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання Z<sub>10</sub>FвA1. Умикається таймер проведення охолодження ( $\Delta t_{10}$ ). Закінчення операції охолодження по закінченню часу  $\Delta t_{10}$ .

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.
- TрA1 – температура розчину в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.

Примітка:

Z<sub>10</sub>FвA1,  $\Delta t_{10}$  - задається в технологічній карті реактора.

### 18. Дозування кислої води

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання Z<sub>11</sub>FвA1, автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Відкриття заслінки зливу WквSR9\1 з ємності SR9\1003, відкриття заслінки дозування кислої води WквA1 в реактор A1 при умові: заслінка кислої води WквA2...4 в реактора A2, A3, A4, закриті та LквSR9\1  $\geq$  LквSR9\1max. Блокування команд на дозування кислої води в реактора A2, A3, A4.

Закриття заслінки зливу WквSR9\1 з SR9\1003 і заслінки дозування WквA1 при LквSR9\1 = LквSR9\1нач -  $\Delta$ LквSR9\1.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.
- LквSR9\1 – рівень кислої води в SR9/1003

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.
- Заслінка на трубопроводі зливу з SR9/1003, заслінка дозування в реактор.

Примітка:

$\Delta$ LквSR9\1, Z<sub>11</sub>FвA1 - задається в технологічній карті реактора.

### 19. Дозування гарячої води

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання Z<sub>12</sub>FвA1, автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Відкриття заслінки на засмоктування КоPC6 насосу PC6, пуск насосу PC6, відкриття заслінки дозування гарячої води WгвA1 в реактор A1 при умові: заслінка дозування гарячої води WквA2...4 в реактора A2, A3, A4 закриті, LгвSR4  $\geq$  LгвSR4max. Блокування команд на дозування гарячої води в реактора A2, A3, A4.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата



Зупинка насосу РС6 при  $L_{гвSR4} = L_{гвSR4нач} - \Delta L_{гвSR4}$ , закриття заслінок засмоктування КоРС6 і озунання WгвA1.

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.
- LгвSR4 рівень гарячої води в SR4.

Механізм, що виконує:

- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.
- Заслінка на засмоктування насосу РС6 та на трубопроводі гарячої води Насос РС6

Примітка:

$\Delta L_{гвSR4}$ ,  $Z_{12FвA1}$  - задається в технологічній карті реактора.

## 20. Вилуговування

Регулятору FвзA1 встановлюється завдання  $Z_{13FвA1}$ , автоматична підтримка витрати повітря відповідно до завдання у ході виконання операції. Таймер проведення вилуговування вмикається по завершенню дозування кислої води ( $\Delta t_{13}$ ). Закінчення операції вилугогування по закінченню часу  $\Delta t_{13}$ .

Параметри, що беруть участь в операціях процесу:

- FвзA1- витрата повітря в реакторі A1.

Механізм, що виконує:

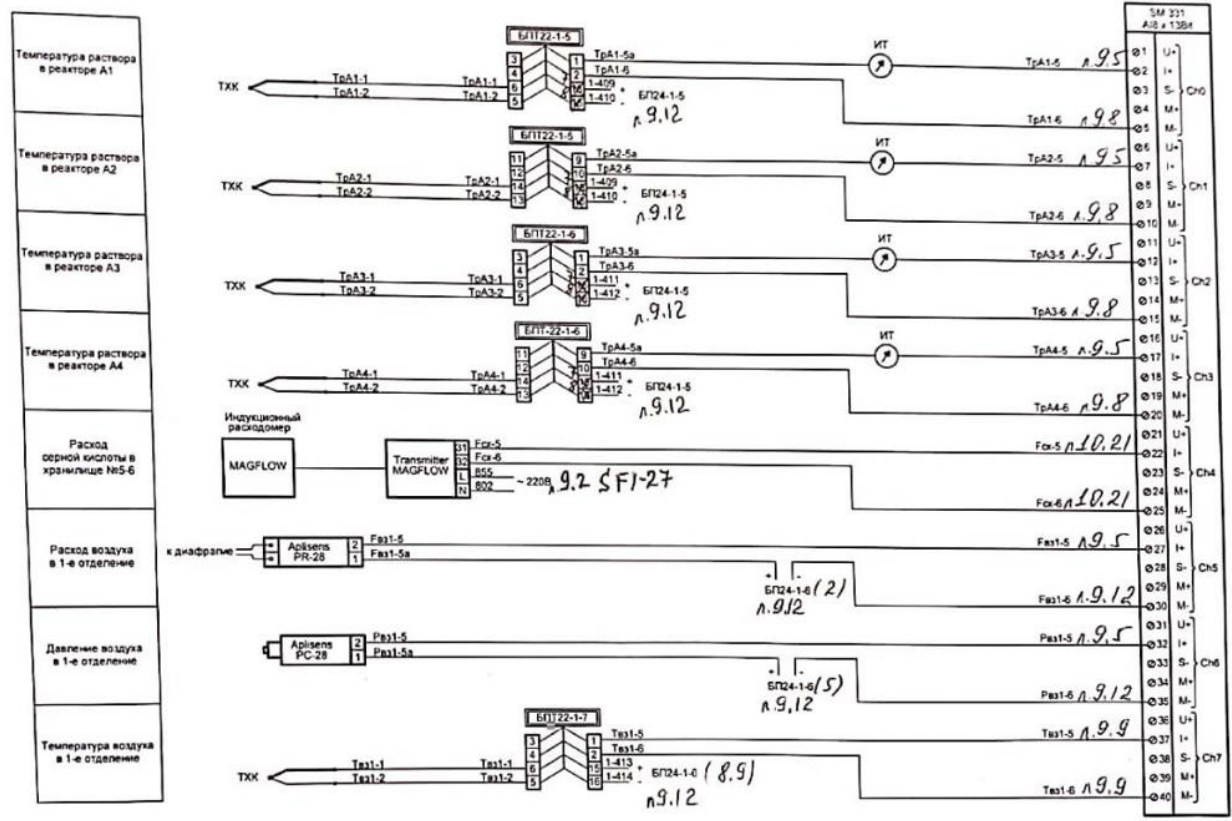
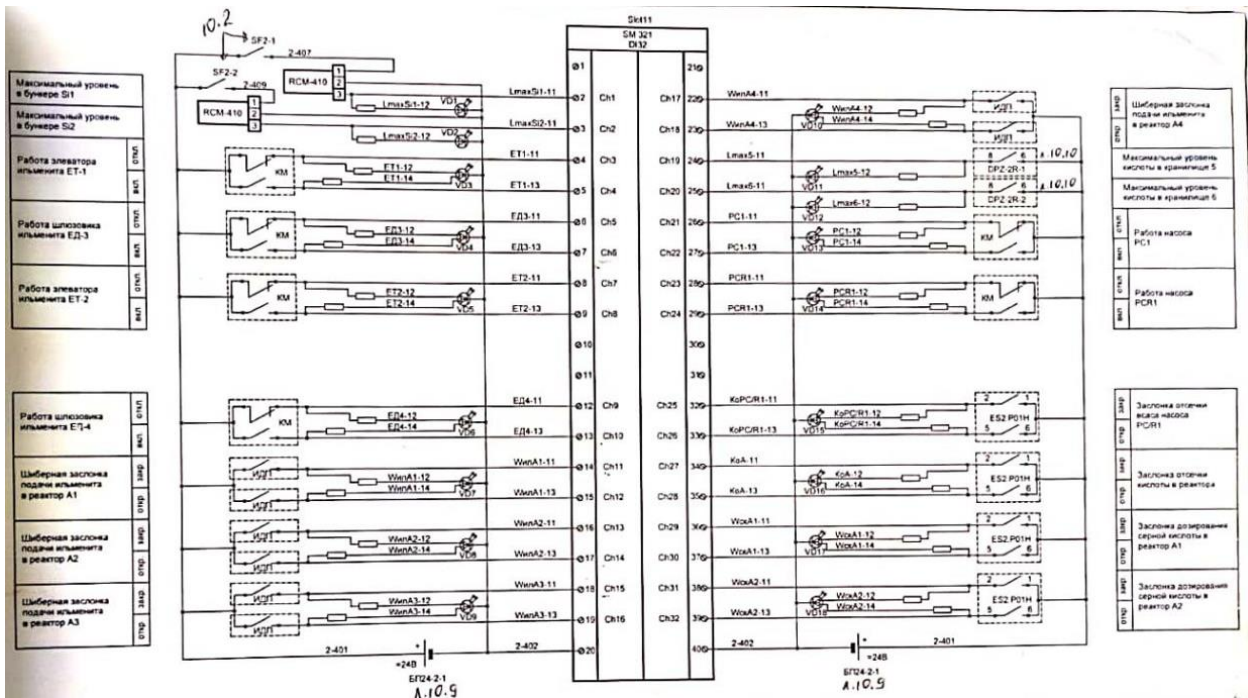
- Заслінка на трубопроводі повітря в реактор A1.

Примітка:

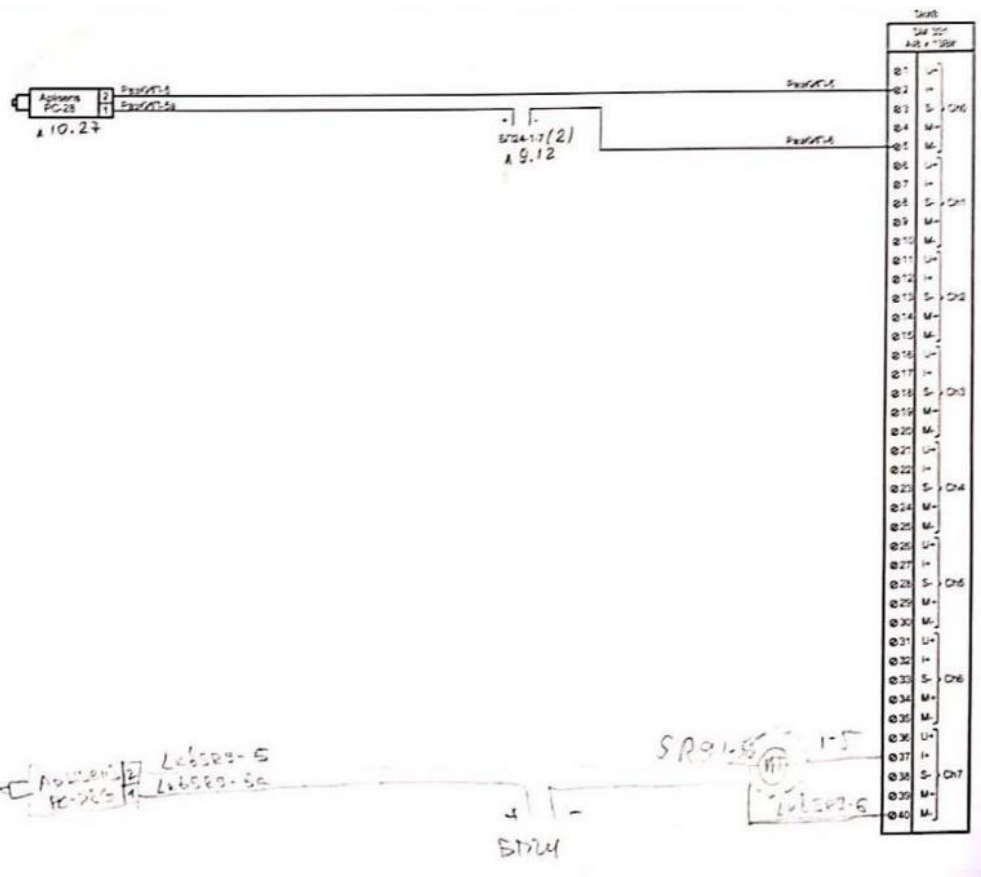
$\Delta t_{13}$ ,  $Z_{13FвA1}$  - задається в технологічній карті реактора.

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						





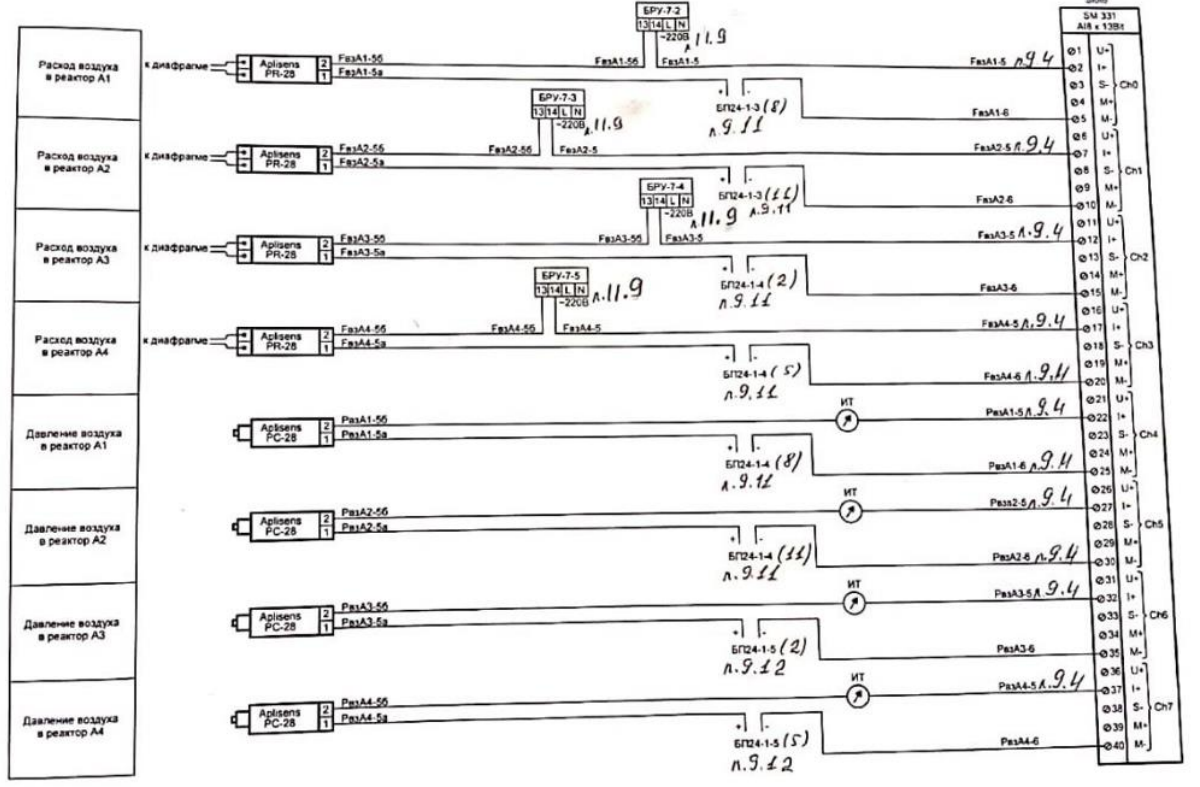
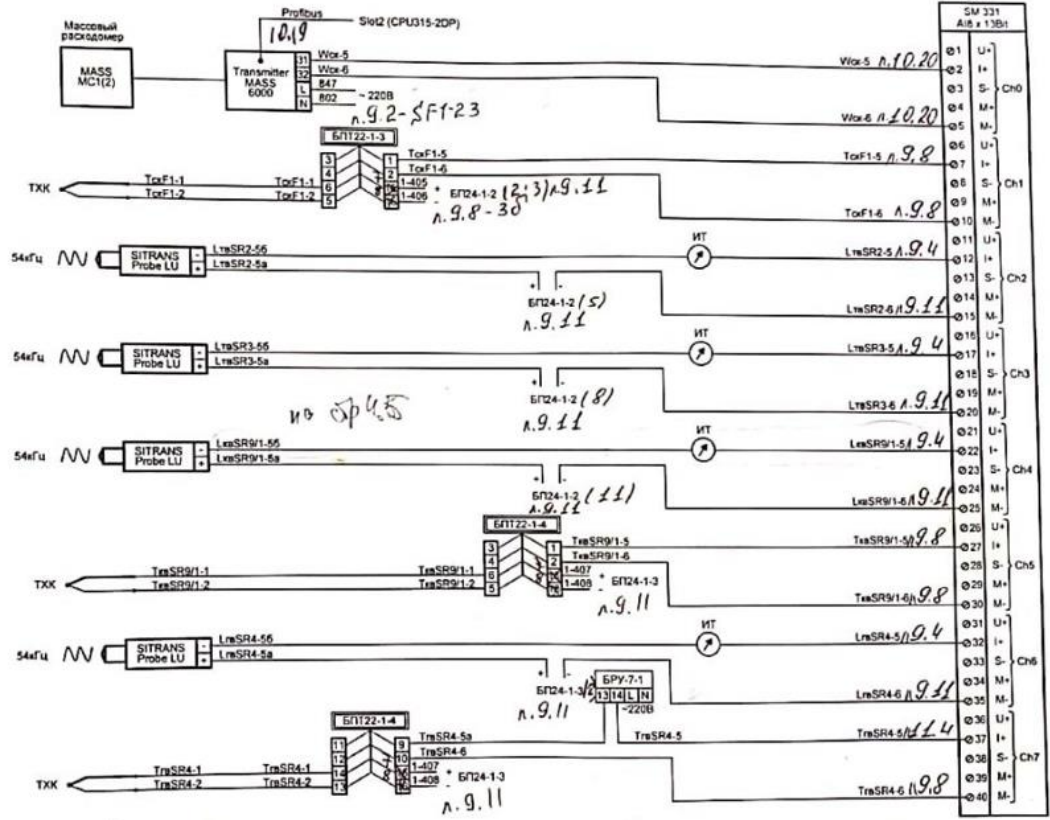
Давление воздуха  
кВт

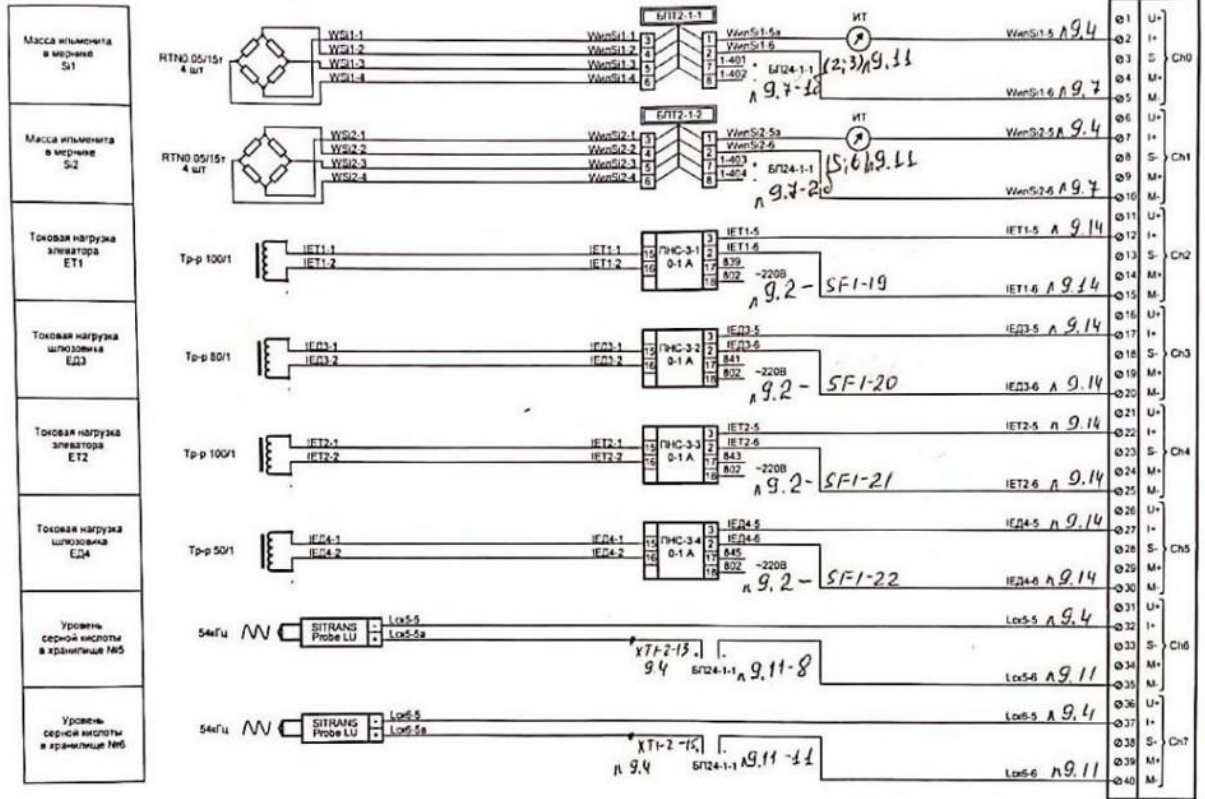


Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

СУ71.151.ПЗ

Масса кислоты в реактора
Температура кислоты
Уровень воды в мернике SR2
Уровень воды в мернике SR3
Уровень кислой воды в мернике SR9
Температура кислой воды в мернике SR9
Уровень технической воды в SR4
Температура технической воды в SR4





### 3.3 Висновки

Отже, успішність розкладання ілменітового концентрату залежить від чіткого виконання алгоритму. Даний алгоритм повинен містити послідовність дій, що веде до максимально ефективного результату, так як результат впливає на якість кінцевого продукту (з'єднання титану для покращення фарби, пластику та добрива, що досить широко використовується людомством). Для виконання алгоритму важливою є схема підключення описана в даному розділі. Її складові чітко розраховані на послідовність дій в алгоритмі роботи датчиків, пускових та регулювальних реле, перетворювачів та інших складових. Алгоритм роботи вищезазначеної установки забезпечить досягнення промислових цілей, підвищить коефіцієнт продуктивності та якість кінцевого продукту.

## РОЗДІЛ 4

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 4.1 Економічні характеристики складових автоматизованої системи

*Клапан дисковий поворотний Inter App* – середня ціна одного клапана 5000 грн. (20 шт)

*Сигналізатор рівня рідини DPZ-2R* – середня ціна одного сигналізатора рівня 3000 грн.(8 шт)

*Перетворювач змінного струму ПНС-3* – вартість перетворювача 2625 грн. (4 шт)

*Блок перетворення сигналів терморпар БПТ-22* – вартість перетворювача 1980 грн. (6 шт)

*Перетворювач різниці тиску Aplisens PR-28* – середня ціна перетворювача 10000 грн. (7 шт)

*Перетворювач тиску Aplisens PC-28* – середня ціна перетворювача 2500 грн.(7 шт)

*Ультразвуковий рівнемір Probe LU* – середня ціна рівнеміру 20000 грн.(6 шт)

*Блок перетворювання сигналів тензодатчиків БПТ-2* - середня ціна 5000 грн.(6 шт)

*Тензодатчик НВМ RTN 0.05\15T* – середня ціна 20000 грн.(6 шт)

*Контролер Siemens SIMATIC S7-300* – середня ціна 18000 грн.(2 шт)

Сумарно на витрачені датчики, перетворювачі, контролери і тд буде витрачено приблизно 530500 грн.

Не зможу точно сказати скільки компанія візьме за установку всього обладнання, написання програмного забезпечення та інше але можу припустити, що на це буде витрачено не менше ніж 500000 грн.

#### 4.2 Висновок

Отже, затрачується велика кількість грошей але це компенсується тим, що якість продукту покращується, тому в майбутньому це окупиться. Точність показань вимірювальних приборів зростає і робітники можуть легше, точніше та краще виконувати свою роботу. Також швидкість виконання процесу теж підвищується.

										Лист
										42
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 5.1 Фактори небезпеки при роботі з системою розкладання

- Потрапляння у повітря робочої зони шкідливих речовин (парів сірчаної кислоти,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ );
- Порухення герметичності трубопроводної кислоти, насиченої пари (тиском до 6 кгс/см<sup>2</sup>), технологічних трубопроводів;
- Наявність механізмів та частин устаткування, що обертаються та рухаються;
- Наявність струмопровідних кабелів та електроустаткування.

#### 5.2 Інженерні рішення з охорони праці

Місця можливого викиду шкідливих, вибухо та пожежонебезпечних речовин у повітря робочої зони мають бути надійно ущільнені та обладнані всмоктувально-приливною вентиляцією. При порушенні герметичності технологічного трубопроводу необхідно вивести з технологічної схеми пошкоджену ділянку (за допомогою запірної арматури та стандартних заглушок) і усунути пошкодження. При пошкодженні герметичності трубопроводу кислоти запірні арматура на збірнику кислоти має бути закрита. При забиванні технологічного трубопроводу необхідно простукати дерев'яним молотком ділянки, що забилися, або розібрати фланцеві з'єднання, а ділянку що забилась промити водою. При цьому ділянка, що забилась має бути виведена з технологічної схеми за допомогою стандартних заглушок та запірної арматури. При розливі кислих розчинів необхідно осушити, нейтралізувати закислені ділянки вапном, потім прибрати продукти нейтралізації. Роботи з нейтралізації та прибирання необхідно проводити в засобах індивідуального захисту: фільтруючий протигаз, захисні окуляри, гумові рукавички, захисна каска, спецодяг, спецвзуття. При порушенні герметичності трубопроводу пари необхідно перекрити подачу пари, здати паропривід в ремонт. Для забезпечення захисту від частин, що рухаються та обертаються потрібно захисний кожух або огорожі чи короби.

#### 5.3 Висновки

Отже, були винесенні основні небезпечні фактори та запропоновані інженерні рішення з охорони праці. Небезпека міститься в роботі з реактором, потрапляння сірчаної кислоти в робочу зону, порушення герметичності трубопроводної кислоти, насиченої пари,

											Лист
											43
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							



наявність механізмів та частин устаткування, що обертаються та рухаються, наявність струмопровідних кабелів та електроустаткування. Дані фактори потребують недопущення. Для цього необхідний чіткий алгоритм дій при їх випадковому виникненні. Тому на виробництві повинен бути інженер з охорони праці, який розробляє чіткі інструкції з охорони праці та алгоритм дій при виникненні надзвичайних ситуацій. Робітникам необхідно провести інструктаж з охорони праці та здійснювати періодичну перевірку знань. Також забезпечити працівників необхідними засобами індивідуального захисту: протигази, каски, спеціальна форма на яку не впливає кислота, рукавиці, захисні окуляри. А також аптечка в доступному місці. Крім того відповідальна особа має вміти надавати першу домедичну допомогу. Такі дії дадуть змогу зменшити ризики отримання травм на виробництві.

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

СУ71.151.ПЗ

## ВИСНОВКИ

Історично людство намагається зменшити власну фізичну працю, застосовуючи механізми та машини. Автоматизація останніх є ще одним кроком до спрощення механічної праці людини та кроком до технічного прогресу системи управління різними ділянками в хімічній промисловості забезпечують не тільки швидкий та якісний процес виробництва, але й безпечність праці, безконтактність зі шкідливими речовинами, а також економічну вигоду. Таким чином, дана дипломна робота відповідає Технічному завданню. Автоматизація промисловості є глобальною важливою для всіх галузей промисловості, створення комфортних та безпечних умов життя та праці людини. В дипломній роботі були описані вимоги до системи, всі засоби які використовуються для системи та описання алгоритму праці, також описання систем.

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата					

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глобальні та національні проблеми економіки Оцінка поточного стану й основних проблем розвитку титанової промисловості України/ А.Б.Педько, Л.М.Губаренко, А.С.Волошина Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського. Випуск 23. 2018. С. 287-291. URL: <http://global-national.in.ua/archive/23-2018/56.pdf>
2. ДСТУ 34.201-89. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизацію системи. Види, комплектність і позначення документів при створенні автоматизованих систем;
3. ДСТУ 34.602-89. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання на створення автоматизованої системи;
4. Д-50-34.698-90. Методичні вказівки. Інформаційна технологія. Автоматизовані системи.
5. Производство двуокиси титана пигментной сульфатным способом / В.Н. Скомороха, В.Г. Заречный, И.П. Воробьева, С.В. Вакал. – Суми: АТЗТ «Арсенал-Пресс», 2002.
6. Публічне акціонерне товариство «СУМИХІМПРМ». Новини. Еволюція виробництва діоксиду титану. 13 груд. 2020 р .URL: <http://sumykhimprom.com.ua/evolyutsiya-virobnitstva-dioksidu-titanu/>
7. THE CONTROL (VOLUME I) EDITOR WILLIAM S. LEVINE. Jaico First Impression : 1999
8. Павлов, А.В. Нелинейные системы автоматического управления конспект лекций для студ. спец. 8.05020101 "Компьютеризированные системы управления и автоматика" дневной, заочной и дистанционной форм обучения / А.В. Павлов, А.Ю. Журавлев. - Сумы: СумГУ, 2016. - 79 с
9. Павлов, А.В. Дискретні системи автоматичного управління: конспект лекцій для студ. спец. 8.05020101 "Комп'ютеризовані системи управління та автоматика" денної, заочної та дистанційної форм навчання / А.В. Павлов, О.Ю. Журавльов. - Суми: СумДУ, 2017. - 77 с.
10. Павлов А. В. Багатовимірні системи автоматичного управління: конспект лекцій для студ. за спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології" денної, заочної та дистанційної форм навчання / А. В. Павлов, О. Ю. Журавльов, Г. А. Олексієнко. — Суми : СумДУ, 2018. — 67 с.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата						46

11. Соколов С. В. Контроль і вимірювання в технологічних та енергетичних системах: конспект лекцій для студ. спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології" освітнього ступеня "бакалавр" усіх форм навчання / С. В. Соколов, О. С. Соколов, С. Антоненко. — Суми : СумДУ, 2020. — 242 с.
12. F. S. Hillier, and G. J. Lieberman Introduction to operations research. McGraw – Hill Education, New York, 2015
13. 4 Osaki S., Sakai H., Suzuki R.O. Direct Production of Ti–29Nb–13Ta–4,6Zr Biomedical Alloy from Oxide Mixture in Molten CaCl<sub>2</sub>. – J. Electrochemical Society. – 2010. – V. 157 (8) E. – P. 117–121. 90
14. Durfft L.D, Latesy S.L., Rothwell Ian H, Huffman J.C., Folting R. Chemical and Electrochemical Reduction of Titanium(IV) Aryloxides. Inorg. Chem., 1985. – 24 (26). – pp 4569 – 4573.
15. В.В Ванін, А.В. Блюк, Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. Навчальний посібник.- К.: « Каравела » 2016 р.- 200с.
16. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів : монографія/ А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай . – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408с.
17. Таранцева К.Р. Процессы и аппараты химической технологии в технике защиты окружающей среды: учеб. пособие / К.Р. Таранцева, А.А. Таранцева. – М.: Инфра-М, 2015.
18. Луцька Н.М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами:/Луцька Н.М., Ладанюк А.П. – К.: Видавництво „Ліра-К”, 2015. – 288 с.
19. Оптимальні системи управління: навч. посіб. / О. А. Стенін, В. П. Пасько, А. Д. Лемешко, О. М. Польшакова. — К. : Нац. техн. ун-т Укр. "Київський політехн. ін-т ім. І. Сікорського", 2017. — 172 с
20. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник [для студентів напряму "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" при виконанні курсового і дипломного проектування] / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2017. — 376 с.
21. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с. ISBN 978-617-7483.
22. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

